klima allianz

Klima- und Energieagentur Bamberg

Klimaanpassungskonzept für Stadt und Landkreis Bamberg



Bildernachweis für die Titelseite:

Layout: Stefan Mähringer, Stadt Bamberg
Bilder: Solar (A. Nüßlein), Altenburg (Stadtarchiv Bamberg), Untere Mühlen Bild 1 (Mader Rudolf), Untere Mühlen Bild 2 (Mader Rudolf), Giechburg (Stadtarchiv Bamberg), Workshop (Stadtarchiv Bamberg)
Grafik: Kais, Landratsamt Bamberg

Auftraggeber

Klima- und Energieagentur Bamberg
Maximiliansplatz 3
96047 Bamberg

Projektbearbeitung

GreenAdapt Gesellschaft für Klimaanpassung mbH
(Projektleitung)
Luisenstraße 53, 10117 Berlin
www.greenadapt.de

Gesellschaft für sozio:ökonomische Forschung b.R. (GSF)
Theodor-Echtermeyer-Str. 12, 14469 Potsdam
www.gsf-potsdam.de

LUP – Luftbild Umwelt Planung GmbH
Große Weinmeisterstraße 3a, 14469 Potsdam
www.lup-umwelt.de

Projektförderung

Die Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes für die Stadt und den Landkreis Bamberg wurde von 2019 bis 2020 vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert. Förderkennzeichen: FKZ 03K09416

Gefördert durch: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

NATIONALE KLIMASCHUTZ INITIATIVE

Zitiervorschlag: Walther, Carsten, Fritz Reusswig, Susan Thiel, Adrian Pfalzgraf, Antje Knorr, Hartmut Kenneweg, Gregor Weyer, Johanna Keller, und Wiebke Lass. 2020. „Klimaanpassungskonzept für Stadt und Landkreis Bamberg“. Berlin, Potsdam.

Danksagung

Das vorliegende Konzept zur Anpassung an den Klimawandel für den Landkreis Bamberg und die kreisfreie Stadt Bamberg wäre ohne den Austausch mit vielen Fachleuten und auch Bürgerinnen und Bürgern nicht in dieser Form zustande gekommen. Ein methodischer Zugang, der auf einer breiten Partizipation basiert, lag von Beginn an in der Absicht der Klimaallianz als Auftraggeberin und des Projektteams als Auftragnehmer. Denn inzwischen ist bekannt: Ohne eine intensive Einbeziehung der örtlichen Stakeholder landen Konzepte oft in dunklen Schubladen, da sie allzu oft an den örtlichen Belangen vorbei gehen. Das vorliegende Konzept hat dagegen von einem Beteiligungsprozess, der Fragebögen, Interviews, Workshops und offene Bürgerveranstaltungen umfasste, erheblich profitiert. Unser Dank richtet sich daher vor allem an die im Projektverlauf kontaktierten Gesprächspartnerinnen und Gesprächspartnern: Viele Personen aus Verbänden, der Wirtschaft, zivilgesellschaftlichen Organisationen, der Verwaltungen von Stadt und Landkreis, aus der Wissenschaft sowie aus der Einwohnerschaft haben sich am Austausch beteiligt und Input geliefert. Den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Workshops sei besonders gedankt. Die Verantwortung für das Ergebnis liegt selbstverständlich bei dem Bearbeiterteam.

Wir danken schließlich dem Auftraggeber Stadt und Landkreis Bamberg, besonders Günter Reinke (Stadt Bamberg) und Robert Martin (Landkreis Bamberg), sowie Jutta Neuner (Stadt Bamberg) für die kontinuierliche organisatorische und fachliche Begleitung des Arbeitsprozesses.

Potsdam und Berlin, Juli 2020

Im Namen des Projektteams

Carsten Walther, Fritz Reusswig und Gregor Weyer

Quelle zum Bild von Oberbürgermeister Starke und Landrat Kalb auf der nächsten Seite: Stadtarchiv, Bamberg.

Grußwort



Der Klimawandel gehört zu den größten politischen und gesellschaftlichen Herausforderungen der Gegenwart. Längst ist wissenschaftlich belegt, dass er maßgeblich auch auf menschlichen Einflüssen beruht und wir deshalb alle aufgefordert sind, den Klimawandel zu stoppen.

Stadt und Landkreis Bamberg haben dies schon vor mehr als einem Jahrzehnt erkannt und sich im Jahr 2008 in einer Klimaallianz zusammengeschlossen. In dieser Gemeinschaft wurden bisher nicht nur viele eigene Gebäude energetisch saniert, wir bauen gemeinsam auch die Nahwärme oder die Photovoltaik aus. Bei der Versorgung mit Strom ist die Region Bamberg dem Ziel der Energieautarkie ein großes Stück näher gekommen. Klimaneutrale Fahrzeuge sind für unsere Fahrzeugpools eine Regel, nicht die Ausnahme. Dieses Engagement mündete 2016 in der Verleihung des Bayerischen Energiepreises für das Klimaschutzmanagement.

Obwohl diese Auflistung der Klimaschutzmaßnahmen bei weitem nicht abschließend ist, sind wir uns darüber im Klaren, dass wir diese Anstrengungen weiter nachhaltig forcieren müssen, um unter anderem die Erderwärmung mit all ihren negativen Auswirkungen auf unser Klima zu minimieren. Deshalb haben wir uns in der Klimaallianz im Jahr 2019 darauf verständigt, gemeinsam in einem Klimaanpassungskonzept zusätzliche, neue lokale Strategien zu entwickeln. Mit zunehmender Wahrscheinlichkeit, dass die Ziele der Pariser Weltklimakonferenz verfehlt werden könnten, steigt die Bedeutung der Klimaanpassung, dem zweiten Standbein der Klimapolitik.

In Workshops und Sitzungen haben die mit dem Projekt beauftragten Unternehmen deshalb zusammen mit Vertretern der Stadt und des Landratsamts, Akteuren der Zivilgesellschaft, Verbänden, Vereinen sowie mit den Bürgermeistern der Gemeinden diesen Maßnahmenkatalog entworfen. Konsens bei allen Beteiligten ist, dass dem Klimawandel nur durch gemeinsame Anstrengungen wirksam begegnet werden kann. So entstand das vorliegende, nachhaltige Klimaanpassungskonzept.

Ein Konzept ist bekanntlich nur dann gut, wenn es auch umgesetzt wird. Dazu werden erhebliche Anstrengungen aller politischen und gesellschaftlichen Akteure notwendig sein. Es gilt, nicht länger Zeit zu verlieren, sondern die vorgeschlagenen Maßnahmen mit Leben zu erfüllen.

Andreas Starke
Oberbürgermeister

Johann Kalb
Landrat

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 8

1.1. Herausforderung Klimawandel 8

1.2. Klimaschutz und Klimaanpassung 9

1.3. Aus gegebenem Anlass: Klimakrise und Corona-Krise 10

1.4. Überblick über den Aufbau des Gutachtens 12

2. Klimaveränderungen 13

2.1. Allgemeines zu Klimawandel und Klimawandelforschung 13

2.2. Klimadaten und Modelle 13

2.3. Beobachtete und projizierte Klimaveränderungen in der Region 15

3. Vulnerabilitäten, Strategien und Maßnahmen in den Handlungsfeldern 29

3.1. Begrifflichkeiten und Methodik 29

3.1.1. Handlungsfelder und Cluster 29

3.1.2. Begriffe und Vorgehen 30

3.2. Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz 35

3.2.1. Handlungsfeld Raumplanung 35

3.2.2. Handlungsfeld Katastrophenschutz 48

3.3. Cluster II: Gesundheit und Kultur 66

3.3.1. Handlungsfeld Menschliche Gesundheit 66

3.3.2. Handlungsfeld Kultur, Bildung, Gesellschaft 87

3.4. Cluster III - Wirtschaft 97

3.4.1. Handlungsfeld Industrie und Gewerbe 98

3.4.2. Handlungsfeld Tourismus 118

3.5. Cluster IV: Land 133

3.5.1. Handlungsfeld Landwirtschaft 133

3.5.2. Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft 147

3.5.3. Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität 164

3.6. Cluster V: Wasser 180

3.6.1. Handlungsfeld Wasserwirtschaft 180

3.7. Cluster VI: Infrastrukturen 207

3.7.1. Handlungsfeld Energie 207

3.7.2. Handlungsfeld Verkehr 225

3.7.3. Handlungsfeld Gebäude und Stadtentwicklung 237

3.8. Wechselwirkungen und Zusammenschau 250

3.8.1. Wechselwirkung Klimavariable und Handlungsfeld 250

3.8.2. Wechselwirkungen zwischen den Handlungsfeldern ... 252
3.8.3. Priorisierung von Maßnahmen ... 254
4. Akteursbeteiligung ... 256
4.1. Ablauf im Beteiligungsprozess ... 256
4.1.1. Informationsveranstaltungen und Workshops ... 256
4.1.2. Mündliche Abfrage des lokalen Expertenwissens ... 256
4.1.3. Schriftliche Abfrage des lokalen Expertenwissens ... 258
4.1.4. Klimawirkungsworkshop ... 259
4.1.5. Workshop mit den Bürgermeister*innen aus dem Landkreis ... 259
4.1.6. Maßnahmenworkshops ... 260
5. Controlling-Konzept ... 262
5.1. Monitoring ... 262
5.2. Evaluation ... 263
5.3. Zuständigkeiten ... 265
6. Verstetigungsstrategie ... 266
7. Kommunikationsstrategie ... 270
7.1. Anpassung an den Klimawandel kommunizieren ... 270
7.2. Maßnahmen für die Anpassungskommunikation ... 275
8. Literatur ... 280
9. Anhang ... 293
9.1. Auswertung der Fragebögen ... 293
9.2. Controllingindikatoren ... 301

1. Einleitung

Es kommt nicht darauf an, die Zukunft vorherzusagen,
sondern auf die Zukunft vorbereitet zu sein.
Perikles

1.1. HERAUSFORDERUNG KLIMAWANDEL

Das vorliegende Gutachten widmet sich den möglichen Folgen des Klimawandels für Stadt und Landkreis Bamberg. Der darin betrachtete Zeitraum reicht bis zur nächsten Jahrhundertwende, also bis in das Jahr 2100. Das scheint auf den ersten Blick sehr weit weg zu sein. Auf den zweiten Blick wird aber deutlich, wie nah dieses Jahr eigentlich liegt – nur noch 80 Jahre entfernt. Für die Klimageschichte der Erde kaum mehr als ein Wimpernschlag. Aber auch nach menschlichen Maßstäben nicht allzu weit entfernt. Etwa 10 % der Einwohner*innen Bambergs im Jahr 2020 sind über 80 Jahre alt. Als sie vor rund 80 Jahren geboren wurden – um das Jahr 1940 herum – war gerade der Zweite Weltkrieg ausgebrochen. Mit dessen Langzeitfolgen hat Bamberg in Gestalt seiner vielen Konversionsflächen indirekt bis heute zu kämpfen.



Abbildung 1: Hans Holzapfel, Vogelperspektive der Stadt Bamberg aus Richtung Süden (nach 1933, Wasserfarben auf Papier) (HM, Inv. Nr. 843D). Quelle: 2012 – Magazin zur Landesgartenschau Bamberg, April 2009

Die Region ist zu Recht stolz auf ihre lange Geschichte. Im Jahr 902 erstmals urkundlich erwähnt, wurde das Bistum Bamberg 1007 gegründet, der Dom fünf Jahre später geweiht. Ebenso lebendig ist die Gegenwart: Bamberg wächst, seine Wirtschaft gedeiht, der Tourismus boomt regelrecht. Seit jeher verkehrsgünstig gelegen, rüstet sich die Stadt und mit ihr der Landkreis für weitere 1.000 Jahre, mindestens. Das kann aber nur gelingen, wenn die Region den Fährnissen des Klimawandels zu trotzen vermag.

Die günstige geographische Lage machte es schon früh zu einem Verkehrsknotenpunkt am Wasser, und Wasserstraßen waren es auch, die den Reichtum der Stadt im frühen Mittelalter begründeten. Damit machte die Region aber auch schon frühzeitig Bekanntschaft mit Naturrisiken: Als im Zuge des hochmittelalterlichen Klimaoptimums (Maulshagen, 2010) der Wasserstand der Regnitz zurückging, litt auch der örtliche Schiffsverkehr (Gunzelmann, 2009).

Auch heute wieder ändern sich die klimatischen Rahmenbedingungen in Oberfranken. Damit die heutige Wirtschaft, die Infrastruktur, die Landschaft und die Menschen nicht Schaden nehmen, muss sich die Region vorbereiten. Und zwar auch dann, wenn der Klimaschutz erfolgreich sein sollte.

1.2. KLIMASCHUTZ UND KLIMAANPASSUNG

Sobald von Klimapolitik die Rede ist, denken die meisten Menschen an den Klimaschutz. Aber das stellt eine Verkürzung dar. Klimapolitik steht auf zwei Säulen: Klimaschutz und Klimaanpassung. Beide Standbeine einer integrierten Klimapolitik sind notwendig und in beiden Bereichen sind die Stadt und der Landkreis Bamberg aktiv. Beim Klimaschutz gilt das schon lange, im Bereich der Klimawandelanpassung wird mit dem hier vorgelegten Konzept ein wichtiger Schritt getan.

Im Pariser Klimaabkommen hat sich die internationale Staatengemeinschaft im Jahr 2015 auf eine Begrenzung der menschengemachten globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 °C gegenüber den vorindustriellen Werten geeinigt. Damit soll der „gefährliche Klimawandel“ verhindert werden. Aber davon sind wir leider momentan noch entfernt: Selbst wenn die Staaten ihre bereits zugesagten Klimaschutz-Politiken tatsächlich rechtzeitig umsetzen – was momentan noch nicht so aussieht – ist eine globale Erwärmung um *mehr* als 1,5 – 2 °C (das Pariser Ziel) wahrscheinlich. Geht der Anstieg der weltweiten Treibhausgasemissionen gar weiter wie bisher, dann landen wir im Jahr 2100 sogar in einer 4 – 6 °C wärmeren Welt. Ein solches Klima hätte die Menschheit in ihrer langen Geschichte noch niemals erlebt: Es bestünde die Gefahr, dass weite Teile des Planeten in einer solchen globalen „Heißzeit“ (engl.: Hothouse Earth) buchstäblich unbewohnbar würden – zu heiß für Pflanzen, Tiere und Menschen, zu wenig Wasser, massiver Anstieg des Meeresspiegels (Abbildung 2).

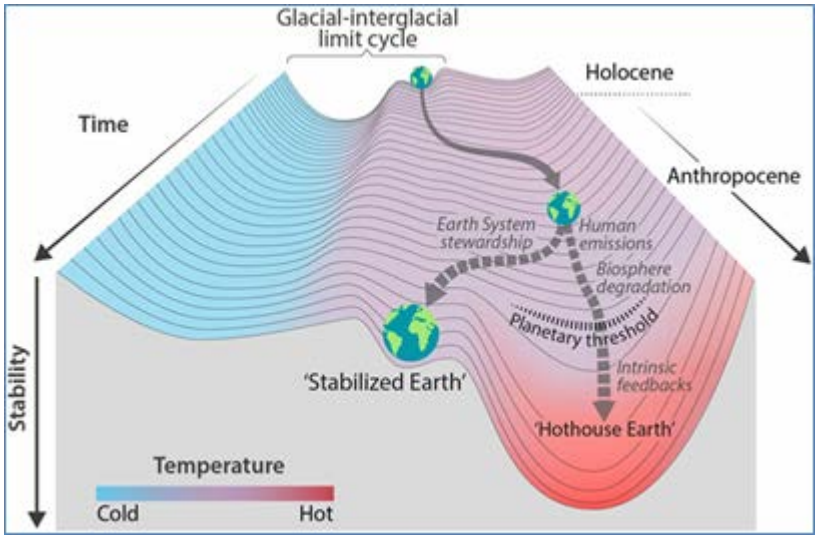


Abbildung 2: Angesichts der Menge an bereits emittierten Treibhausgasen wird es auf der Erde sehr wahrscheinlich keine Eiszeit mehr geben können (‚blaues‘ Regime, links). Wir haben nur noch die Wahl zwischen einem halbwegs ‚stabilen‘ Erdklima (Mitte) und einer sehr starken Erwärmung (‚Hothouse Earth‘) mit eingebauten und gefährlichen Rückkopplungen (‚intrinsic feedbacks‘, rot, rechts) (Steffen u. a., 2018).

Es hat also nichts mit Klima-Defaitismus zu tun, wenn man an Anpassung denkt, sondern nur mit kluger Voraussicht. Die ‚Trägheit‘ des Erdsystems bewirkt, dass der globale Temperaturanstieg auch dann weitergeht, wenn wir weltweit sofort aufhören würden, weitere Treibhausgase in die Atmosphäre zu entlassen. Einem Supertanker vergleichbar, braucht das Erdsystem noch mehrere Jahre bis Jahrzehnte, bis das Umsteuern auf der Brücke auch am Kurs des Schiffes ablesbar wird. Darum müs-

sen wir uns um die Klimafolgen kümmern und Mensch, Natur und Gesellschaft so umbauen, dass die Schadenswirkung des sich wandelnden Klimas möglichst gering bleibt. Das kann allerdings nur funktionieren, wenn das angesprochene „wir“ tatsächlich alle umfasst: Klimaschutz ist eine globale Aufgabe. Bislang steigen die Emissionen aber. Und selbst wenn sie morgen nicht mehr steigen würden, wäre aufgrund der Trägheit des Systems Anpassung als notwendig lokales Geschehen sinnvoll und geboten.

Seit Ende 2008 gibt es deshalb die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS). Im Rahmen der DAS wurden mittlerweile ziemlich detaillierte Untersuchungen zur Verwundbarkeit Deutschlands – seiner Sektoren und Regionen – für die Folgen des Klimawandels vorgelegt, es wurden Maßnahmenpläne und eine Monitoring-Strategie entwickelt sowie eine Bund-Länder-Arbeitsgruppe gebildet. Der Freistaat Bayern verfügt über eine eigene Anpassungsstrategie, die BayKLAS 2016 (StMUV, 2016) und auch hier liegen landesweite Verwundbarkeitsanalysen, Maßnahmenvorschläge und ein Monitoringsystem vor.

Vor diesem Hintergrund haben sich die Stadt und der Landkreis Bamberg entschlossen, ihrerseits tätig zu werden und ein Anpassungskonzept erarbeiten zu lassen. Diese Entscheidung ist deshalb sinnvoll und notwendig, weil sowohl der Klimawandel selbst als auch seine Folgen räumlich sehr ausdifferenziert betrachtet werden müssen. Stadt und Landkreis haben mit der Gründung einer gemeinsamen Klimaallianz im Jahr 2008 den Grundstein für eine enge Zusammenarbeit in energie- und klimapolitischen Fragen gelegt und seitdem viele gemeinsame Klimaschutzprojekte auf den Weg gebracht (vgl. www.klimaallianz-bamberg.de). Mit dem hier vorgelegten Bericht unterstreichen sie ihr umfassendes klimapolitisches Engagement und übernehmen Verantwortung für die Zukunft der ganzen Region. Damit man sich bei der 2.000-Jahr-Feier von Bamberg nicht fragen muss, warum die Vorfahren sich nicht rechtzeitig gekümmert haben. Damit der Bamberger Reiter beruhigt in die Zukunft ziehen kann.

1.3. AUS GEGEBENEM ANLASS: KLIMAKRISE UND CORONA-KRISE

Mitten in der Bearbeitungsphase des vorliegenden Konzepts, das sich mit den lokalen und regionalen Folgen der globalen Klimakrise befasst, tauchte eine neue globale Krise auf: Die COVID-19 Pandemie, im Volksmund auch Corona-Krise genannt. Ausgehend von China breitete sich das Virus schnell in alle Weltregionen aus, auch nach Deutschland und Oberfranken. Als eine sehr drastische und in dieser Form bisher unbekannte Reaktion kam es im Frühjahr 2020 dann bundesweit zu einem weitgehenden „Shutdown“ des öffentlichen und wirtschaftlichen Lebens. Die Bewegungsfreiheit der Menschen musste aus Sicherheitsgründen stark eingeschränkt werden, Wirtschafts- und Verkehrsaktivitäten wurden massiv heruntergefahren. Der Freistaat Bayern hat dabei bundesweit eine treibende Rolle eingenommen.

Diese Maßnahmen haben ganz wesentlich dazu beigetragen, dass die gesundheitlichen Folgen der Pandemie für Deutschland zu Beginn weit weniger dramatisch ausfielen als in vielen anderen Ländern der Welt oder auch der EU. Gleichzeitig haben die Einschränkungen die Wirtschaft schwer getroffen. Das gilt zum Beispiel für die Bereiche Gastronomie, Beherbergungsgewerbe, sonstige touristische Dienstleistungen, aber trifft auch für viele kleinere und mittlere Unternehmen, kleine Selbständige und die Kulturbranche zu.

Zusätzlich zu Bundes- und Landeshilfen haben Stadt und Landkreis Bamberg auch ihre eigenen „Ret-

tungsschirme“ aufgespannt, um etwa kleinen Unternehmen oder Vereinen zu helfen. Der Landkreis hat dafür zum Beispiel 1,5 Mio. € an zinslosen Darlehen bereitgestellt, die in besonderen Härtefällen auch in Zuschüsse verwandelt werden können.

Nachdem die Zahl der Neuinfizierten Ende März/Anfang April 2020 sprunghaft auf 60 (Stadt) oder 80 (Landkreis) pro 100.000 Einwohner angestiegen war, ging sie in Folge der Maßnahmen dann auf einstellige Werte im Sommer zurück. Seit August steigt sie wieder an und bewegt sich Anfang Oktober im Bereich 10-20 Personen. Noch ist unklar, wie sich das Infektionsgeschehen und deren Folgen weiter entwickeln und welche Gegenmaßnahmen künftig noch ergriffen werden müssen.

Fest steht aber jetzt schon, dass Corona einen tiefen Einschnitt bedeuten wird, und dass die Finanzen von Stadt und Landkreis auf längere Zeit belastet werden. Da stellt sich schnell die Frage: Sind Klimaschutz und Klimaanpassung dann nicht ein Luxus, den sich Bamberg nicht mehr leisten kann? Die Antwort auf diese Frage kann nur „nein“ lauten! Und das aus verschiedenen Gründen:

- Beide Krisen sind nicht komplett unabhängig voneinander zu sehen. Es gibt Hinweise darauf, dass Pandemien wie Corona nicht zuletzt deshalb vermehrt auftreten, weil sich der Mensch den das Virus schon lange tragenden Tieren (Fledermäuse, Gürteltiere…) immer mehr nähert, etwa durch Entwaldung in Südostasien. Die Ursachen, die zum anthropogenen Klimawandel führen, hängen also auch mit Pandemien wie Corona zusammen.
- Alle hoffen auf die baldige Verfügbarkeit eines COVID-19 Impfstoffs und/oder Medikaments. Angesichts der horrenden Summen, die weltweit für deren Entwicklung ausgegeben werden, ist es nur eine Frage der Zeit, bis diese zur Verfügung stehen. Dann ist Corona Geschichte. Gegen den Klimawandel aber wird es keinen Impfstoff geben. Diese Krise bleibt uns auf absehbare Zeit erhalten.
- In jeder Krise liegt auch eine Chance. Die Chance besteht darin, neue Strukturen und Prozesse aufzubauen, die möglichst wenig anfällig sind für Krisen allgemein. Die Fachdiskussion spricht hier von Resilienz. Dies gilt umso mehr, als es vielfach der Staat war, der der Wirtschaft geholfen hat. Teilweise ist der Staat dann sogar Wirtschaftsakteur geworden (wie etwa bei der Lufthansa). Damit ergeben sich Gestaltungsmöglichkeiten - auch auf lokaler Ebene.
- Gerade im Bereich der Klimafolgenanpassung wird intensiv über den Aufbau resilienter Strukturen nachgedacht, einschließlich der Arbeit mit Szenarien und der Berücksichtigung von Unsicherheiten. Eine im Sinne der Klimaanpassung resiliente Stadt hat auch Resilienz-Potenziale, um sich gegen weitere Krisen zu wappnen. Dass Stadt und Landkreis über ein Anpassungskonzept verfügen, welches den Resilienz-Begriff ins Zentrum stellt, ist daher für Krisen aller Art ein Pluspunkt.

Von daher macht es keinen Sinn, die Corona-Krise gegen die Klimakrise auszuspielen, ganz im Gegenteil. Zweifellos sind die öffentlichen Haushalte derzeit zusätzlich belastet und Kommunen in ihrem Handlungsspielraum eingeschränkt. Aber bei der Bewertung ausgabenwirksamer Maßnahmen sollte stets die Frage mit bedacht werden, ob die entsprechende Maßnahme die Anfälligkeit für den kommenden Klimawandel erhöht oder vermindert. Und genauso muss gefragt werden, ob eine Klimaanpassungsmaßnahme nicht viele mögliche Schäden verhindert – zum Beispiel mehr Hitzetote – und die allgemeine Resilienz von Stadt und Region erhöht.

1.4. ÜBERBLICK ÜBER DEN AUFBAU DES GUTACHTENS

Auf welche Klimaänderungen haben sich die Stadt und der Landkreis Bamberg genau einzustellen? Diese Frage beantwortet das nächste Kapitel. Das Gutachten stützt dabei auf zwei Verfahren, um eine bestmögliche Antwort zu geben: Zum einen werden wichtige Wettervariablen der jüngeren Vergangenheit analysiert (z. B. Durchschnittstemperatur, Niederschläge etc.), um deren Änderung zu verstehen und Trends zu erkennen. Zum anderen wird die klimatische Zukunft der Untersuchungsregion abgeschätzt. Dazu werden die Ergebnisse mehrerer globaler Klimamodelle auf die Untersuchungsregion heruntergebrochen und die wahrscheinlichsten Entwicklungen der Klimavariablen bis 2100 dargestellt.

In *Kapitel 3* geht es dann um die Untersuchung der Vulnerabilität angesichts der zu erwartenden Klimafolgen, die Strategien zu deren Bewältigung, und um die zu ergreifenden Einzelmaßnahmen. Dazu werden für die Region 13 Handlungsfelder[1] definiert – angelehnt an die Sektor-Einteilung der DAS – die jeweils ganz spezifische Vulnerabilitäten aufweisen: Katastrophenschutz, Raumplanung, Menschliche Gesundheit, Kultur/Bildung/Gesellschaft, Tourismus, Industrie/Gewerbe, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Naturschutz/Biodiversität, Wasserwirtschaft, Energie, Verkehr, Gebäude/Stadtentwicklung. Diese Handlungsfelder wurden zu sechs thematischen Clustern zusammengefasst, die man auch als Schutzgüter mit ähnlichen Charakteristika verstehen kann. Für jedes Handlungsfeld wird die Verwundbarkeit aufgezeigt, gefolgt von strategischen Ansatzpunkten und konkreten Maßnahmenvorschlägen der Klimaanpassung.

Die hier vorgelegten Maßnahmenvorschläge entstammen nicht einfach der gutachterlichen Einschätzung oder der Literaturlage. Beide Quellen wurden zwar genutzt, aber im Prozess der Gutachtenerstellung wurde doch darauf geachtet, die Bürger*innen und Entscheidungsträger*innen aus der Region zu beteiligen. Nur mit ihrer Hilfe war es zum Beispiel möglich, die Wirkung eines bestimmten Klimasignals auf ein Handlungsfeld oder einen räumlichen Teilausschnitt der Region genauer zu fassen. Und nur mit Hilfe der Stakeholder konnte die Sinnhaftigkeit und Tragfähigkeit von Strategieansätzen und Einzelmaßnahmen angemessen diskutiert werden. *Kapitel 4* gibt einen knappen Überblick über den für die Gutachtenerstellung durchgeführten Beteiligungsprozess.

Im fünften Kapitel wird dann kurz dargelegt, wie die Umsetzung der Maßnahmen beobachtet und damit der Anpassungsprozess zukünftig kontrolliert werden kann. Wie die Anpassung an den Klimawandel in Stadt und Landkreis künftig verstetigt werden kann, wird im *6. Kapitel* kurz vorgestellt, bevor *Kapitel 7* diese Perspektive durch eine Kommunikationsstrategie ergänzt.

Zwischen den betrachteten Handlungsfeldern im Konzept bestehen Wechselwirkungen hinsichtlich direkter und indirekter Wirkungen des Klimawandels. Auch zwischen den vorgeschlagenen Anpassungsmaßnahmen unterschiedlicher Handlungsfelder gibt es Wechselwirkungen. Diese Querbezüge sind im Bericht mit „➢Handlungsfeldname“ kenntlich gemacht.

[1] Die Begriffe Handlungsfelder und Sektoren werden im Bericht synonym verwendet.

2. Klimaveränderungen

2.1. ALLGEMEINES ZU KLIMAWANDEL UND KLIMAWANDELFORSCHUNG

Durch die vom Menschen verursachte Verstärkung des Treibhauseffektes, wurde bislang eine **globale Erwärmung** von etwa 1 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau erzeugt. Die globale Erwärmung nimmt weiterhin aufgrund vergangener und aktueller Emissionen um etwa 0,2 °C pro Jahrzehnt zu (IPCC, 2018). Die letzten fünf Jahre waren die weltweit wärmsten seit 1850 und wurden direkt aufeinanderfolgend gemessen (UBA, 2019b).

Seit der Industrialisierung werden zunehmend Änderungen im Stoffhaushalt der Atmosphäre beobachtet. Der Anteil von **Kohlenstoffdioxid (CO_2)** in der Atmosphäre ist im Vergleich zur vorindustriellen Zeit auf mittlerweile über 400 Teile pro 1 Million Luftmoleküle (engl. ppm – parts per million) angestiegen - gegen Mitte des 19. Jahrhunderts betrug der Anteil noch etwa 280 ppm (WMO, 2018). Gründe für den Konzentrationsanstieg sind zum Beispiel der Anstieg der Verbrennung fossiler Energieträger wie Erdöl, Erdgas und Kohle, aber auch die allgemeine Ausweitung der Industrieproduktion und Viehwirtschaft, sowie Änderungen in der Landnutzung (UBA, 2014).

Klimamodelle projizieren deutliche Änderungen der Klimabedingungen durch den zunehmenden Treibhausgasanteil in der Atmosphäre. Zu den Veränderungen zählen neben der Temperaturzunahme, das zunehmende Auftreten von Hitzeextremen, Starkniederschlägen und eine höhere Wahrscheinlichkeit für Dürreperioden und Niederschlagsdefizite. Diese veränderten klimatischen Bedingungen verursachen eine Reihe von Auswirkungen auf verschiedenste Bereiche des menschlichen Lebens, aber auch auf die Pflanzen- und Tierwelt (IPCC, 2018). Derartige Klimawandelfolgen sind bereits heute spürbar, werden sich jedoch im Zuge des Klimawandels weiter verstärken.

Die beobachteten globalen Klimaentwicklungen sind ebenso in Europa, Deutschland und Bayern zu verzeichnen. Die Tagesmitteltemperaturen nahmen in Deutschland im Zeitraum von 1881 bis 2018 um 1,5 °C zu. Das Jahr 2018 war in Deutschland mit einer Mitteltemperatur von 10,5 °C das wärmste Jahr seit Beginn der regelmäßigen Wetteraufzeichnungen 1881 (UBA, 2019d). Dreizehn der 20 wärmsten Jahre Deutschlands wurden im 21. Jahrhundert aufgezeichnet. Der ansteigende Trend lässt sich auch in Bezug auf die einzelnen Jahreszeiten nachweisen. Frühling und Sommer verzeichnen dabei einen signifikanteren Anstieg als die Wintermonate. Die Sommermitteltemperaturen in Deutschland 2018 wichen beispielsweise um +3,0 °C vom Mittel der Jahre 1961 bis 1990 ab. Der Klimawandel beeinflusst in vielfältiger Weise das menschliche Leben (UBA, 2019d). So verstarben während des Hitzesommers 2003 deutschlandweit zusätzlich 7.000 Menschen an den Folgen der Hitzebelastung (Brasseur, Jacob und Schuck-Zöller, 2017).

2.2. KLIMADATEN UND MODELLE

Es werden **Beobachtungsdaten** des Wetters analysiert, um die Auswirkungen der *bereits stattgefundenen* sowie der *künftigen* klimatischen Veränderungen abzuschätzen. Als Datengrundlagen dienen dabei Gitterdaten des Deutschen Wetterdienstes. Diese beschreiben meteorologische Größen einer bestimmten Region (Gitterzelle der Größe von 1 km x 1km). Die Angaben für diese Studie werden dann für alle Gitterzellen des Landkreises gemittelt. Die Abweichungen dieser Angaben zu einer Mittelung der Gitterzellen in der Stadt Bamberg sind gering und werden nicht gesondert betrachtet.

Weiterhin werden Ergebnisse von **Klimamodellberechnungen** verwendet, um neben der Analyse des beobachteten Klimas der Vergangenheit auch zukünftige Prognosen zu erstellen. Die Modellierung des globalen Klimas erfolgt unter Verwendung von **Szenarien** zum Treibhausgasanteil in der Atmosphäre. Durch unterschiedliche Handlungsszenarien entstehen unterschiedliche Konzentrationspfade. Zum einen gibt es den Pfad, welcher die Entwicklung des Klimas repräsentiert, falls die Klimaschutzbemühungen nicht intensiviert werden (sog. *RCP8.5* oder „weiter-wie-bisher"-Szenario) (*engl. Representative Concentration Pathways, dt. Repräsentative Konzentrationspfade*). Zum anderen gibt es den Klimaschutzpfad, bei dem die Treibhausgasemissionen in den kommenden Jahrzehnten abnehmen (*RCP4.5*). Noch stärkere Klimaschutzbemühungen werden beim *RCP2.6*-Pfad umgesetzt – dem einzigen Pfad, bei welchem das ehrgeizige 1,5 °C Klimaschutzziel des Pariser Übereinkommens eingehalten wird. In Abbildung 3 wird die Entwicklung der globalen Mitteltemperatur für die Szenarien *RCP8.5* und *RCP2.6* aufgezeigt. Für die weitere Analyse sind lediglich die beiden Pfade *RCP8.5* und *RCP4.5* relevant. Sie verzeichnen im globalen Mittel eine Temperaturzunahme von +4 °C bzw. +2 °C gegenüber dem Mittel von 1986-2005.

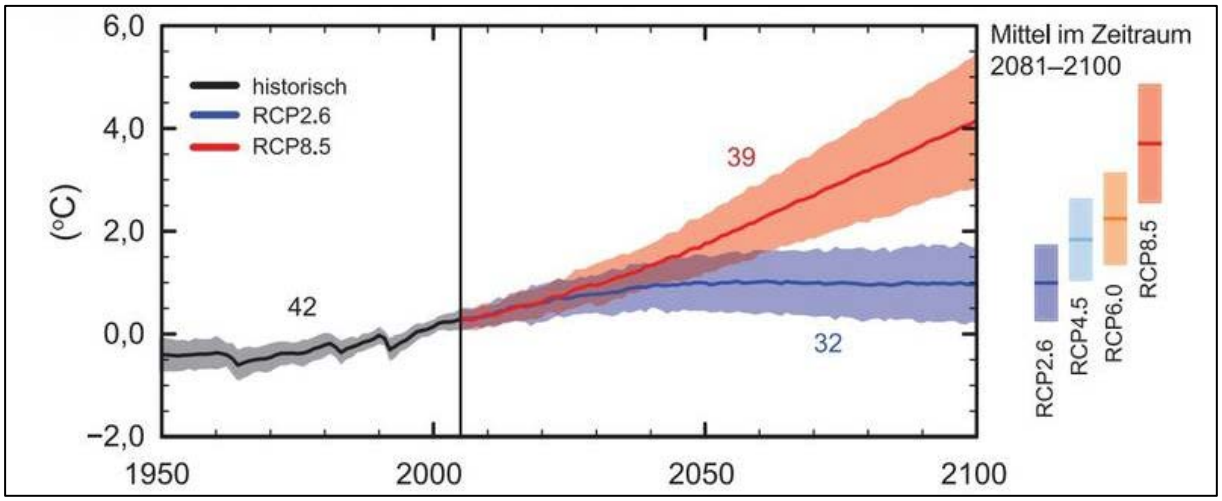


Abbildung 3: Änderung der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur (IPCC 2013).

Da globale Klimamodelle eine sehr grobe Auflösung besitzen, werden immer häufiger regionale Klimamodelle verwendet. Mit diesen können klimatische Entwicklungen mit einer höheren räumlichen Auflösung wiedergegeben werden.

Für die BayKLAS 2016 wurden durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) 31 Klimaprojektionen für das Bundesland ausgewertet. Hinsichtlich des 15. und 85. Perzentils[2] der Projektion wird in Bayern ein Temperaturanstieg zwischen +0,9 °C und +1,7 °C in der nahen Zukunft (2021 - 2050) und eine Zunahme von +2,3 °C bis +3,6 °C in der fernen Zukunft (2071 - 2100) gegenüber der Mitteltemperatur des Zeitraumes 1971 bis 2000 erwartet (StMUV, 2016).

Um mit Unsicherheiten hinsichtlich der Analyse des zukünftigen Klimas umgehen zu können, ist es wichtig mehrere Modelle, ein sogenanntes **Ensemble**, zu verwenden. Damit wird die Abhängigkeit des Ergebnisses von einzelnen Modellen minimiert. Projektionen, welche mit mehreren Modellen

[2] Bei einem Perzentil handelt es sich um einen Wert bei dem X % aller Werte der Verteilung kleiner als dieser sind. Das bedeutet, dass beim 85. Perzentil 85 % aller Werte der Verteilung kleiner als der des 85. Perzentiles sind. Der Wert des 15. Perzentil sagt aus, dass 15 % der Werte kleiner als das 15. Perzentil sind. Perzentile werden als Vergleichsmaßstab verwendet, damit die Werte im Kontext besser einzuordnen sind.

übereinstimmen, sind als sicherer zu betrachten und Abweichungen zwischen den verschiedenen Modellen eher vorsichtig zu interpretieren.

2.3. BEOBACHTETE UND PROJIZIERTE KLIMAVERÄNDERUNGEN IN DER REGION

Es wird der zeitliche Verlauf verschiedener Klimaindikatoren vorrangig für den Zeitraum von 1951 bis 2018 betrachtet, um die klimatische Entwicklung der Vergangenheit zu untersuchen. Die Indikatoren sind in Tabelle 1 aufgelistet. Für den beobachteten Zeitraum werden **Trendanalysen** durchgeführt und diese hinsichtlich ihrer Signifikanz bewertet. Als Referenzzeitraum wird der Zeitraum zwischen 1971 und 2000 bezeichnet. Für diesen Zeitraum wird der **Mittelwert** der Größe des entsprechenden Indikators berechnet. Bei der Betrachtung der zukünftigen Klimaentwicklungen wird zwischen Änderungen der nahen (2031 - 2060) und der fernen Zukunft (2071 - 2100) unterschieden. Die klimatischen Änderungen werden immer in Relation zu den Mittelwerten der einzelnen Indikatoren während des Referenzzeitraums gestellt.

***Tabelle 1: Übersicht über Klima*indikatoren, welche in der weiteren Analyse betrachtet werden. Angabe von „über“ entspricht „größer gleich“ und „unter“ entspricht „kleiner als“.**

Klimaindikator	Beschreibung
Jahresmitteltemperatur	Jahresmittel der Tagesmitteltemperatur
Saisonale Temperaturen	Frühling: Mrz - Mai; Sommer: Jun - Aug; Herbst: Sep - Nov; Winter: Dez - Feb
Hitzetage	Tage mit Höchsttemperatur über 30 °C
Sonnenstunden	Jährliche Summe der Sonnenstunden
Frosttage	Tage mit Tiefsttemperaturen unter 0 °C
Eistage	Tage mit Höchsttemperaturen unter 0 °C
Jahresniederschlag	Jährliche Summe des Niederschlags
Saisonale Niederschläge	Saisonale Summen des Niederschlags
Starkregen 10 mm/Tag	Tage mit über 10 mm Niederschlag
Starkregen 30 mm/Tag	Tage mit über 30 mm Niederschlag
Trockenheitsindex	Trockenheitsindex – nach „de Martonne“
Schneetage	Tage mit Schneebedeckung

Es werden für beide Szenarien RCP8.5 und RCP4.5 ein Ensemble von regionalen Klimamodellen ausgewertet, um die klimatische Entwicklung der Zukunft projizieren zu können. Die zukünftige Klimaentwicklung wird jeweils für die beiden Zeiträume naher (2031 - 2060) und ferner Zukunft (2071 - 2100) des Landkreises Bamberg betrachtet. Aufgrund der Spannbreite der Verteilung bei den Modellergebnissen, wird zur weiteren Betrachtung ein unterer Rand (15. Perzentil) sowie ein oberer Rand der Verteilung (85. Perzentil) verwendet. Dadurch kann die Spannbreite der Klimaänderungen abgeschätzt werden, ohne dass die Analyse von Ausschlägen einzelner Modelle beeinflusst wird.

Temperaturbezogene Indikatoren

Mitteltemperaturen

Die Abbildung 4 zeigt den Verlauf der **Jahresmitteltemperatur** im Landkreis Bamberg in dem Zeitraum von 1951 bis 2019. Trotz der natürlichen Schwankungen der Jahresmitteltemperatur lässt sich ein statistisch signifikanter[3] Trend in der Zunahme der Temperatur erkennen. Dieser Trend weist eine Zunahme von durchschnittlich 0,027 °C pro Jahr während des beobachteten Zeitraumes auf. Die Mitteltemperatur lag während des Referenzzeitraumes im Landkreis (1971 - 2000) bei 8,3 °C (Stadt Bamberg 8,7 °C). Gegenüber der landesweiten Jahresmitteltemperatur in selben Referenzzeitraum von 7,8 °C herrschen im Landkreis Bamberg durchschnittlich etwas wärmere Temperaturen (LfU Bayern, 2012). Das Jahr 2018 verzeichnete die höchste im Landkreis gemessene Jahresmitteltemperatur.

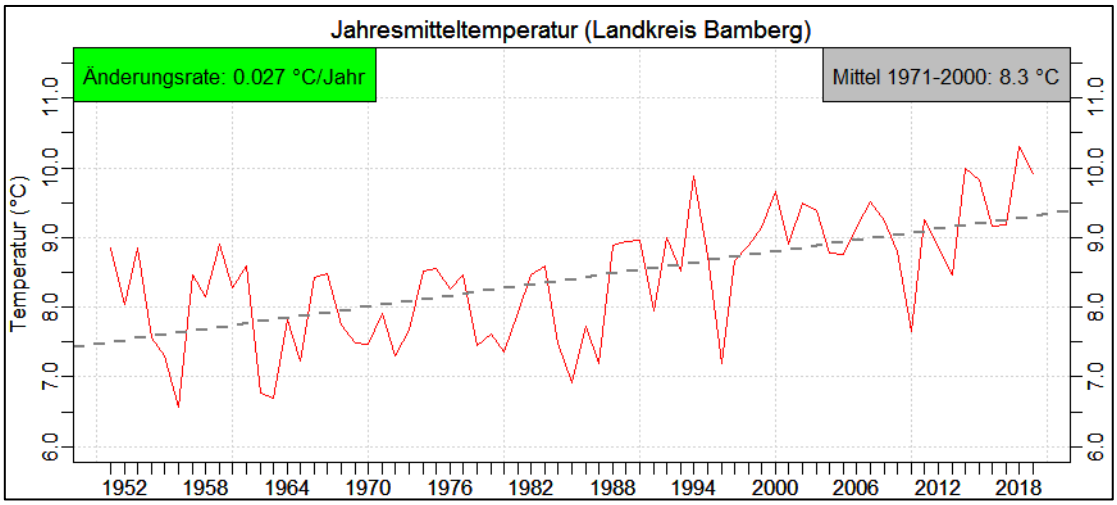


Abbildung 4: Jahresmittel der Temperatur für die Stadt Bamberg unter Verwendung von DWD-Daten für den Zeitraum 1951 bis 2017. links oben: Grün = signifikanter Trend.

In den westlichen und östlichen Randteilen des Landkreises Bamberg, worunter beispielsweise die Gemeinden Wattendorf, Stadelhofen und Ebrach zählen, fallen die durchschnittlichen Mitteltemperaturen etwas niedriger aus als in den zentralen Teilen des Landkreises sowie der zentral gelegenen Stadt Bamberg. Im Allgemeinen sind die durchschnittlichen Jahresmitteltemperaturen im Zeitraum 1986 bis 2015 bereits durch den voranschreitenden Klimawandel etwas höher als die des Referenzzeitraumes (1971-2000) *(*Abbildung 5*)*.

Der Klimabericht Bayern 2012 verdeutlicht zusätzlich, dass die Jahresmitteltemperaturen in Bayern unter Beachtung des gleitenden zehnjährigen Mittelwerttrends einen höheren Anstieg der Temperaturen seit etwa 1980 verzeichnen. Wird lediglich der lineare Trend der Temperaturzunahme beachtet, wird dies nicht deutlich (LfU Bayern, 2012).

[3] Die Aussage, dass es sich bei einem Trend um einen signifikanten Trend handelt, basiert auf dem Mann-Kendall-Test und einem Signifikanzniveau von 0,05. In den Abbildungen ist dies als grün hinterlegte Änderungsrate verdeutlicht.

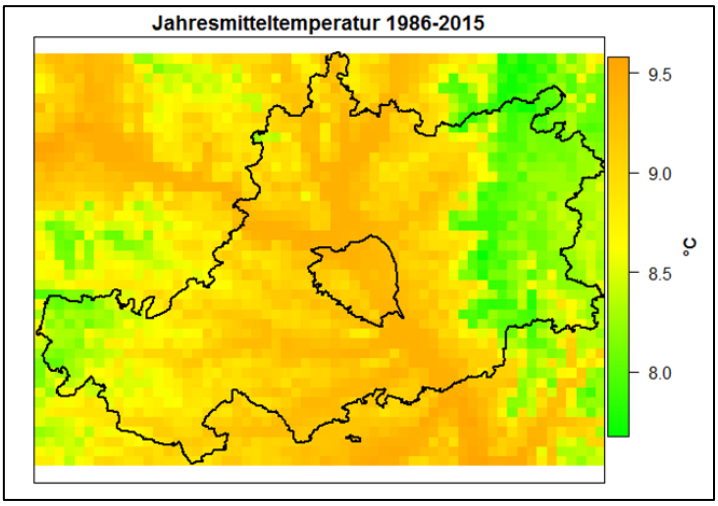


Abbildung 5: Räumliche Verteilung der durchschnittlichen Jahresmitteltemperatur im Landkreis Bamberg, sowie der angrenzenden Kreise unter Verwendung von DWD-Daten für den Zeitraum 1986 bis 2015.

Zur Darstellung der Temperaturentwicklung im Landkreis Bamberg dienen ebenfalls sogenannte **Warming Stripes,** auch **„Barcode des Klimawandels“** genannt. Die Idee für eine solche Art der Darstellung lieferte der britische Klimawissenschaftler Ed Hawkins. In Abbildung 6 ist die Entwicklung der Lufttemperatur unter Verwendung der Warming Stripes für den Zeitraum 1881 bis 2018 dargestellt. Die einzelnen Farbstreifen stehen für die Mitteltemperatur des jeweiligen Jahres. Dabei werden kühlere Jahre bläulich, durchschnittliche Jahre grün bis gelb und wärmere Jahre orange bis violett dargestellt. Die Änderung der wärmeren Farbdominanz ab dem 21. Jahrhundert ist als markante Änderung zu erkennen. Gelb- und Rottöne haben in der jüngsten Vergangenheit deutlich zugenommen.

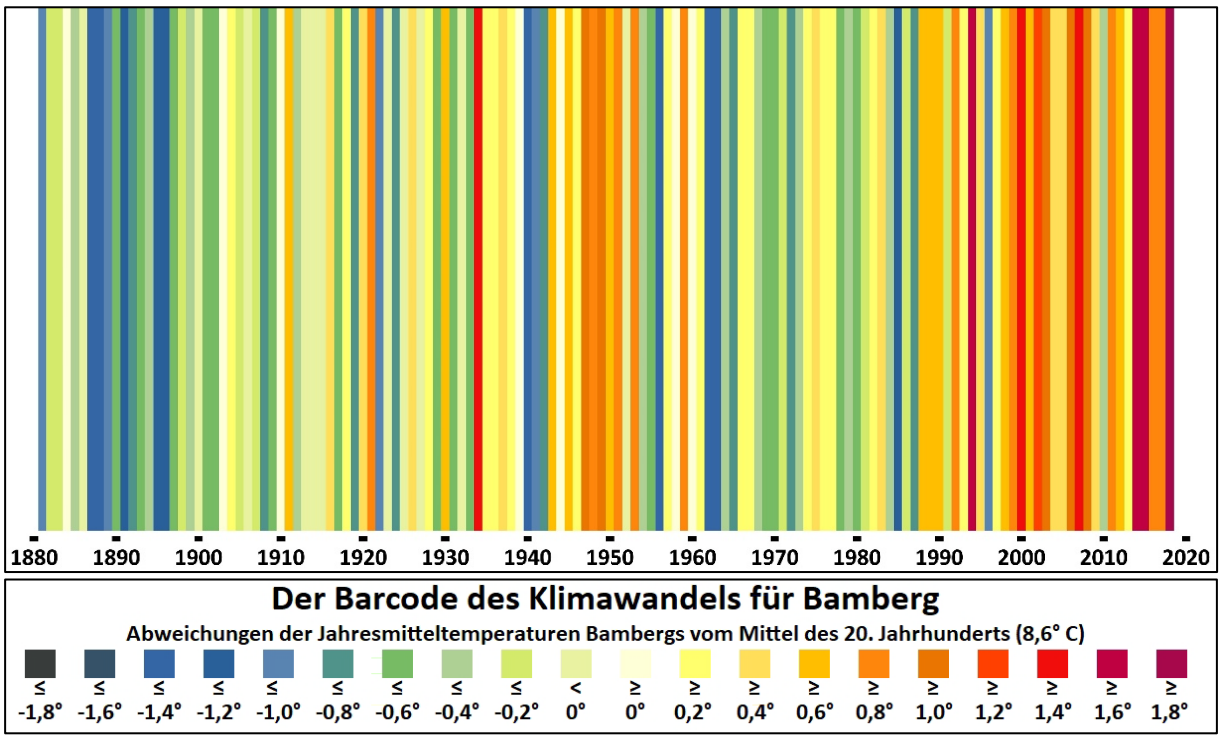


Abbildung 6: Der Klimawandel-Barcode für den Landkreis Bamberg (Darstellung von GreenAdapt auf der Basis von DWD-Daten).

Tabelle 2: Auflistung der absoluten Temperaturänderungen für die nahe (2031-2060) und ferne Zukunft (2071-2100) für die Emissionspfade RCP4.5 und RCP8.5

Zeitraum	Jahresmitteltemperatur RCP4.5	Jahresmitteltemperatur RCP8.5
2031-2060	+1,0 °C bis +1,5 °C	+1,5 °C bis +2,2 °C
2071-2100	+1,6 °C bis +2,2 °C	+3,3 °C bis +4,1 °C

Es wird projiziert, dass der in der Vergangenheit aufgezeichnete Trend, hinsichtlich der Zunahme der Mitteltemperatur, sich sowohl in der nahen als auch in der fernen Zukunft fortsetzt (Tabelle 2).

Die beiden Szenarien RCP4.5 und RCP8.5 weisen Unterschiede bezüglich der **Entwicklung der Mitteltemperaturen** in der nahen Zukunft (2031 - 2060) gegenüber dem Referenzzeitraum (1971 - 2000) auf. Das RCP8.5 weist aufgrund der Annahme, dass die Emissionswerte gleichbleiben, einen höheren Temperaturanstieg als das RCP4.5 Szenario auf. Im Zeitraum der fernen Zukunft (2071 - 2100) fällt der Anstieg der Mitteltemperatur im Szenario RCP8.5 noch deutlich höher als im RCP4.5 aus. Wenn die Klimaschutzbemühungen nicht intensiviert werden, wird ein mittlerer Temperaturanstieg in dem Zeitraum von 2071 bis 2100 von +3,3 °C bis hin zu +4 °C gegenüber der Mitteltemperatur des Referenzzeitraumes projiziert. Wird davon ausgegangen, dass sich Klimaschutzbemühungen intensivieren (RCP4.5), würden die Jahresmitteltemperaturen, welche im Zeitraum von 1971 - 2000 bei 8,7 °C lagen, gegen Ende des Jahrhunderts auf etwa 10,6 °C ansteigen (s. u. Klimaanalogon).

Dieser signifikante Trend der Temperaturzunahme lässt sich auch bezüglich der einzelnen **Jahreszeiten**, insbesondere im Sommer in der Stadt sowie im Landkreis Bamberg, feststellen. Das Temperaturmittel der Sommermonate betrug für den Referenzzeitraum 16,7 °C im Landkreis Bamberg. Der statistisch signifikante Trend für den Beobachtungszeitraum von 1951 bis 2019 weist eine Temperaturzunahme für die Sommerzeit von 0,031 °C pro Jahr auf (Abbildung 7).

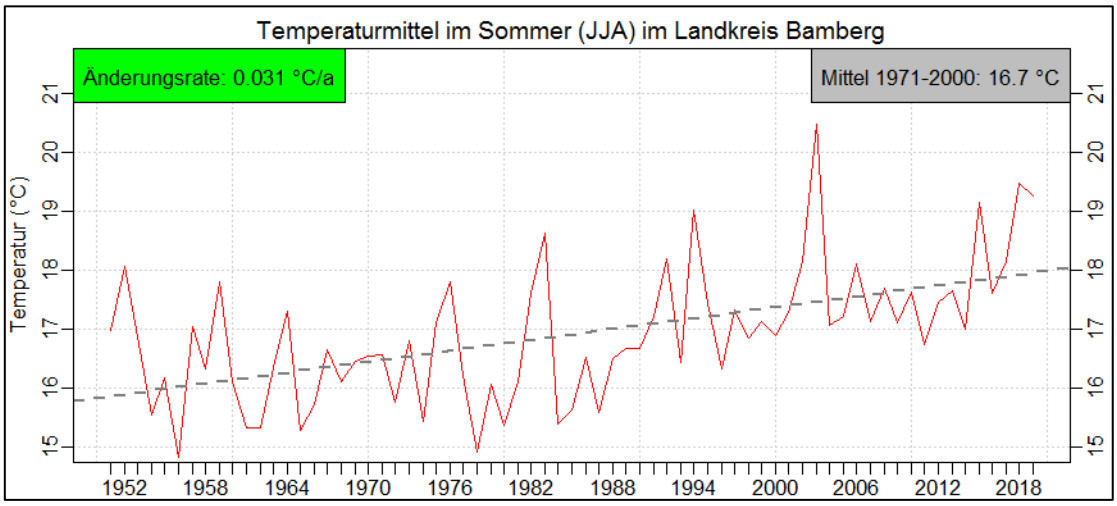


Abbildung 7: Sommermittel der Temperatur für den Landkreis Bamberg unter Verwendung von DWD-Daten für den Zeitraum 1951 bis 2019. links oben: grün = signifikanter Trend.

Abbildung 7 zeigt die Änderung der Sommermitteltemperatur im Landkreis Bamberg für die nahe und ferne Zukunft. Die Veranschaulichung liegt den Daten der Annahme des RCP8.5-Pfads, also dem „*weiter-wie-bisher*"-Szenario, bei welchem weitere Klimaschutzbemühungen ausbleiben, zugrunde. Abbildung 8 zeigt eine deutliche Verschiebung der zukünftigen Sommermitteltemperaturen gegenüber denen des Referenzzeitraumes. So könnten die Sommer bis zum Ende des Jahrhunderts durch-

schnittlich knapp +4 °C wärmer sein als die des Zeitraumes 1971 bis 2000. Die Durchschnittstemperaturen der jüngsten Hitzesommer 2015 und 2018 liegen weit über den durchschnittlichen Sommertemperaturen der Referenzperiode und übertreffen ebenso die projizierten Sommermitteltemperaturen für die nahe Zukunft. Die Temperaturen des Hitzesommers 2003 spiegeln sogar die Durchschnittstemperaturen für Sommer in der fernen Zukunft (2071 - 2100) wider.

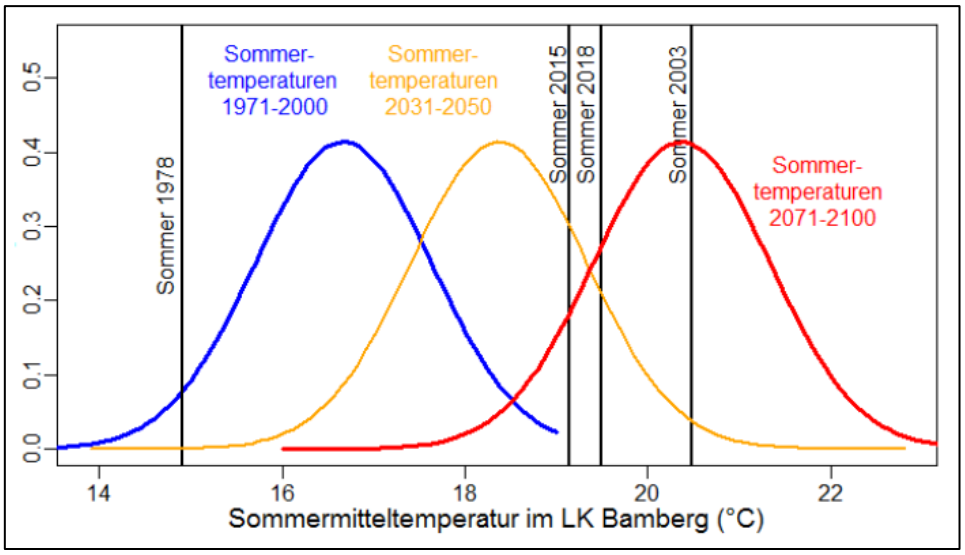


Abbildung 8: Sommermitteltemperaturen im Landkreis Bamberg für den Referenzzeitraum (1971-2000), die nahe (2031-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100).

Für alle vier Jahreszeiten wird ein Temperaturanstieg im Landkreis Bamberg in beiden Szenarien sowohl für die nahe als auch die ferne Zukunft projiziert. Die Klimaprojektion weist keine ausgeprägten Unterschiede bezüglich des Temperaturanstiegs in den Emissionsszenarien RCP4.5 und RCP8.5 für die nahe Zukunft auf. Im Zeitraum 2071 bis 2100 wird der Temperaturanstieg im RCP8.5 hingegen höher projiziert als im RCP4.5-Szenario. Der Anstieg der Mitteltemperaturen unterscheidet sich zwischen den Jahreszeiten nicht systematisch. Der Temperaturanstieg in den Frühlingsmonaten wird jedoch für beide Zeiträume und beide Pfade etwas geringer projiziert als der Anstieg in den anderen Jahreszeiten (Tabelle 3).

Tabelle 3: Auflistung der absoluten Temperaturänderung in der nahen (2031-2060) und fernen Zukunft (2071-2100) für die Emissionspfade RCP4.5 und RCP8.5 für die Jahreszeiten.

Zeitraum	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
RCP4.5: 2031-2060	+0,7 °C bis +1,3 °C	+1,3 °C bis +1,7 °C	+1,1 °C bis +1,5 °C	+0,8 °C bis +1,6 °C
RCP4.5: 2071-2100	+1,1 °C bis +2,1 °C	+1,7 °C bis +2,2 °C	+1,8 °C bis +2,4 °C	+1,8 °C bis +2,3 °C
RCP8.5: 2031-2060	+1,0 °C bis +1,7 °C	+1,6 °C bis +1,8 °C	+1,6 °C bis +2,0 °C	+1,2 °C bis +2,7 °C
RCP8.5: 2071-2100	+2,3 °C bis +3,3 °C	+3,4 °C bis +4,0 °C	+3,6 °C bis +4,1 °C	+3,4 °C bis +4,0 °C

Hitzetage

Zur besseren Einschätzung der thermischen Belastung, eignet sich als Indikator das Auftreten von **Hitzetagen** (oder auch **heiße Tage**). Diese bezeichnen Tage, bei welchen die Höchsttemperatur mindestens 30 °C beträgt. Anhand der Abbildung 9 lässt sich erkennen, welche Sommer der vergangenen Jahre im Landkreis Bamberg besonders heiß und von starker Hitzebelastung betroffen waren. Der Sommer 2003 war in der Periode 1951 bis 2019 der heißeste Sommer mit etwa 28 Hitzetagen. Eben-

so stechen die Jahre 1994 (23 Hitzetage), 2015 (28 Hitzetage) und 2018 (26 Hitzetage) hervor. Im Referenzzeitraum (1971 - 2000) beträgt die durchschnittliche jährliche Anzahl von Hitzetagen 6,8 Tage pro Jahr. In der Abbildung 9 ist zu erkennen, dass es starke Schwankungen bezüglich der Anzahl der Hitzetage pro Jahr gibt. Trotzdem lässt sich eine deutliche und signifikante Zunahme von Hitzetagen im Zeitraum von 1951 bis 2019 von 0,157 Tagen pro Jahr erkennen.

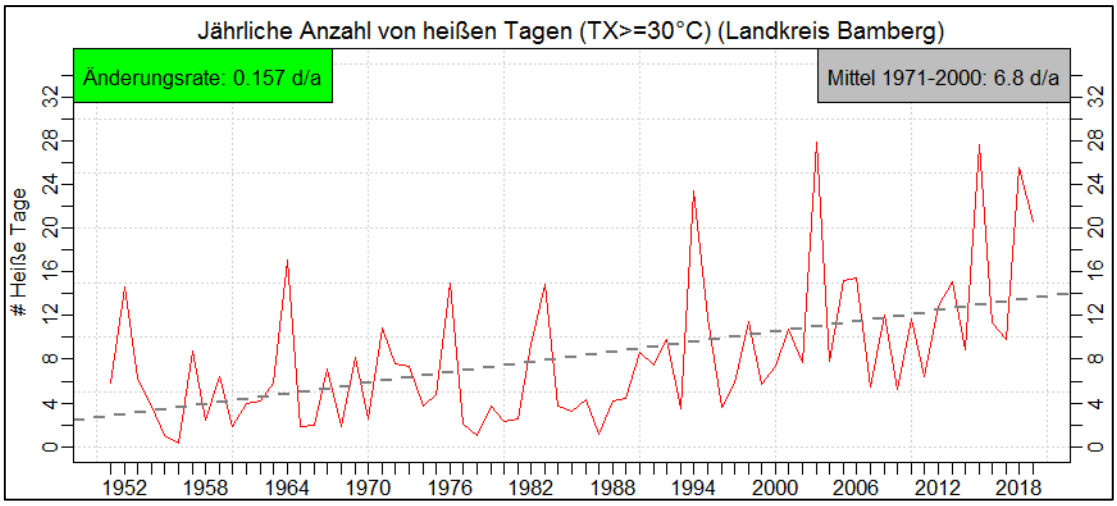


Abbildung 9: Jährliche Anzahl der Tage mit Höchsttemperatur über 30° C für den Landkreis Bamberg unter Verwendung von DWD-Daten für den Zeitraum 1951 bis 2018 (d/a = Tage pro Jahr). links Oben: Grün = signifikanter Trend.

Die durchschnittliche Anzahl von Hitzetagen unterscheidet sich innerhalb der Regionen des Landkreises Bamberg (Abbildung 10). So liegt die durchschnittliche Anzahl von Hitzetagen in den östlichen Städten und Gemeinden wie beispielsweise Stadelhofen, Königsfeld und Heiligenstadt und im westlichen Markt Ebrach weitaus niedriger als in den zentralen Teilen des Landkreises um die Stadt Bamberg. In der Abbildung 10 ist außerdem zu erkennen, dass die durchschnittliche Anzahl heißer Tage in dem betrachteten späteren Zeitraum von 1986 bis 2015 allgemein höher ist.

In Tabelle 4 werden die Änderungsraten für das Auftreten von Hitzeereignissen gezeigt. Es werden lediglich Änderungen zwischen Vergangenheit und Zukunft betrachtet, um Unsicherheiten hinsichtlich der systematischen Abweichungen der Projektionen von den Beobachtungsdaten zu begegnen. Die Zunahme der Häufigkeit von Hitzeereignissen, welche für die Vergangenheit gezeigt werden konnte, wird sich auch in der Zukunft im Landkreis Bamberg fortsetzen. Selbst unter Betrachtung des moderaten Pfads (RCP4.5) ist es wahrscheinlich, dass Hitzeereignisse in der Periode von 2071 bis 2100 um mehr als das Eineinhalbfache zunehmen. Bei dem Szenario „*weiter-wie-bisher*“, bzw. wenn die Klimaschutzbemühungen nicht intensiviert werden, ist es wahrscheinlich, dass Hitzeereignisse in diesem Zeitraum sogar um das Vierfache zunehmen werden. Dies würde eine durchschnittliche jährliche Anzahl von rund **34 Hitzetagen** bedeuten. Mindestens eine Verdopplung der Häufigkeit von Hitzeereignissen im Zeitraum von 2031 bis 2060 gegenüber dem Referenzzeitraum ist in beiden Emissionsszenarien sehr wahrscheinlich.

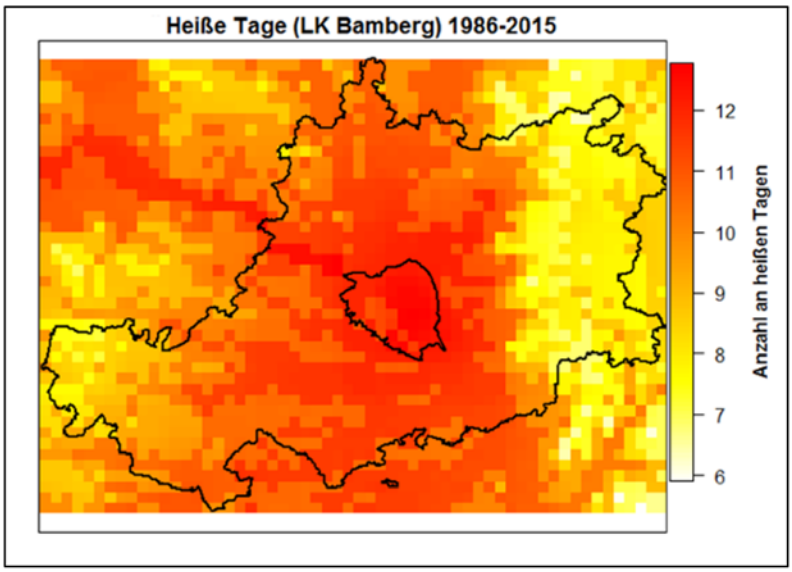


Abbildung 10: Räumliche Verteilung der durchschnittlichen Anzahl von heißen Tagen im Landkreis Bamberg, sowie in den angrenzenden Kreisen unter Verwendung von DWD-Daten für den Zeitraum 1986 bis 2015.

Basierend auf den Ergebnissen des BayKLiZ-Projekts (Klimazukunft Bayern 2050) projiziert das bayrische Landesamt für Umwelt, auf Basis von 25 ausgewerteten regionalen Klimaprojektionen, ebenfalls eine deutliche Zunahme von Hitzetagen im Bundesland Bayern. Der Median der mittleren Anzahl heißer Tage für Bayern im Zeitraum 2021 bis 2050 beträgt +2 heiße Tage gegenüber der Anzahl von 5 Hitzetagen des Referenzzeitraumes. Für den Zeitraum der fernen Zukunft werden 13 zusätzliche Hitzetage (Median) im jährlichen Mittel projiziert (StMUV, 2016).

Tabelle 4: Änderungsraten für Hitzeereignisse. Berechnungen basieren auf dem 98,7.Perzentil, welches in etwa 30 °C Tageshöchsttemperatur (TX) entspricht.

Zeitraum	RCP4.5 2031-2060	RCP8.5 2031-2060	RCP4.5 2071-2100	RCP8.5 2071-2100
Hitzeereignis (98.7 P) ~30 °C T_x	+77 % bis +132 %	+98 % bis +144 %	+119 % bis +167 %	+300 % bis +405 %

Frost-, Eis- und Schneetage

Frost-, Eis- und Schneetage gelten als geeignete Indikatoren für die Entwicklung von Kälteereignissen. **Frosttage** definieren sich durch einen Tagestiefstwert der Lufttemperatur von unter 0 °C. **Eistage** als solche, an denen die Lufttemperatur mit ihrem Tageshöchstwert unter 0 °C liegt. Als **Schneetage** werden Tage mit Schneebedeckung bezeichnet. Im untersuchten Zeitraum (1951 - 2019) ist sowohl bei dem Auftreten von Eistagen als auch von Frost- und Schneetage eine signifikante Abnahme im Landkreis zu erkennen. Die mittlere Anzahl von Frosttagen beträgt im Referenzzeitraum 101,2 Tage pro Jahr. Trotz starken Schwankungen hinsichtlich des Auftretens von Frosttagen ist in der Periode von 1951 bis 2018 eine signifikante Abnahmerate von -0,265 Tagen pro Jahr zu erkennen (Abbildung 11). Dies bedeutet, dass innerhalb von vier Jahren durchschnittlich ein **Frosttag pro Jahr** weniger auftritt. Bei dem Auftreten von Schneetagen beträgt die Abnahmerate sogar -0,371 Tage pro Jahr. Die durchschnittliche Anzahl von Schneetagen beträgt im Referenzzeitraum 42,6 Tage pro Jahr. Eistage nehmen im Untersuchungszeitraum durchschnittlich -0,189 Tage pro Jahr ab.

Das Jahr 2010 sticht besonders in Bezug auf die Schneetage mit über 90 Tagen mit Schneebedeckung hervor. Auch die Anzahl von Eis- und Frosttagen ist im Jahr 2010 deutlich höher als in den anderen Jahren der jüngeren Vergangenheit.

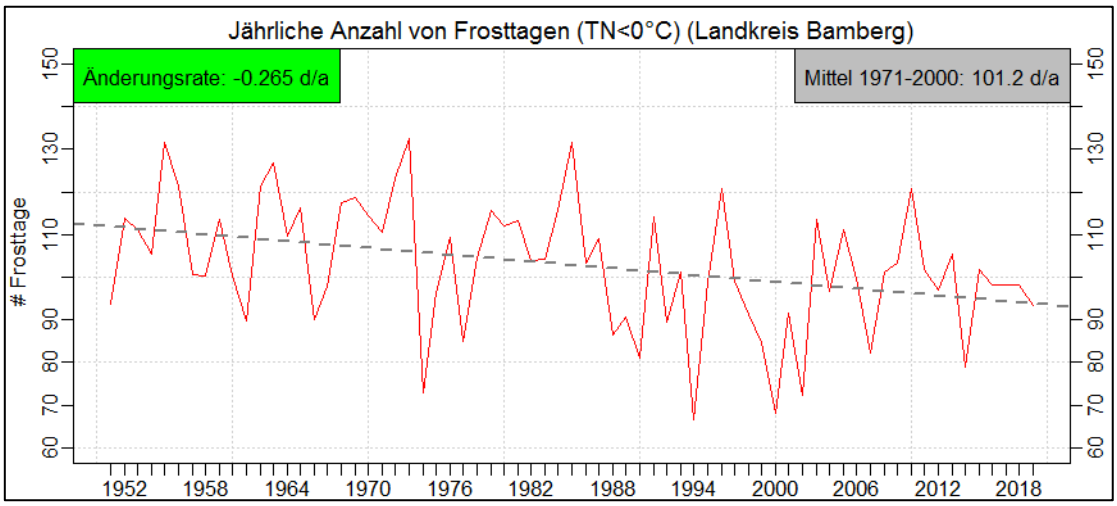


Abbildung 11: Jährliche Anzahl von Tagen mit Tiefsttemperatur unter 0 °C für den Landkreis Bamberg unter Verwendung von DWD-Daten für den Zeitraum 1951 bis 2019 (d/a = Tage pro Jahr). links oben: Grün = signifikanter Trend.

Auch künftig wird sich der Trend des Rückgangs von Kälteereignissen im Landkreis Bamberg fortsetzen. In Tabelle 5 wird die Änderung des Auftretens von Kälteereignissen für beide Konzentrationspfade sowie für die nahe und ferne Zukunft gegenüber dem Referenzzeitraum (1971-2000) projiziert. Die Kälteereignisse werden mit dem 6,5-Perzentil der Höchsttemperatur berechnet und entsprechen damit den Eistagen. Angenommen die Klimaschutzbemühungen intensivieren sich zukünftig, wird trotzdem eine Abnahme der Kälteereignisse von -22 % bis -50 % im Zeitraum 2031 bis 2060 projiziert. Gegen Ende des Jahrhunderts ist es sehr wahrscheinlich, dass sich die Anzahl von Kälteereignisse um mindestens die Hälfte gegenüber des Referenzzeitraumes verringert. Wenn sich die Klimaschutzbemühungen nicht intensivieren wird im Zeitraum von 2071 bis 2100 sogar eine Abnahme von -80 % bis -89 % projiziert, demnach würden solche Kälteereignisse fast gänzlich verschwinden.

Tabelle 5: Änderungsraten für Kälteereignisse. Berechnungen basieren auf dem 6,5.Perzentil, welches in etwa 0 °C Tageshöchsttemperatur (T_X) entspricht.

Zeitraum	RCP4.5 2031-2060	RCP8.5 2031-2060	RCP4.5 2071-2100	RCP8.5 2071-2100
Kälteereignis (6,5 P) ~0 °C T_X	-22 % bis -50 %	-37 % bis -67 %	-46 % bis -59 %	-80 % bis -89 %

Für das Bundesland Bayern projiziert das Landesamt für Umwelt ebenfalls eine deutliche Abnahme der mittleren jährlichen Anzahl an Eis- und Frosttagen für den Zeitraum 2021 bis 2050 gegenüber der Referenzperiode (LfU Bayern, 2012) und bestätigt damit die Ergebnisse unserer Studie.

Niederschlagsbezogene Indikatoren

Mittelsumme des Niederschlags

Die Entwicklung des **Jahresniederschlags** im Landkreis Bamberg für den Zeitraum 1951 bis 2019 wird in Abbildung 12 abgebildet. Die Summe des Jahresniederschlags nimmt in dieser Periode etwa um einen halben Millimeter pro Jahr zu – jedoch nicht signifikant. Das Mittel des Jahresniederschlags im Referenzzeitraum beträgt 744 mm pro Jahr. Auffällig wenig Niederschlag seit der Jahrtausendwende ist beispielsweise im Hitzejahr 2003 gefallen. Auch in den wärmeren Jahren 2015 und 2018 sind geringe Niederschläge zu verzeichnen. Ebenso wie im Landkreis nimmt die Menge des Jahresniederschlags in der Stadt Bamberg geringfügig zu. Die mittlere jährliche Niederschlagssumme der Stadt und des Landkreises Bamberg liegt unter dem landesweiten Durchschnitt Bayerns. Dieser beträgt für denselben Zeitraum 933 mm Niederschlag pro Jahr (StMUV, 2016).

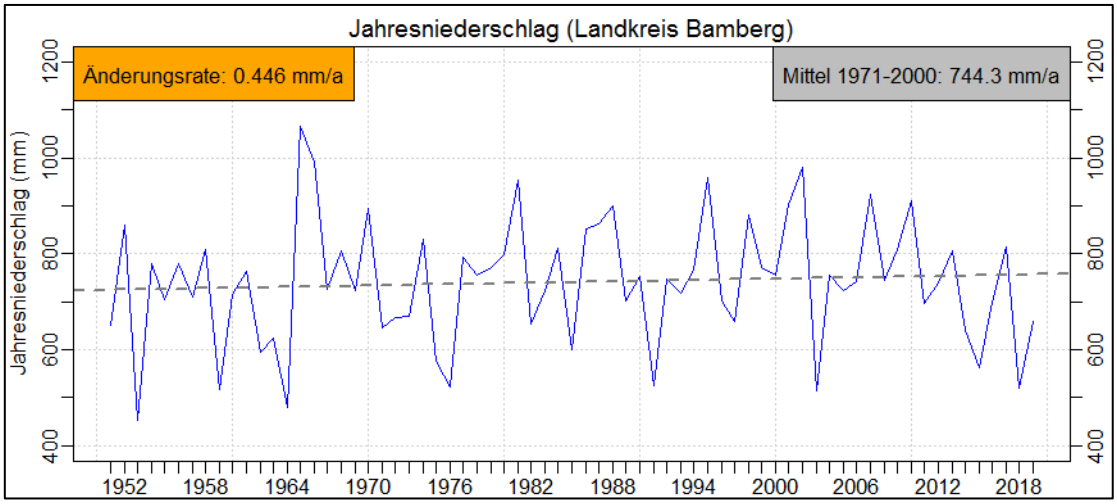


Abbildung 12: Jahressumme des Niederschlags für die Stadt Bamberg unter Verwendung von DWD-Daten für den Zeitraum 1951 bis 2019 (mm/a = mm pro Jahr). links oben: orange = nicht signifikanter Trend.

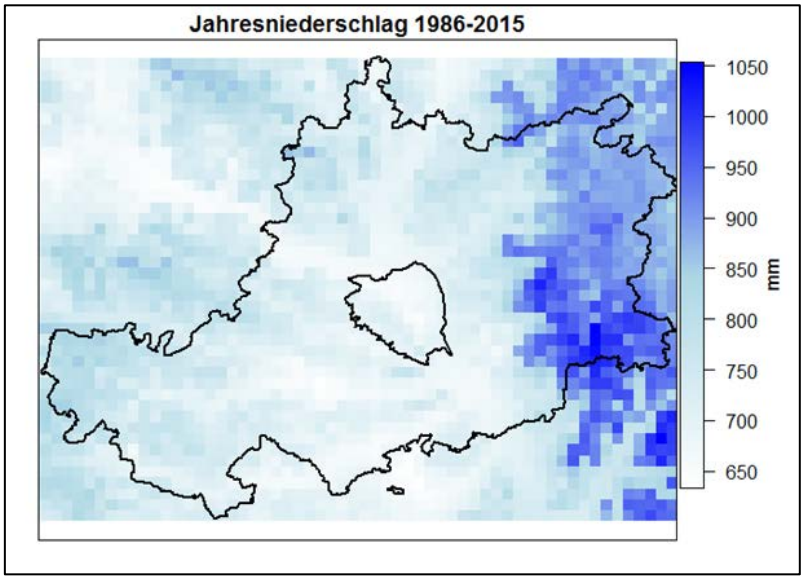


Abbildung 13: Räumliche Verteilung der Jahresniederschläge im Landkreis Bamberg, sowie in den angrenzenden Kreisen unter Verwendung von DWD-Daten für den Zeitraum 1986 - 2015.

Des Weiteren zeichnen sich räumliche Unterschiede im Landkreis hinsichtlich der Niederschlagsmenge ab. Dies wird in Abbildung 13 deutlich. Östliche Teile wie Heiligenstadt und Königsfeld verzeichnen deutlich höhere durchschnittliche Niederschlagssummen als der Rest des Landkreises in der Periode 1986 bis 2015.

Zukünftige Prognosen bezüglich des Jahresniederschlags im Landkreis Bamberg weisen leichte Unterschiede zwischen den beiden Konzentrationsszenarien RCP4.5 und RCP8.5 auf. Während die Projektionsdaten, welche vom Klimaschutzpfad (RCP4.5) ausgehen, in der nahen Zukunft eine Abnahme von -1 % bis hin zu einer Zunahme von +4 % projizieren, wird unter Berücksichtigung des *„weiter-wie-bisher-Szenarios“* (RCP8.5) eine Zunahme von +2 % bis + 10 % gegenüber des Jahresdurchschnittsniederschlags im Referenzzeitraum projiziert. In der Periode von 2071 bis 2100 ist eine leichte Zunahme des Jahresniederschlags wahrscheinlich. Diese kann je nach angenommenem Emissionsszenario zwischen +3 % und +11 % schwanken (Tabelle 6).

Tabelle 6: Auflistung der relativen Niederschlagsänderungen für die nahe (2031-2060) und ferne Zukunft (2071-2100) für die Emissionspfade RCP4.5 und RCP8.5.

Zeitraum	Jahresniederschlag RCP4.5	Jahresniederschlag RCP8.5
2031-2060	-1 % bis +4 %	+2 % bis +10 %
2071-2100	+3 % bis +5 %	+1 % bis +11 %

Werden die einzelnen **Jahreszeiten** bezüglich des Jahresniederschlags im Landkreis Bamberg betrachtet, weisen die Sommermonate hingegen eine leichte Abnahme der Jahresniederschlagsmenge im Zeitraum von 1951 bis 2019 auf. Diese Änderungsrate beträgt -0,418 mm pro Jahr und ist statistisch nicht signifikant. Im Referenzzeitraum beträgt die durchschnittliche Niederschlagsmenge im Sommer 221,4 mm pro Jahr. In der Abbildung 14 wird außerdem deutlich, dass besonders der Sommer 2018 von starker Trockenheit betroffen war (infranken.de, 2018c). Es fiel weniger als die Hälfte der üblichen mittleren Niederschlagsmenge der letzten 70 Jahre. Lediglich die Sommer 1911 und 1949 weisen in der Periode 1888 bis 2018 niedrigere Niederschlagswerte als 2018 auf.

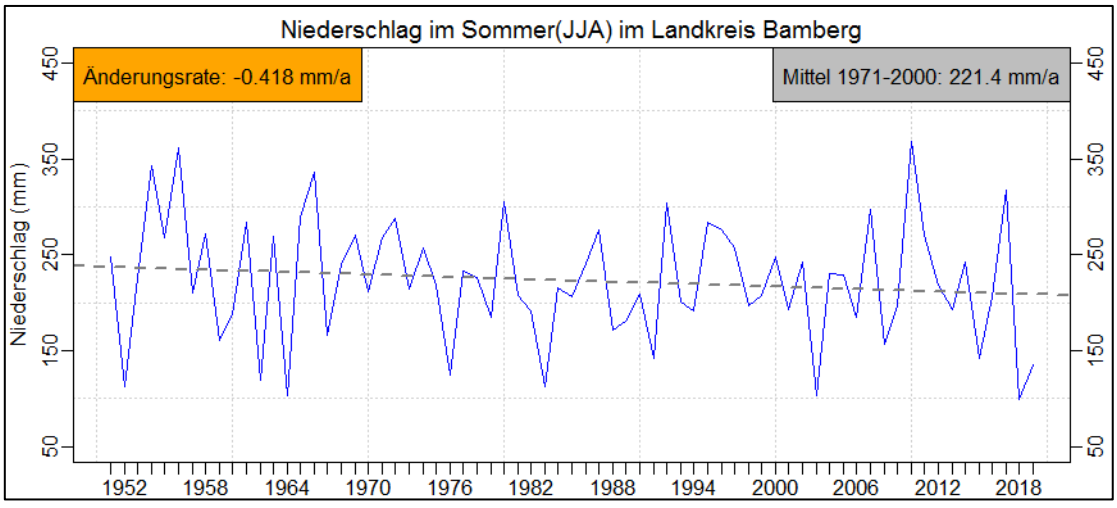


Abbildung 14: Sommersumme des Niederschlags für den Landkreis Bamberg unter Verwendung von DWD-Daten für den Zeitraum 1951 bis 2019. links oben: orange = nicht signifikanter Trend.

Im gesamten Bundesland Bayern wurde in der Periode 1931 bis 2010 eine generelle Umverteilung des Niederschlagsmaximums vom Sommerhalbjahr in das Winterhalbjahr beobachtet. Diese Trends zeigen eine höhere räumliche und zeitliche Variabilität als der Trend der Lufttemperaturänderung, jedoch lassen sich in allen Untersuchungsgebieten positive Trends hinsichtlich der Niederschlagsmenge im Winterhalbjahr erkennen. Statistisch signifikant sind die Trends in den Regionen Nord- und Mittelbayerns (StMUV, 2016). Im Bundesland Bayern ergab sich im Zeitraum 1931 bis 2010 eine mittlere Änderung des Gebietsniederschlags während des hydrologischen Winterhalbjahrs (November-April) von +22 % und eine Änderung des mittleren Niederschlags im Sommerhalbjahr (Mai-Oktober) von -1 % (LfU Bayern, 2012). Zukünftig weisen die Projektionen für beide Pfade sowie für die nahe und ferne Zukunft starke Schwankungen hinsichtlich der Niederschlagsänderungen in allen Jahreszeiten auf. Aus den Projektionen gehen keine markanten Änderungen des Niederschlags im Landkreis Bamberg hervor. Eine Zunahme des Niederschlags ist jedoch in den Frühlings- und besonders in den Wintermonaten in beiden Zeiträumen wahrscheinlich. In den Sommer- und Herbstmonaten zeigen die Projektionen keine eindeutige Niederschlagsänderung. Im Sommer ist es jedoch wahrscheinlicher, dass sich der in der Vergangenheit aufgezeigte Trend einer leichten Niederschlagsabnahme fortsetzen wird.

Tabelle 7: Auflistung der relativen Niederschlagsänderungen in die nahen (2031 - 2060) und fernen Zukunft (2071-2100) für die Emissionspfade RCP4.5 und RCP8.5 für die Jahreszeiten.

Zeitraum	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
RCP4.5: 2031-2060	+2 % bis +11 %	-8 % bis -2 %	-5 % bis +4 %	+3 % bis +10 %
RCP4.5: 2071-2100	+9 % bis +17 %	-9 % bis 0 %	-1 % bis +3 %	+3 % bis +15 %
RCP8.5: 2031-2060	+4 % bis +18 %	-9 % bis +5 %	-3 % bis +10 %	-1 % bis +22 %
RCP8.5: 2071-2100	+12 % bis +31 %	-16 % bis -6 %	-6 % bis +12 %	+12 % bis +26 %

Intensität des Niederschlags

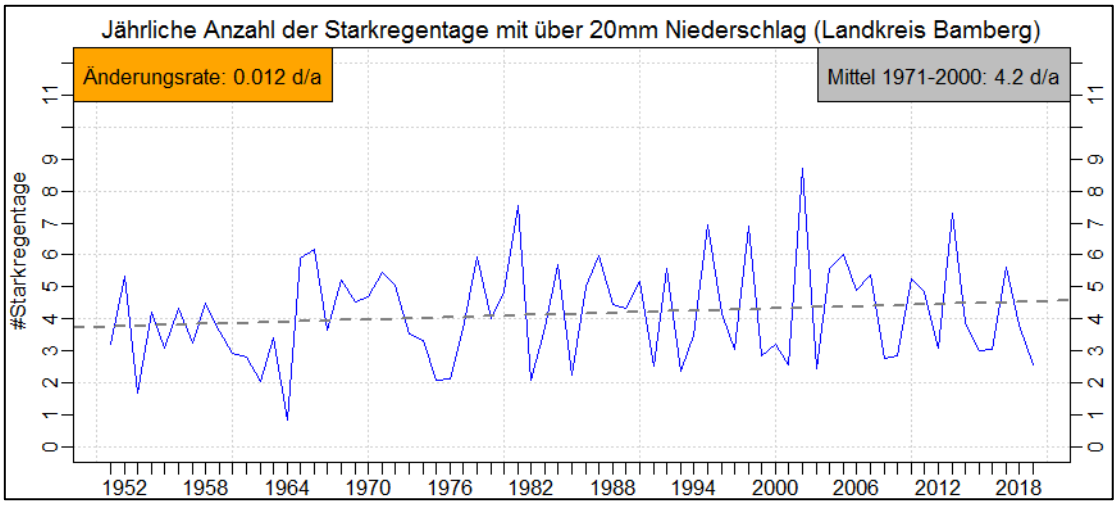


Abbildung 15: Anzahl der Niederschlagstage pro Jahr mit über 20 mm im Landkreis Bamberg für den Zeitraum 1951 bis 2019 (d/a = Tage pro Jahr). links oben: Orange = nicht signifikanter Trend.

Gegenüber einer leichten mittleren Jahresniederschlagsabnahme steht die Veränderung hinsichtlich des Auftretens von **Starkregenereignissen** mit über 10 oder 20 mm Niederschlag. Starkregenereignisse mit über 10 mm Niederschlag traten im Landkreis Bamberg während des Referenzzeitraumes durchschnittlich etwa 20-mal im Jahr auf. In der Stadt Bamberg waren es durchschnittlich 16,4 Tage

pro Jahr, die betroffen waren. Starkregentage mit über 20 mm Niederschlag traten im Landkreis durchschnittlich 4,2-mal im Jahr auf (Abbildung 15). Der Trend weist eine geringe, nicht signifikante Zunahme von Starkregenereignissen (über 20 mm) für den Landkreis Bamberg auf.

Im Landkreis Bamberg wird es laut den Projektionen für beide RCP-Szenarien, sowohl in der nahen als auch in der fernen Zukunft zu einem Anstieg von Starkregentagen mit mindestens 20 mm Niederschlag kommen (Tabelle 8). Die Projektionen der beiden Szenarien weisen hingegen deutliche Unterschiede untereinander auf. Zum Ende des 21. Jahrhunderts könnte es nach dem moderaten Szenario RCP4.5 zu einer Zunahme von Starkregentagen mit über 20 mm Niedeschlag von knapp +30 % gegenüber der Referenzzeit kommen. Geht man vom „*weiter-wie-bisher*“ Szenario aus, kann es im selben Zeitraum zu einer Zunahme von über +50 % (28 % bis 64 %) kommen.

Tabelle 8: Änderungsraten für die jährliche Anzahl der Niederschlagstage pro Jahr mit über 20 mm/d im Landkreis Bamberg für die nahe (2031 - 2060) und die ferne Zukunft (2071 - 2100) für die Emissionspfade RCP4.5 und RCP8.5.

Zeitraum	RCP4.5 2031-2060	RCP8.5 2031-2060	RCP4.5 2071-2100	RCP8.5 2071-2100
Starkregen (98,8 P) ~20 mm/d	+7 % bis +19 %	+2 % bis 45 %	+20 % bis +29 %	+28 % bis +64 %

Weitere Indikatoren

Trockenheitsindex

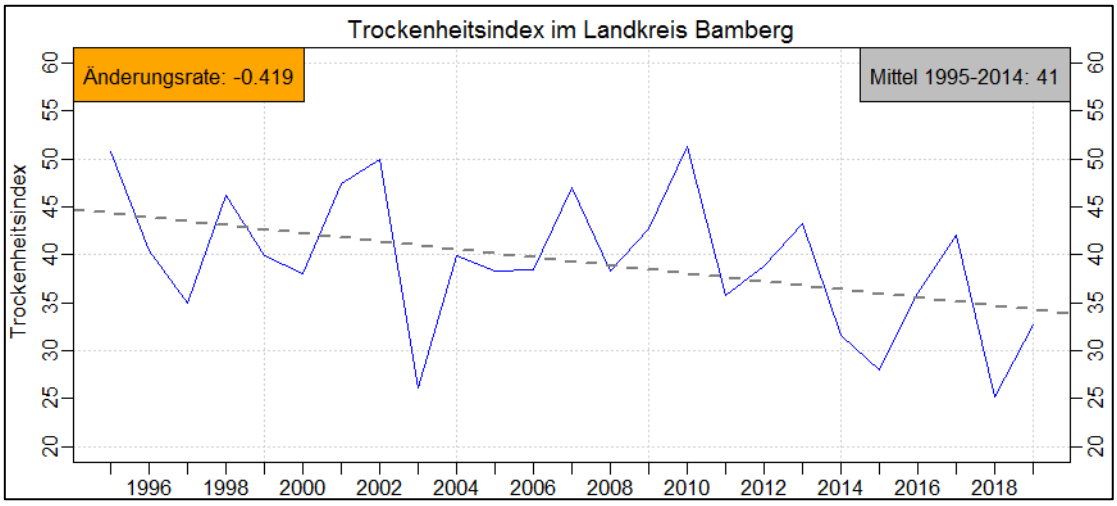


Abbildung 16: Darstellung des Trockenheitsindex „DE MARTONNE“ für den Landkreis Bamberg von 1996 bis 2019. Der Index wird aus dem Verhältnis von Niederschlag und Temperatur gebildet - niedrigere Werte stellen ein größeres Trockenheitsproblem dar. links oben: orange = nicht signifikanter Trend.

Im Zuge des Klimawandels ist es ebenfalls wichtig, die Entwicklung der Wasserverfügbarkeit zu betrachten. Die Wasserverfügbarkeit spielt beispielsweise für Land-, Forst- und Wasserwirtschaft eine wichtige Rolle. Um die Wasserverfügbarkeit zu bestimmen, ist das Verhältnis von Niederschlag und Verdunstung, welche bei höheren Temperaturen ansteigt, zu untersuchen. Dieses Verhältnis wird unter Betrachtung des **Trockenheitsindex** nach „DE MARTONNE“ abgeschätzt. Dieser wird mit N/(T+10) berechnet (N = Jahresniederschlag in mm; T = Jahresmitteltemperatur in °C).

Der Trockenheitsindex für den Landkreis Bamberg hat im Beobachtungszeitraum von 1996 bis 2019 abgenommen. Je kleiner der Index, desto trockener ist es in der Region. Für den Referenzzeitraum 1995 bis 2014 wurde ein Mittelwert von 41 berechnet. Dieser Wert ist in dem Beobachtungszeitraum um -0,419 pro Jahr gesunken. Dieser Trend der Abnahme ist statistisch nicht signifikant (Abbildung 16).

Die Belastung durch längere Trockenphasen wird in Zukunft zunehmen, da die Sommertemperaturen ansteigen und gleichzeitig die Niederschlagsmengen in den Sommermonaten abnehmen. Zusätzlich verdunstet das Niederschlagswasser bei höheren Temperaturen schneller. Dies hat insbesondere Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft.

Übersichtstabelle

Für die Änderungen der betrachteten Klimaindikatoren in der Stadt und dem Landkreis Bamberg dient die Tabelle 9 als Übersicht. Für die 14 wichtigsten Klimaindikatoren ist erkennbar, welche Klimaveränderungen bereits gemessen wurden und welche Veränderungen für die Zukunft zu erwarten sind.

Tabelle 9: Darstellung der qualitativen Änderungen der betrachteten Klimavariablen für die Vergangenheit, die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071 - 2100). Waagerechte Pfeile: Indifferente oder nicht signifikante Entwicklung. Schräge Pfeile: Zu- bzw. Abnahme (einfach – leicht, doppelt – stark und dreifach – sehr stark).

Klimaindikator	… in der Vergangenheit (Messung)	… in der nahen Zukunft (RCP4.5)	… in der nahen Zukunft (RCP8.5)	… in der fernen Zukunft (RCP4.5)	… in der fernen Zukunft (RCP8.5)
Jahresmitteltemperatur	↗	↗	↗	↗	↗↗
Temperatur - Frühling	↗	↗	↗	↗	↗↗
Temperatur - Sommer	↗	↗	↗	↗	↗↗
Temperatur - Herbst	↗	↗	↗	↗	↗↗
Temperatur - Winter	↗	↗	↗	↗	↗↗
Hitzetage	↗↗	↗↗	↗↗	↗↗	↗↗↗
Frost-/Eis-/Schneetage	↘↘	↘	↘	↘	↘↘
Jahresniederschlag	→	→	↗	→	↗
Niederschlag - Frühling	→	→	↗	↗	↗↗
Niederschlag - Sommer	→	→	→	→	↘
Niederschlag - Herbst	→	→	→	→	→
Niederschlag - Winter	→	↗	↗	↗	↗↗
Starkregen	→	↗	↗	↗	↗↗
Trockenphasen	↗	↗	↗	↗	↗↗

Klimaanaloge

Die beobachteten und projizierten Klimavariablen dokumentieren die gemessenen und für die Zukunft anzunehmenden Veränderungen, verbleiben jedoch relativ abstrakt. Und aus diesen Zahlenwerten und Zukunftsprojektionen wird nicht unmittelbar erkennbar, geschweige denn anschaulich, wie deren konkrete Auswirkungen auf Natur, Gesellschaft und Infrastruktur sind – nicht zuletzt, weil komplexe Zusammenhänge und sekundäre Randeffekte so nicht abbildbar sind. Die Idee, den Untersuchungsraum „Stadt und Landkreis Bamberg“ mit einem räumlich entfernten Gebiet zu vergleichen, welches bereits heute die klimatischen Bedingungen aufweist, die für Bamberg erst in relativ ferner Zukunft (2071 bis 2100) prognostiziert werden, kann die Vorstellung konkretisieren helfen und bis zu einem gewissen Grad auch veranschaulichen, was für Bamberg und Umgebung zu erwarten ist. Auch Anregungen für Anpassungsstrategien und Maßnahmen könnten sich ergeben.

Dazu wurden sowohl die Klimaprojektionen monatsweise ausgewertet als auch WorldClim-Daten für das heutige Klima verwendet. Auf Basis der 12 Monatswerte für die Temperatur und den Niederschlag wird die Region identifiziert, welche die geringste Abweichung zum zukünftig erwarteten Klima im Landkreis Bamberg zeigt.

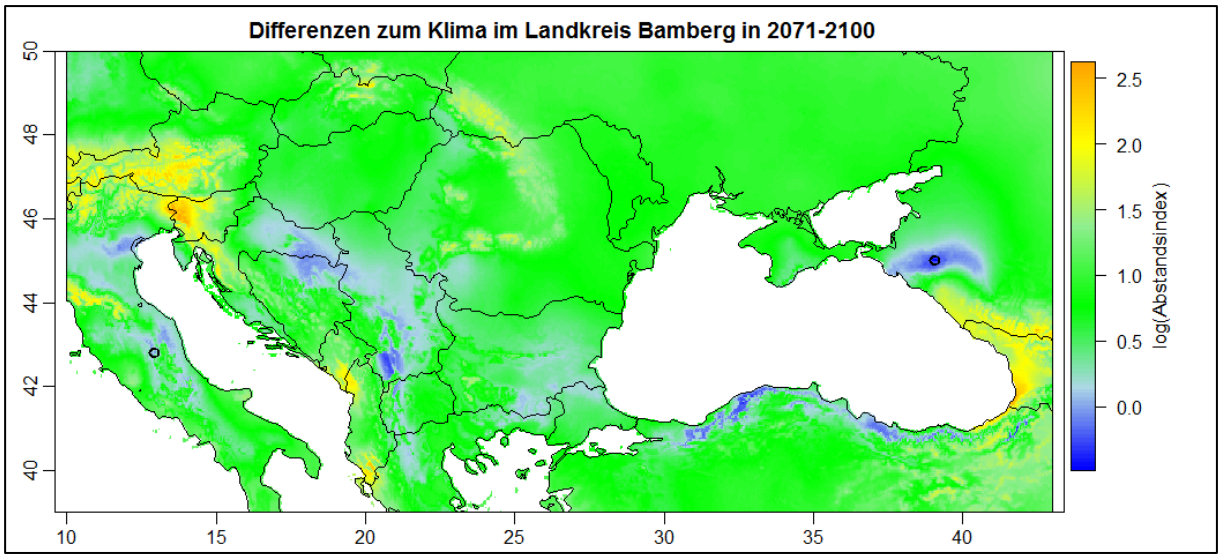


Abbildung 17: Darstellung der Differenz zwischen heutigem Klima und dem projizierten Klima im Landkreis Bamberg am Ende des Jahrhunderts. Markiert sind ein Region in den Bergen südöstlich von Perugia und die Stadt Krasnodar in Russland (Eigene Darstellung).

Als mögliche Vergleichsregion (**Klima-Analogon**) in diesem Sinne wurde eine Region in den **Bergen südöstlich von Perugia**, in Mittelitalien identifiziert. Hier passt der Jahresgang insbesondere der monatlichen Temperaturen sehr gut zusammen, jedoch fehlt eine vergleichbare Stadt. Weiterhin stellte sich die Region **Krasnodar in Russland**, östlich der Halbinsel Krim, als geeignetes Klimaanalogon heraus. Die Wintertemperaturen sind etwas niedriger und die Sommertemperaturen leicht über den Temperaturen des Landkreises Bamberg, aber die monatlichen Niederschläge im heutigen Krasnodar liegen sehr nah bei den Niederschlagsmengen im zukünftigen Landkreis Bamberg.

3. Vulnerabilitäten, Strategien und Maßnahmen in den Handlungsfeldern

3.1. BEGRIFFLICHKEITEN UND METHODIK

Die klimatologische Analyse in Kapitel 2 hat gezeigt, dass sich der Klimawandel bereits gegenwärtig in der Stadt und im Landkreis Bamberg feststellen lässt und dass für die Zukunft eine weitere, spürbare Veränderung verschiedener Klimaparameter zu erwarten ist. In diesem Kapitel 3 stehen nun drei wesentliche Fragenkomplexe im Vordergrund:

- Welches sind die nach den Auswirkungen dieser Klimaveränderungen für die Stadt und den Landkreis? Wie verletzlich sind die Menschen, die Infrastrukturen und die natürlichen Systeme? Diese „**Vulnerabilitätsanalyse**“ kann in Ausnahmefällen auch Chancen in einzelnen Sektoren zutage fördern, die es zu nutzen gilt.
- Wo liegen die **strategischen Ansatzpunkte**, an denen Politik und Gesellschaft ansetzen müssen, damit drohende Folgen des Klimawandels vermieden oder wenigstens doch abgemildert werden können?
- Welche konkreten **Maßnahmen** werden empfohlen, um den teils gravierenden Risiken zu begegnen, Anpassungskapazitäten zu stärken bzw. aufzubauen und auch um die in Ausnahmefällen vorhandenen Chancen zu nutzen?

3.1.1. Handlungsfelder und Cluster

Vom methodischen Vorgehen her ist es dafür zweckmäßig, kleinskaliger in Stadt bzw. den Landkreis hineinzuschauen. Gesucht sind gesellschaftliche Teilbereiche, die ähnliche Ausgangssituationen, Bedingungen und politischen Zuständigkeiten aufweisen („Sektorale Analyse“). Solche einzelnen gesellschaftlichen Teilbereiche sind z. B. „Menschliche Gesundheit“, „Energie“ oder „Gebäude und Stadtentwicklung“. Sie werden als Sektoren oder auch als **Handlungsfelder** bezeichnet.

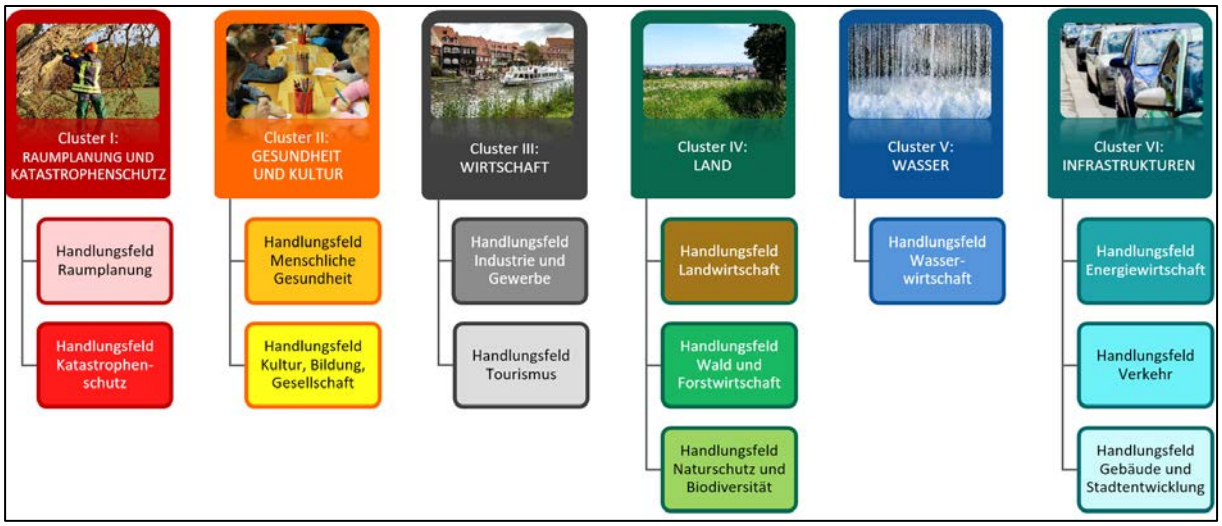


Abbildung 18: Die dreizehn relevanten Handlungsfelder lassen sich in sechs Cluster gruppieren (angelehnt an UBA 2015).

Die genaue Anzahl und die Art der Handlungsfelder sind im Rahmen einer Vulnerabilitätsanalyse jeweils auf die Region – in diesem Fall Stadt und Landkreis Bamberg - zuzuschneiden. So kennt die *Deutsche Anpassungsstrategie* (DAS) 14 Handlungsfelder, darunter z.B. das Handlungsfeld Meeres- und Küstenschutz. In der *Bayrischen Anpassungsstrategie - BayKLAS* (StMUV, 2016) werden 15 Handlungsfelder unterschieden. Für die Stadt und Landkreis Bamberg hat sich eine Unterscheidung von 13 Handlungsfeldern als zielführend erwiesen.

Die Handlungsfelder unter sechs verschiedene **Cluster** (auch: „Schutzgüter“) subsummieren. Diese sechs Cluster wurden in der Anpassungsforschung zum ersten Mal mit der Vulnerabilitätsstudie von 2015 eingeführt und auf Bundesebene auch z.B. im Aktionsplan Klimaanpassung (APA) genutzt. Ein Cluster umfasst wesentliche (gesellschaftliche und/oder technische) Teil-Systeme (wie Wasser, Infrastrukturen, Gesundheit und Kultur), die für das Funktionieren unseres Alltags wichtig sind (Abbildung 18).

3.1.2. Begriffe und Vorgehen

Entsprechend der eingangs aufgezeigten drei großen Fragekomplexe weisen alle Handlungsfeldkapitel (3.2. bis 3.13.) im Folgenden jeweils drei Unterabschnitte auf:

- **Vulnerabilitäten**: Welche Verwundbarkeiten ergeben sich durch die zu erwartenden Klimaveränderungen?
- **Teilstrategien**: Welche sektoralen, strategischen Ansatzpunkte bieten sich, um den zu erwartenden Risiken bestmöglich zu begegnen („Teilstrategie“)?
- **Maßnahmen**: Welche konkreten Anpassungsmaßnahmen sind in den Handlungsfeldern jeweils zu ergreifen, um die unerwünschten Folgen abzuwehren bzw. zu mildern?

Diese drei zentralen Dimensionen, die die Analyse in jedem Handlungsfeldkapitel strukturieren, werden im Folgenden detaillierter erläutert.

Vulnerabilitätsanalyse

Die in Kap. 2 speziell für Stadt und Landkreis Bamberg ermittelten Änderungen der Klimaparameter sind eine notwendige Voraussetzung. Ihre Kenntnis allein reicht jedoch noch nicht aus, um über die zu erwartenden Auswirkungen im Untersuchungsgebiet Auskunft zu geben. Dazu muss die Verwundbarkeit bzw. die **Vulnerabilität** der betroffenen Handlungsfelder abgeschätzt werden („Vulnerabilitätsanalyse“). Im Folgenden werden die begrifflichen Grundlagen der Methodik erklärt und der Ablauf einer Vulnerabilitätsanalyse erläutert (vgl. Abbildung 19).

Die genutzte Methodik orientiert sich an den Empfehlungen der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel der Bundesregierung (IMAP). Diese sind in einem Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen dokumentiert (UBA, 2017c). Die Ausgangsbasis ist die Kenntnis über Art und Ausmaß der Klimaänderungen, wie sie in Kapitel 2 erarbeitet wurden. Durch diese, im Rahmen dieses Anpassungskonzepts speziell für die Untersuchungsregion durchgeführte Analyse, ist nun bekannt, wie sich verschiedene Klimasignale (z.B. steigende Durchschnittstemperatur, extreme Hitze, Niederschläge etc.) im Untersuchungsgebiet in naher und ferner Zukunft wahrscheinlich entwickeln werden.

Die Vulnerabilität eines Handlungsfeldes ist dann das Ergebnis eines **Abschätzungsprozesses**[4], in dem

[4] Zu den auch vom IPCC verwendeten Kategorien und dem Vorgehen siehe ausführlich Cruz et al. 2007.

mehrere Faktoren bedeutsam sind (Abbildung 19): Aus der **Exposition**, d.h. dem „Ausgesetztsein“ z.B. eines Sektors gegenüber dem Klimasignal, sowie aus der **Sensitivität**, d.h. seiner „Empfindlichkeit“ gegenüber diesem Klimasignal, ergeben sich die **potenziellen Schäden**. Erst mittels der Berücksichtigung der vorhandenen **Anpassungsfähigkeit** (engl.: *adaptive capacity*) kann die tatsächliche Verwundbarkeit der Region abgeschätzt werden.

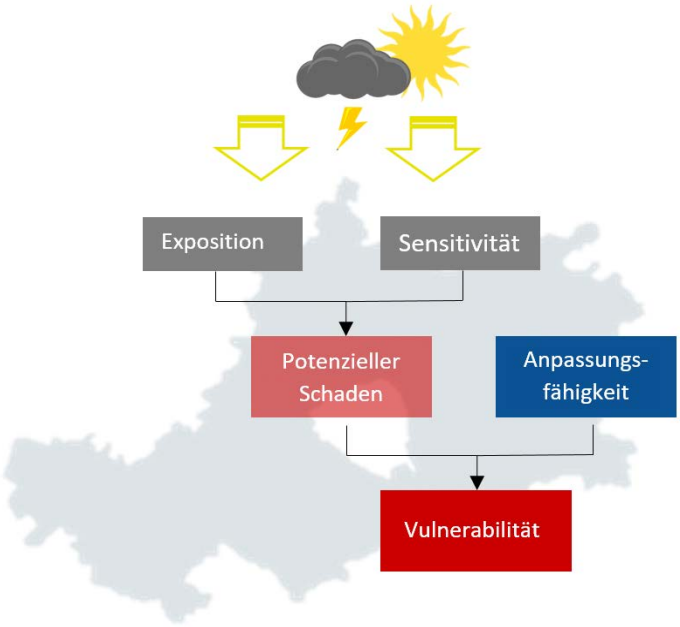


Abbildung 19: Schematische Darstellung des IPCC-Verwundbarkeitskonzepts.

Im Ergebnis werden nicht nur für jedes Handlungsfeld sehr verschiedene (Grade an) Vulnerabilitäten identifiziert; manchmal sind Teilbereiche eines Handlungsfelds weniger exponiert bzw. weniger sensitiv sein und damit auch weniger betroffen. Auch kann es vorkommen, dass bestehende Anpassungskapazitäten – wie etwa bauliche oder organisatorische Vorkehrungen – potentielle Schäden bereits gegenwärtig erfolgreich unterbinden. - In Einzelfällen kann es auch dazu kommen, dass der Klimawandel nicht nur zu neuen Risiken führt, sondern sich auch neue **Chancen** ergeben. Auch diese werden im Rahmen der Analyse ggf. benannt, um Ansatzpunkte für einen konstruktiven Umgang entwickeln zu können.

Anpassungsfähigkeit

Es wird insgesamt deutlich, wie zentral die Stärkung der **Anpassungsfähigkeit** für Stadt und Landkreis Bamberg ist. Diese Fähigkeit, sich auf klimabedingte Veränderungen einzustellen und sich so vor negativen Folgen weitestmöglich zu schützen, kann durch eine breite Palette von Maßnahmen erreicht werden. Es geht von *baulich-technische Maßnahmen* (wie baulicher Hitzeschutz oder Errichtung eines Hochwasserschutzes) über *politischen Anordnungen* (z.B. zu Ladenöffnungszeiten, Hitzefrei oder planerischen Vorschriften) bishin zu *organisatorisch-betrieblichen Maßnahmen* von Organisationen/ Unternehmen (wie Änderungen der Produktpalette, von Abläufen oder der Vorratshaltung); auch *private Handlungen* (wie eine Anpassung des Eß- oder Trinkverhaltens, verändertes Freizeitverhalten oder eine andere Wahl des Urlaubsziels) können dem Schutz vor Klimafolgen dienen. Die letzten Beispiele machen deutlich: Eine verbesserte Anpassungskapazität entsteht nicht nur über **bewusste, geplante** Handlungen politischer Akteure; auch **autonome ungeplante Anpassung** kann zweckdienlich sein.

Für die Akteure in Stadt und Landkreis Bamberg ist es wichtig, von Anfang an **Ressourcen und Systemfähigkeit** als die zwei Pfeiler von Anpassung im Blick zu haben. Ebenso wichtig wie das Maß und die Qualität der zur Verfügung stehenden Ressourcen ist die Fähigkeit von Systemen, diese Ressourcen effektiv dazu zu nutzen, Anpassungsmaßnahmen durchzuführen und kontinuierlich zu lernen.

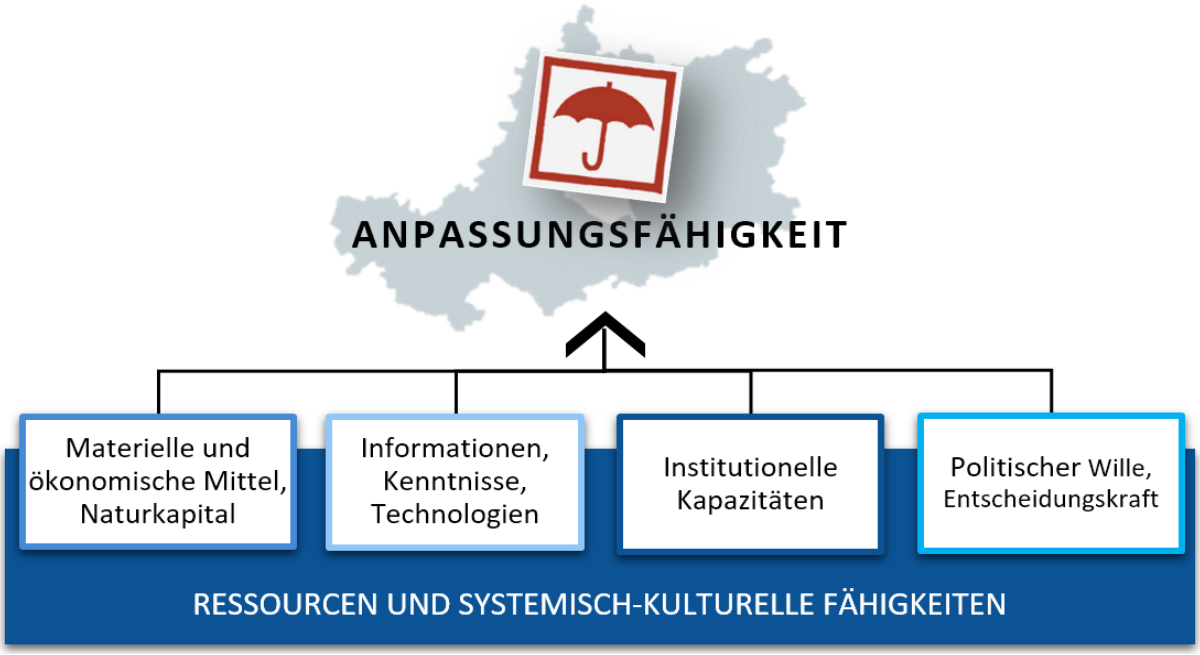


Abbildung 20: Ressourcen und systemische Fähigkeiten als Determinanten der Anpassungsfähigkeit

Im Einzelnen ist entscheidend, über welche Bestände an materiellen und ökonomischen Mitteln, Informationen / Kenntnissen und Technologien, institutionellen Kapazitäten und auch (politischen) Willen / Entscheidungskraft die Akteure und Organisationen in Politik und Gesellschaft vor Ort verfügen (vgl. Abbildung 20). Die Vulnerabilität einer Region steigt in dem Maße, wie Ressourcen der Anpassung nicht vorhanden sind bzw. nicht (optimal) eingesetzt werden.

Sehr wichtig ist es auch, dass Akteure vor Ort über eine ausreichende Informationsbasis und Sensibilität für Klimafolgen verfügen, um den Wert vorhandener Ressourcen adäquat einzuschätzen. Tendenziell werden die **Ökosystem-Dienstleistungen**, d. h. die Leistungen, die uns die Natur quasi kostenlos zur Verfügung stellt (z. B. Schutz vor den Folgen des Klimawandels), unterbewertet. Das führt i. d. R. dazu, dass kostenträchtige alternative Schutzmaßnahen ergriffen werden (Effizienzverlust) bzw. dass das Schutzziel weniger gut erreicht wird (Effektivitätsverlust). Eine suboptimale Situation ist immer dann gegeben, wenn Schäden eintreten, die unter Abwägung aller Ziele (z. B. wirtschaftlicher, humanitärer, strategischer etc. Art) hätten vermieden werden können und sollen.

Sektorales Klimawirkungs-Geflecht

Je nach sachlichen Gegebenheiten (vgl. Abbildung 21) stellt sich die Vulnerabilität gegenüber bestimmten Klimaveränderungen von Sektor zu Sektor sehr unterschiedlich dar. In manchen Handlungsfeldern wirken zu erwartenden Veränderungen (z. B. der Klimasignale „Hitze / Trockenheit“ oder „Steigende Mitteltemperaturen“) schwer, andere Sektoren bleiben von einzelnen Klimasignalen möglicherweise vollständig unberührt. In einzelnen Fällen können die Klimaveränderungen auch neue Chancen eröffnen.

In manchen Fällen, folgt aus dem Klimasignal relativ unmittelbar ein Schaden, in anderen Fällen entfalten sich die Risiken von primären Wirkungen über eine Kette von Folgewirkungen bzw. in Kombination mit bestimmten Randbedingungen (z.B. dem demografischen Wandel, dem ökonomischen Strukturwandel). Auch können Wechselwirkungen mit anderen Handlungsfeldern entscheidend sein.

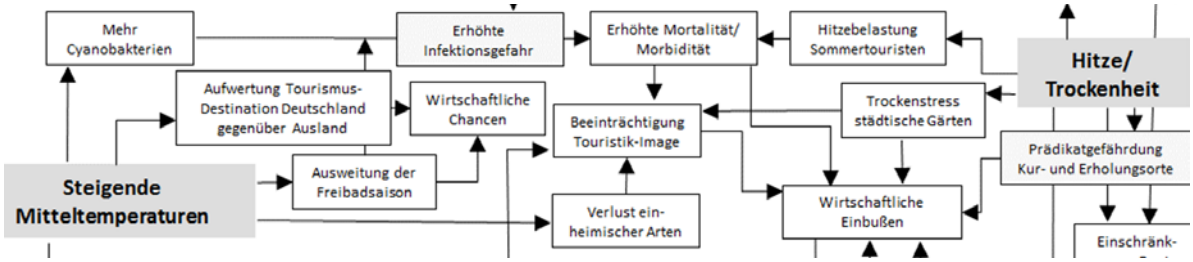


Abbildung 21: Schematisches Klimawirkungsgeflecht (Ausschnitt) am Beispiel des Handlungsfelds Tourismus.

All diese Zusammenhände werden in den folgenden Handlungsfeld-Kapiteln im Detail bearbeitet. Mit dem **Klimawirkungsgeflecht** wird eine visuelle Methodik angewendet, die diese Zusammenhänge zusätzlich in vereinfachter, schematischer Weise im Überblick darstellt.

Ausgehend von den wichtigsten Klimasignalen (grau eingefärbte Kästen) werden wesentliche Auswirkungen (sowie Folgewirkungen) auf das vulnerable Inventar des Handlungsfeldes sichtbar. Dabei geht es ausdrücklich nicht um Detailtiefe, sondern um den **Gesamtüberblick** im betreffenden Handlungsfeld. Auch diese sektoralen Klimawirkungsgeflechte wurden – wie das Anpassungskonzept insgesamt – in einem partizipativen Prozess mit Akteuren vor Ort für alle 13 Handlungsfelder erarbeitet.

Teilstrategien und Maßnahmen

Sind Vulnerabilitäten (einschl. etwaiger Chancen) in den Handlungsfeldern ermittelt, können für jedes Handlungsfeld **strategische Ziele** („Teilstrategien“) identifiziert werden: Wo liegen die wichtigsten strategischen Ansatzpunkte in diesem Sektor, welche für die Abwehr der Schäden bzw. eine Erhöhung der Anpassungsfähigkeit genutzt werden sollten? Auf dieser Basis können dann in einem dritten Schritt Vorschläge für **Maßnahmen** in jedem Handlungsfeld erarbeitet und jeweils am Kapitelende dargestellt und in sogen. **Maßnahmenblättern** näher erläutert (siehe Muster mit Erläuterungen in Tabelle 10, Folgeseite). Die Maßnahmenvorschläge basieren auf der gutachterlichen Auswertung der besonderen Ausprägung des Klimawandels in der Region Bamberg und der Analyse der Klimawirkung (Vulnerabilitäten/ Chancen). Anregungen aus anderen Anpassungskonzepten (DAS, BAyKlas, andere Kommunen) wurden geprüft, im passenden Fall übernommen und auf die spezifische Situation Bambergs angepasst. In Stakeholder-Workshops mit Vertreterinnen und Vertretern aus allen relevanten Sektoren aus Stadt und Landkreis wurden diese gutachterlichen Vorschläge zur Diskussion gestellt und gegebenenfalls modifiziert. Aus methodischer Sicht war dieser **Beteiligungsprozess** sehr wichtig, um vor Ort vorhandenes Wissen zu integrieren sowie örtliche Gegebenheiten und Präferenzen adäquat abzubilden (Kap. 0). Es sei aber

Box 1: Klimaresilientes Bamberg

Das Ziel aller Anpassungsmaßnahmen ist letztlich eine Erhöhung der **Resilienz** von Stadt und Landkreis Bamberg, genauer gesagt: der Resilienz gegenüber den Folgen des Klimawandels. Eine Kommune oder ein Landkreis kann in diesem Sinne dann als „resilient“ bezeichnet werden, wenn sie in der Lage ist,

- Störungen infolge von Klimaveränderungen vorherzusehen,
- ihnen vorzubeugen (Schadensvermeidung),
- sich im Falle gleichwohl eingetretener Schäden von ihnen zu erholen und
- bestenfalls aus Schäden für die Zukunft zu lernen, d.h. Ressourcen und Strukturen kontinuierlich zu anzupassen.

betont, dass trotz der zahlreichen und unverzichtbaren Hinweise und Anregungen der lokalen Stakeholder die letztliche Verantwortung für die Maßnahmenformulierung beim Gutachter-Team liegt.

Tabelle 10: Muster-Maßnahmenblatt mit Erläuterungen zu den einzelnen Einträgen.

Titel und Kürzel der Maßnahme	Kürzel: **W**-Wasser, **E**-Energie, **KA**-Katastrophenschutz, **V-**Verkehr, **N**-Naturschutz und Biodiversität, **F**-Forst, **L**-Landwirtschaft, **P-**Stadt- und Raumplanung, **IG**-Industrie/ Gewerbe, **G**-Menschliche Gesundheit, **T**-Tourismus, **K** – Kultur/Bildung /Gesellschaft, **B** – Gebäude/ Stadtentwicklung
Maßnahmen-beschreibung	Kurzbeschreibung der Maßnahme (MN), welche die Problemstellung und mögliche Lösungsansätze berücksichtigt.
Cluster und Handlungsfeld	Bezeichnung des Clusters und des Handlungsfelds, in dem der Maßnahmenvorschlag verortet ist
Verantwortlich-keit	Wer soll handeln? Ggf. Wird hier auch eine spezielle Zielgruppe (z.B. Senioren) oder eine spezielle Zielkategorie der MN (z.B. Oberflächenwasser, Trinkwasser etc.) genannt, auf die die MN abzielt.
Aufwand	Finanzieller und personeller Aufwand der Maßnahme für die Akteure
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Welche rechtlichen Grundlagen gibt es? • Welche Umsetzungsschritte sind notwendig?
Querverweise, Konflikte/ Synergien	• Bestehende Strukturen, Projekte o. ä. mit Bezug zur Maßnahme • Wo sind Konflikte bzw. positive Nebeneffekte (Synergien) zu erwarten?
Robustheit und Flexibilität	Wie robust ist die MN? Wie wirkt es sich aus, wenn die Änderung der relevanten Klimasignale stärker, schwächer oder zeitlich anders (früher/später) eintreten als eingangs simuliert? • NO REGRET – Unabhängig von Stärke und Zeitpunkt der in Zukunft eintretenden Klimaänderungen, wird diese MN die geplante positive Wirkung erzielen. • WIN-WIN– Die MN hat eine ganze Reihe von positiven Nebeneffekten. Auch wenn der Klimawandel anders kommt als gedacht, überwiegen diese anderen Vorteile. • LOW REGRET –Ein MN mit großem Nutzen und geringen Kosten. Sollte der Klimawandel anders kommen als gedacht, wäre der Aufwand nicht so groß gewesen. • FLEXIBEL – In Abhängigkeit vom Klimawandel lässt sich die MN flexibel gestalten.
Monitoring/ Indikator	Wie kann man Erfolg der Maßnahme messen?
Regionaler Bezug	Gibt es einen regionalen Schwerpunkt für die Umsetzung der Maßnahme? Oder ist sie für den gesamten Landkreis oder nur für die Stadt wichtig?
Zeitliche Dringlichkeit und Dauer	• Beginn: kurzfristig (in < 3 Jahren), mittelfristig (in 3 -10 J.) oder erst langfristig (frühestens in 10 J. oder später); bereits begonnen • Dauer der Maßnahme: laufend, kurz (max. 3 Jahre), mittel (3-10 J.) oder lang (10 J. od. länger)?; laufend
***Best-Practice*-Beispiele**	Wenn vorhanden, Beispiele von ähnlichen Maßnahmen aus der Region oder anderen Regionen oder Hinweise auf Informationsquellen

3.2. CLUSTER I: RAUMPLANUNG UND KATASTROPHENSCHUTZ

Das Cluster I „Raumplanung und Katastrophenschutz“ umfasst mit den Handlungsfeldern Raumplanung (3.2.1.) und Katastrophenschutz (3.2.2.) zwei Sektoren, die aufgrund ihres Querschnittscharakters in der Deutschen Anpassungsstrategie eine Sonderstellung einnehmen. So statten die planerischen Entscheidungen nahezu alle Sektoren mit einer raumbezogenen Ausgangslage aus, Katastrophenschutz kommt immer dann, wenn Ereignisse die Fähigkeiten des jeweiligen Sektors überfordern.

3.2.1. Handlungsfeld Raumplanung

Ausgangssituation

Die Raumplanung ist als **Querschnittsthema** von den Auswirkungen des Klimawandels in anderen Handlungsfeldern betroffen. Daher ergeben sich im Folgenden verschiedene Verlinkungen zu diversen Kapiteln dieses Klimaanpassungskonzeptes. Inwieweit sich die ermittelten Betroffenheiten auf die Vulnerabilität des Landkreises und der Stadt Bamberg auswirken, hängt auch von der Nutzung bestehender planerischer **Instrumente der Raumordnung, Bauleitplanung und Umweltfachplanungen** hinsichtlich Klimaanpassungsmaßnahmen ab (UBA, 2018b). Daher wird im Rahmen der Betroffenheitsanalyse ebenfalls die bisherige Verwendung dieser Instrumente in der Praxis berücksichtigt.

Klimawirkungen

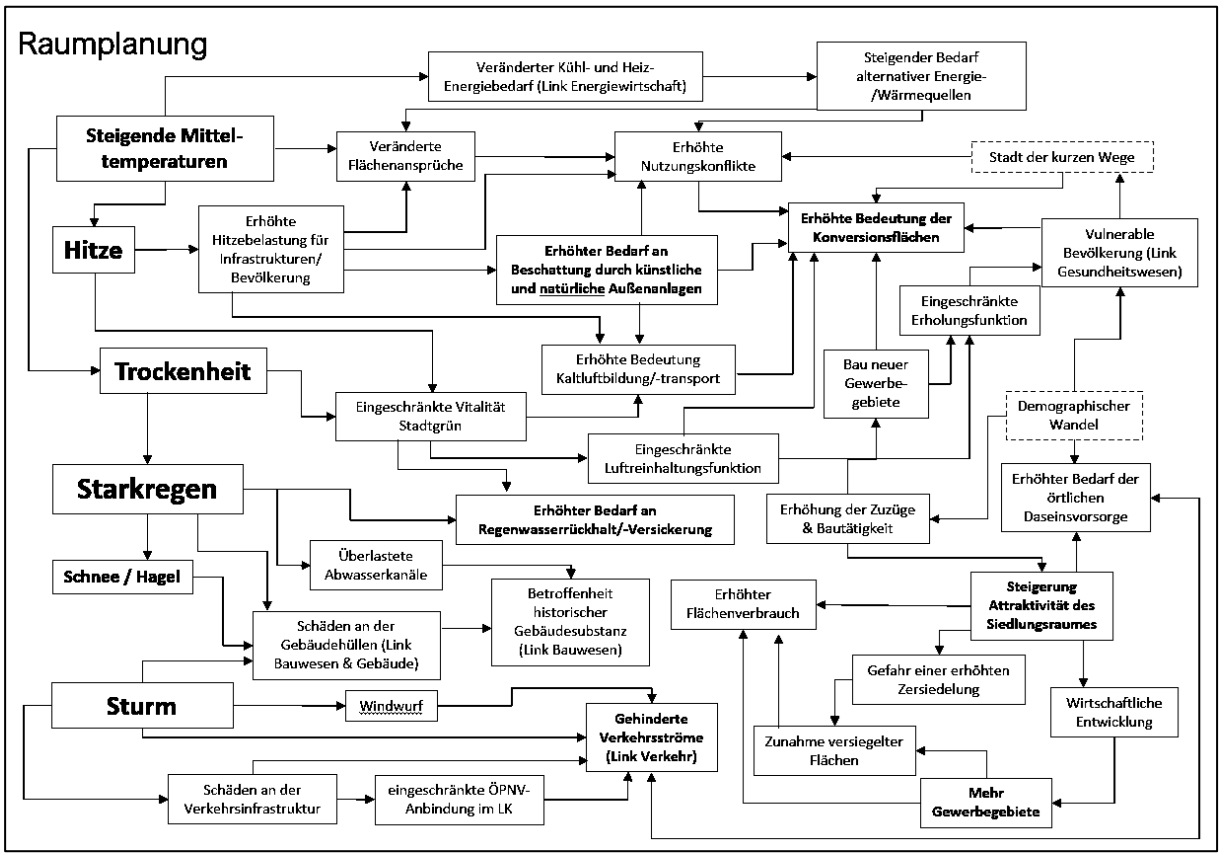


Abbildung 22: Darstellung der ermittelten Klimasignale in ihrer Bedeutung für das Handlungsfeld (je größer umso bedeutender) und deren Wirkung auf die Raumplanung in Stadt und Landkreis Bamberg.

Zunächst bietet das Klimawirkungsgeflecht im Handlungsfeld Raumplanung (Abbildung 22) jedoch einen Gesamtüberblick. Das Klimawirkungsgeflecht wurde in einem partizipativen Prozess im Austausch mit den Stakeholdern erarbeitet (vgl. Kap. 3.1.): Ausgehend von den wichtigsten Klimasignalen (grau) werden Wirkungen und Folgewirkungen gezeigt. Diese können zu Risiken im Handlungsfeld führen, welche sich in für die Planung bedeutsamen Ergebnissen aufsummieren (fett gedruckt).

Instrumente der Raumplanung

Die Instrumente der Raumplanung sind im Allgemeinen die Raumordnungs- und Regionalpläne, die Flächennutzungs- und Bauleitpläne, die Landschaftspläne sowie Maßnahmenprogramme, Bewirtschaftungspläne und Risikomanagementpläne (UBA, 2018b).

Die stärksten Instrumente für Klimaschutz und Klimaanpassung liegen in der Festsetzung von **Vorrang- und Vorbehaltsgebiete** sowie von **regionalen Grünzügen**. Dies betrifft aufgrund des Planungsmaßstabes alle Flächen über 10 ha. Flächen mit dieser Größe können durch das Freihalten von Bebauung überaus bedeutsam für die Klimaanpassung sein (BmVI, 2017).

Regionalplanung

Als regionale Stufe der Raumplanung wird die Regionalplanung von verschiedenen Landesplanungsgesetzen sowie dem Raumordnungsgesetz gesteuert. Darin verankert sind die Grundsätze für eine nachhaltige Raumentwicklung einschließlich der **Grundsätze der Klimaanpassung** (z. B. § 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG, § 1 Abs. 5 S. 2 BauGB). Auch die EU nimmt Einfluss auf die Raumplanung, beispielsweise über die Wasserrahmenrichtlinie oder die Umweltprüfverfahren (SUP/UVP) im Zuge umweltbedeutsamer Planungen. Auf Regionalplanebene können also Ziele und Grundsätze formuliert werden, welche die Klimaanpassung konkret benennen.

Die Regionalplanung in **Oberfranken West** umfasst insgesamt vier Landkreise, darunter befinden sich die Stadt und der Landkreis Bamberg. Diese sind als **Verdichtungsraum**, mit der **Stadt Bamberg als Oberzentrum** und mehreren kleineren Grundzentren (z. B. Memmelsdorf und Hallstadt), im Regionalplan festgesetzt (Regionaler Planungsverband Oberfranken-West, 2018). Aufgabe der Regionalplanung ist es, die Kapitel der Regionalpläne fortzuschreiben, mit dem derzeitigen übergeordneten Ziel einer „nachhaltigen überfachlichen Entwicklung der Raumstruktur“ (Regierung von Oberfranken, 2011). Dazu werden **Leitbilder und Raumstrukturen** in den Teilräumen entwickelt. Die schlussendliche Aktualisierung eines Kapitels im Regionalplan dauert, je nach Umfang, zwei bis fünf Jahre (Expertengespräche, 2020). Daher existieren in den Regionalplänen aktuell noch Kapitel, welche zwischen 15 und 30 Jahren alt sind und in denen die Thematik der Klimaanpassung fehlt. Hinsichtlich des voranschreitenden Klimawandels und zunehmender Wetterextreme sind derart langwierige Aktualisierungsraten äußerst kritisch zu sehen (vgl. UBA 2018). Für die Regionalplanung in **Oberfranken West** hat dies in erster Linie personelle Gründe, da für relativ große Planungseinheiten **sehr wenig Personal** zur Verfügung steht. Insgesamt funktioniert der fachliche Austausch der regionalen Planungsstellen untereinander gut. Der **Wille und das Wissen** um die Notwendigkeit einer Klimaanpassung im Rahmen des Regionalplans sind gegeben.

Im Regionalplan kommen aktuell Vorrang- und Vorbehaltsgebiete sowie Festlegungen zu Freiraumstruktur zur Anwendung (Expertengespräche, 2020). Hervorzuheben sind dabei vor allem die Möglichkeiten regionaler Grünzüge, wie beispielsweise das **Regnitztal oder das Maintal**. Diese müssen von jeglicher Bebauung freigehalten werden. Aufgrund häufigerer **Starkregenereignisse** muss damit gerechnet werden, dass die Flüsse häufiger und ggf. stärker über ihre Ufer treten (➢ Wasser). Daher sind große Flächen notwendig, um den Flüssen im Landkreis das Übertreten zu ermöglichen, ohne

dass wirtschaftliche Schäden oder Sachschäden die Folge sind (BmVI, 2017). Darüber hinaus können mit Hilfe regionaler Grünzüge, wie beispielsweise den **Wäldern östlich von Bamberg**, wichtige **Kaltluftgewinnungsgebiete bzw. -schneisen** vom Landkreis hin zur Stadt gewährleistet werden (Regierung von Oberfranken, 2005).

Eine ähnliche Funktion erfüllen **Biotopverbundachsen** (Bannas, Löffler und Uwe Riecken, 2017). Diese jedoch können im Rahmen der Abwägung „weggewogen“ und folglich bebaut und zerstört werden. Das Freihalten von Kaltluftgewinnungsgebieten, aber auch von Kalt- bzw. Frischluftschneisen ist hinsichtlich der steigenden Mitteltemperaturen und anhaltender Hitze zunehmend von Bedeutung, insbesondere für die Stadtgebiete.

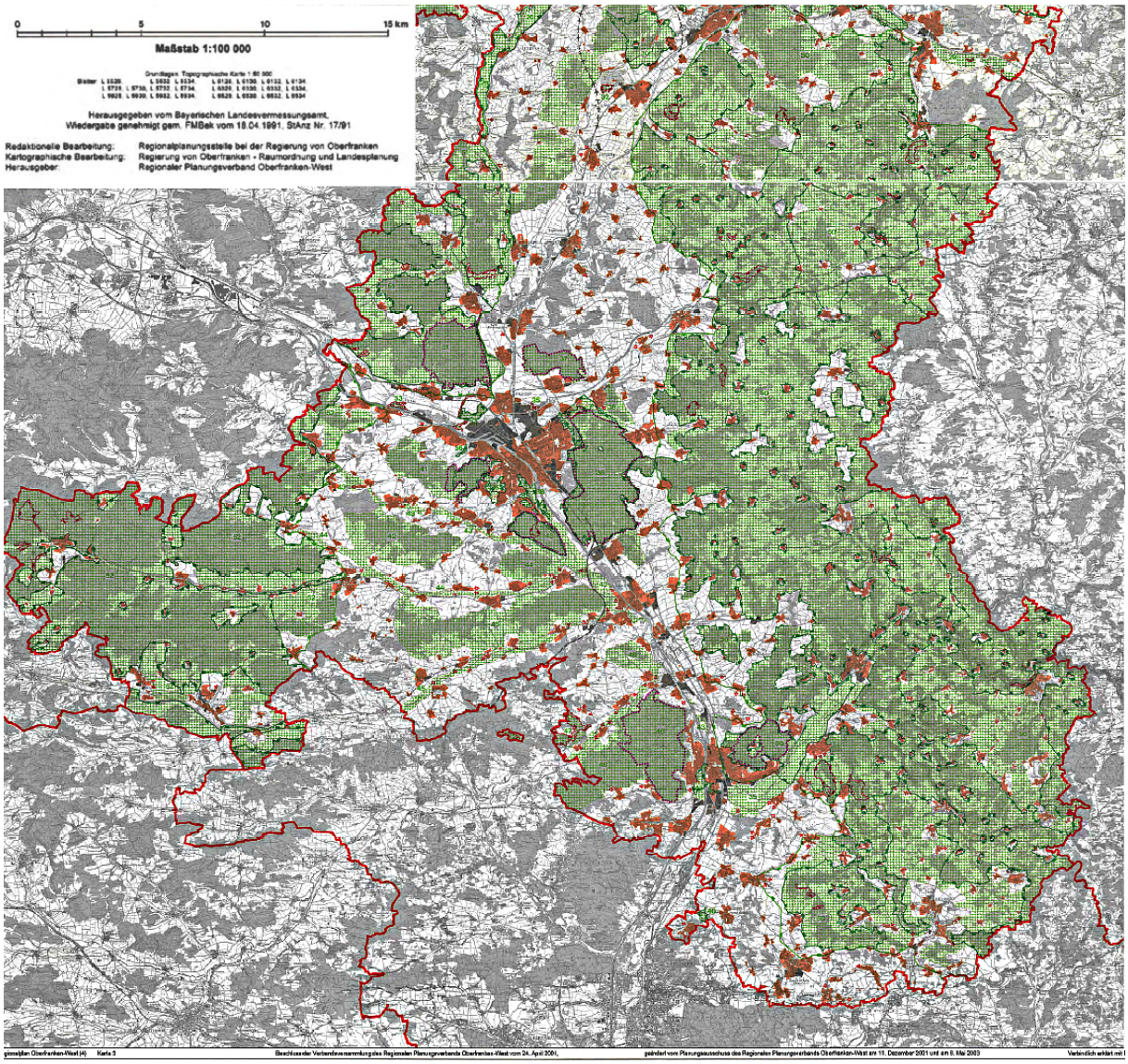


Abbildung 23: Darstellung der landschaftlichen Vorbehaltsgebiete (grünkariert), Naturschutz- (rot umrandet) und Landschaftsschutzgebiete (grünumrandet), Wohnbebauung (rot) und Gewerbebebauung (grau) für den Regionalplan Oberfranken – West *(Oberfranken-west Regionalplan, 2003).*

Denn diese erhitzen sich schneller und länger als der umliegende suburbane Raum („städtischer Wärmeinseleffekt“; siehe Box). Derartige Biotopverbundachsen können auch über Drittmittel gefördert werden, wie beispielsweise das im Jahr 2015 abgeschlossene **LIFE Projekt „Oberes Maintal“** (Landratsamt Bamberg, 2015).

Weiterhin können Flächen des Bergbaus, einschließlich der Bergbaufolgelandschaften, hinsichtlich Niederschlagversickerung bzw. -rückhalt sowie Kaltluftgewinnung für die Region von Bedeutung sein. Mit der Nachfolgeverordnung von 2018 (Regierung Oberfranken, 2018) wird die Folgenutzung nach Abbautätigkeiten von Bodenschätzen geregelt. Ziel ist es, ungeordnete Nachnutzungen zu vermeiden und eine **verbindlich Rekultivierung oder auch einen ökologischen Ausgleich** festzulegen.

Raumordnerische Instrumente sind generell stärker, wenn sie nicht nur textlich, sondern auch mit Hilfe von **Karten** festgesetzt werden. Nicht jedes Kapitel eines Regionalplans bietet die Darstellung über Karten. Beispielsweise im Siedlungskapitel, kann lediglich textlich festgelegt werden, dass bestimmte Siedlungsstrukturen, wie z. B. lange Siedlungsbänder, vermieden werden sollten (Expertengespräche, 2020). Derart ungünstige Siedlungsstrukturen können die Windzirkulation behindern und somit die beschriebenen positiven Auswirkungen regionalplanerischer Instrumente minimieren. Das vorhandene **Rauminformationssystem** (RIS) wird für das Erstellen von Stellungnahmen der Regionalplanung benutzt. Die Gemeinden verwenden ggf. eine andere Software, jedoch mit denselben aktuellen Daten des RIS und haben generell Zugriff auf dieses System.

Box 2: Städtischer Wärmeinseleffekt

Beim städtischen Wärmeinseleffekt (engl.: Urban Heat Island – UHI) handelt es sich um erhöhte Lufttemperaturen innerhalb städtischer Bereiche im Vergleich zum ländlichen Umland (DWD 2020).

Innerhalb einer Stadt beeinflussen die Bebauung, die Art der Oberflächen (versiegelte/unversiegelte Bereiche, Wasserflächen) und das Stadtgrün den von der Sonnenhöhe vorgegebenen Strahlungsumsatz (Helbig et al. 1999). Zusätzlich zu dieser veränderten Wärmebilanz aufgrund der gegebenen Oberflächentypen wirken anthropogene Wärme- und Feuchtigkeitsemissionen durch die Bewohnerschaft und deren Aktivitäten. Dies geschieht nicht allein tagsüber, sondern auch nachts.

Die Strukturelemente (Höhen von der Stadtmöblierung wie Gebäude, Bäume usw.) verändern das Windfeld der Stadt. Es herrscht, verglichen zum Umland, eine erhöhte Rauigkeit der Landschaft, wodurch die Windgeschwindigkeiten im Stadtgebiet oftmals stark reduziert oder lokal auch stark verstärkt werden („Düseneffekte“ bspw. in Straßenzügen).

Die wahrgenommene Wärme (thermische Behaglichkeit) definiert sich nicht allein über die tatsächliche Lufttemperatur, sondern auch über den Feuchtigkeitsgehalt der Luft und der Windgeschwindigkeit (Jendritzky et al. 1979).

Klimaanpassung über Drittmittel

Im Bundesland Bayern wurden in der Vergangenheit bereits diverse Projekte für eine klimaangepasste Raumplanung durchgeführt. Dazu gehören beispielsweise die „**Europäische Metropolregion Nürnberg**“ oder die Raumentwicklungsstrategie des „**Landkreis Neumarkt/Oberpfalz“** (BBSR, 2019). Auf regionaler Ebene lassen sich ebenfalls Projekte zur Unterstützung der Anpassung an den Klimawandel umsetzen und fördern, wie beispielsweise das LIFE-Projekt Oberes Maintal. Dabei spielt die Anpassung an den Klimawandel jedoch nur **indirekt eine Rolle**. Die Möglichkeiten konkreter direkter Maßnahmen werden in den Folgeabschnitten Teilstrategie und Maßnahmen am Ende dieses Handlungsfeldkapitels erörtert. Teile des Landkreises Bamberg besitzen im Regionalplan Oberfranken-West nicht den Status „**Raum mit besonderem Handlungsbedarf“**, wodurch sie keine so umfangreichen Fördermittel erhalten können wie andere Gebiete Oberfrankens mit diesem Status.

Landschaftsentwicklung und -planung

Das **Landesentwicklungsprogramm Bayerns** stellt die Notwendigkeit „gerade auf regionaler Ebene (…), insbesondere in der Land- und Forstwirtschaft, im Tourismus und im Siedlungswesen die Strukturen an den Klimawandel anzupassen“ fest (StMWi, 2018). Dabei wird ein besonderer Schwerpunkt auf den **Erhalt von Freiflächen zur Kaltluftgewinnung** gelegt. Wie eingangs beschrieben, können

derartige Freiflächen bereits auf regionaler Ebene ausgewiesen werden. Dafür stellt die Region Oberfranken-West neben den Flächennutzungen der Region mögliche Kaltluftstaugebiete und Kaltluftsammelgebiete sowie Frischluftschneisen dar (Regierung von Oberfranken, 2005). Auch auf die Bedeutung des **Rückhaltevermögens der Böden** sowie der **Auenfunktionsräume** wird eingegangen. All dies jedoch noch ohne Bezug zum voranschreitenden Klimawandel. Auf kommunaler Ebene erfolgt die Darstellung in der **Landschaftsplanung**, welche sich besonders als Instrument zur Klimaanpassung eignet (UBA, 2018b). In erster Linie werden darüber Waldumbau (➢ Forstwesen) und Biotopverbund (➢ Biodiversität) nachrichtlich übernommen, doch auch das Instrument der Schutzgebietsausweisung ist für das Freihalten der Landschaft vor Bebauung von großer Bedeutung. Eine **Erweiterung** der Landschaftspläne um das Themengebiet Klimaanpassung ist generell möglich. Dazu kann die Betroffenheitsanalyse des Klimaanpassungskonzeptes genutzt werden, um spezifische Räume zu identifizieren, welche nach den hier dargestellten Herleitungen besonders betroffen sind. Generell sind alle Schutzgüter der Landschaftsplanung vom Klimawandel betroffen. Eine wichtige Rolle spielt dabei z.B. die Grünflächenerreichbarkeit im Sinne einer gerechten Verteilung tatsächlich genutzter Grünflächen. Eine erste Analyse dazu liefert bspw. der Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung des IÖR zu, welcher für die Stadt Bamberg einen Wert von 84,2 % (Stand 2013) für die Erreichbarkeit städtischer Grünflächen ermittelt. Die tatsächliche Nutzung spielt dabei jedoch keine Rolle und ist generell schwieriger zu erheben (IÖR, 2020). Zur konkreten Identifikation textlicher oder kartographischer Umsetzungen kann der Leitfaden zur Kommunalen Klimaanpassung des LUBW genutzt werden, bzw. die aktuell noch ausstehenden Erkenntnisse des KLIMOPASS Projektes (May *u. a.*, 2016). Dabei erfolgen erste Umsetzungen derzeit vor allem in der Stadt Bamberg (➢ Gebäude und Standentwicklung). Kommunen können darüber hinaus über Satzungen und Festsetzungen sehr großen Einfluss auf die Umsetzung verschiedener Klimaanpassungsmaßnahmen nehmen. Beispielsweise können Artenlisten für Gärten festgesetzt und Gebühren bei **Verstößen** erhoben werden. Grundvoraussetzung dafür ist eine **Kontrollinstanz** (z. B. das Ordnungsamt), welche aktuell weder im Landkreis noch in der Stadt Bamberg für diese Zwecke eingesetzt wird.

Sonderfall Konversionsflächen

Die Stadt Bamberg besitzt laut derzeitigem Flächennutzungsplan mit 450 ha ausgedehnte Konversionsflächen mit der Nutzungsart „Wald“ (Stadtplanungsamt Bamberg, 2018). Aufgrund der Größe der Konversionsflächen, sind sie hinsichtlich **Kaltluftentstehung und Regenwasserrückhalt** auch für die Anpassung an Extremwetterereignisse sehr relevant.

Das bisherige Zielkonzept besteht aus einer abschnittsweisen Konversion. Einzelne Quartiere der Militärzeit sollen bis zum Jahr 2035 zu lebendigen und attraktiven Stadtvierteln umgeformt werden (Stadt Bamberg, 2019i). Es gilt zum einen den Wohnungsmarkt zu entspannen und zum anderen schützenswerte Flächen zu erhalten (Stadt Bamberg, 2014b). Eine abschließende Bedarfsanalyse der Flächen wird Stand Januar 2020 ausgeführt. Die Planung der Flächen orientiert sich am 2014 erstellten, für die kommenden 20 Jahre geltenden **Stadtentwicklungskonzept** (SEK) (siehe Abbildung 22). Das östliche Stadtgebiet soll zusammen mit den Konversionsflächen entwickelt werden. Dabei geht es auch um die Verknüpfung und Entwicklung der Grünflächen und Stadtstraßen.

Durch eine sinnvolle Ausformung (Qualität und Quantität) der Konversionsflächen und Anordnung der Straßenzüge steckt ein großes Potential hinsichtlich günstiger stadtklimatischer Auswirkungen in diesem Projekt. Die **Konversionsfläche MUNA** im Bamberger Hauptsmoorwald stellt die Stadt vor besondere Herausforderungen. Angedacht war eine Nutzung als Gewerbepark. Dieses Vorhaben scheiterte aufgrund eines Bürgerentscheides Ende 2018. Wegen der umfassenden Kontamination der

Fläche muss jedoch eine Sanierung erfolgen. Ihre Weiternutzung hat, ebenso wie die anderen Konversionsflächen, großen Einfluss auf den Erhalt der Niederschlagsversickerung und der Kaltluftentstehung (rettetdenhauptsmoorwald.de, 2018). Aktuell scheint ein Großteil der MUNA **als Bannwald unter Schutz** gestellt werden zu können, was aus gutachterlicher Sicht zu begrüßen wäre (inFranken, 2019).

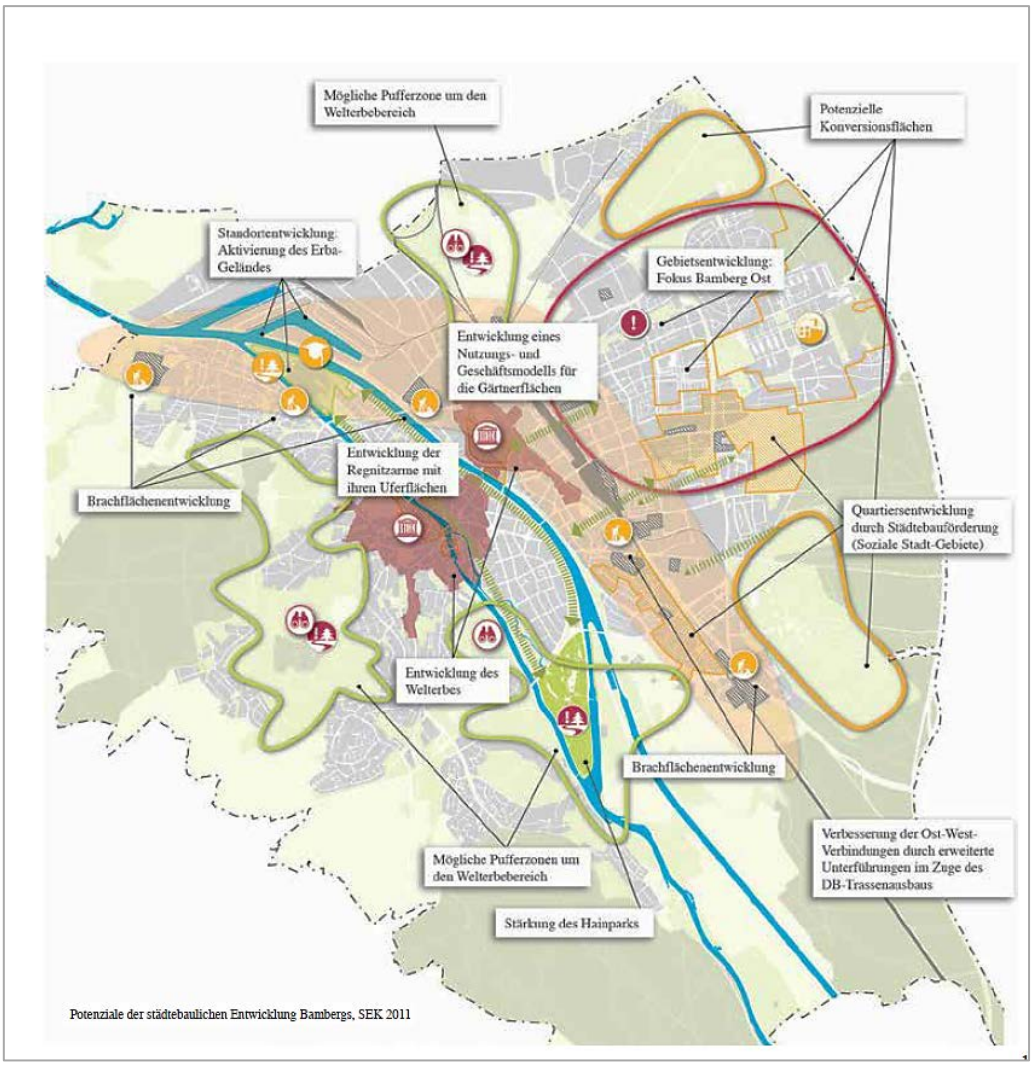


***Abbildung 24: Darstellung städtebaulicher Potentiale** (Stadt Bamberg, 2015).*

Bauleitplanung

Auf kommunaler Ebene muss die Daseinsvorsorge auch im Rahmen der Auswirkungen des Klimawandels gewährleistet werden können (Art.20 Abs. 1 GG). Im Detail bedeutet dies für die Planung, dass wichtige öffentliche Einrichtungen für die Allgemeinheit an die Herausforderungen des Klimawandels angepasst werden müssen (➢Bauen, Gesundheit, Katastrophenschutz).

Häufigere Starkregenniederschläge, anhaltende Trockenheit sowie Hitze werden künftig auch im Landkreis und der Stadt Bamberg auftreten (➢ Klimakapitel). Diese Ereignisse lassen die Bedeutung von Grünflächen zur Regenwasserversickerung sowie zur Kaltluftgewinnung bzw. zum Kaltlufttransport steigen. Dem gegenüber steht der derzeit noch **sehr hohe Flächenverbrauch**. Ist dieser für die Stadt Bamberg in der jüngsten Vergangenheit oft rückläufig gewesen, so liegt er für die Region Oberfranken-West, und somit auch dem Landkreis Bamberg, bei 3,4 ha pro Einwohner (Stand 2017) bzw. 0,4 ha pro Tag (Bayerisches StMFLH, 2017). Die Reduzierung des Flächenverbrauchs wurde seitens

der bayrischen Regierung auf **5 ha pro Tag bis zum Jahr 2030** verabschiedet. Werden Flächen neu versiegelt, so müssen diese ausgeglichen werden. Dabei ist die Art und Weise dieses Ausgleichs entscheidend. **Unpassende Ausgleichsmaßnahmen** können u. a. zu einer **größeren Vulnerabilität** bei Extremwetterereignissen führen, wenn letztendlich der Gesamtanteil der versiegelten Fläche im Landkreis bzw. der Stadt durch den Neubau ansteigt (UBA, 2015b).

Im Baugesetzbuch existieren diverse Regelungen, einschließlich der „**Klimaschutzklausel“**, mit deren Hilfe auf lokaler Ebene Klimaanpassungsmaßnahmen bedacht und umgesetzt werden können. Die Bauleitplanung fällt in kommunale Zuständigkeit, welche im Landkreis fachlich stark aufgegliedert bearbeitet wird. Zwischen Landkreis und den einzelnen Gemeinden können Informationen über die Verantwortlichkeiten bezüglich baulicher Festsetzungen ggf. nicht ausreichend kommuniziert werden (Expertengespräche, 2020). Die Konsequenz können **fehlende Festsetzungen** und Vorgaben für eine Anpassung an den Klimawandel sein (➢ Gebäude und Stadtentwicklung). Des Weiteren ist ein starker Kontrast bezüglich der Umsetzung und Anwendung verschiedener Anpassungsmaßnahmen zwischen Stadt und Landkreis zu erwähnen. Die Gründe dafür sind vielfältig. Angefangen bei fehlenden personellen Ressourcen, über wirtschaftlichen Druck und demographischen Wandel bis hin zu fehlender Aufklärungsarbeit über die Notwendigkeit einer fachgerechten Gebäudesanierung der Bauherren.

Die Bebauungsplanung (B-Pläne) der Stadt Bamberg hat Klimaanpassungsmaßnahmen bereits für sich erkannt. So werden des Öfteren beispielsweise **Gründächer oder Niederschlagsversickerung** auf den Grundstücken bei Neubauten in B-Plänen festgesetzt. Beides dient der Pufferung häufiger und intensiver auftretender Starkregenereignissen (➢ Gebäude und Stadtentwicklung). Gründächer mildern zusätzlich die thermischen Belastung innerhalb der Gebäude und senken damit die Kosten für eine **direkte Kühlung** (➢ Energiewirtschaft) sowie für **gesundheitliche Folgen** aufgrund von Hitze (➢ Gesundheitswesen). Auch die Bamberger **Biodiversitätsstrategie**, welche vom Umweltsenat 2014 beschlossen wurde, beschreibt Dach- und Fassadenbegrünungen als wünschenswerte Festsetzungen (Biodiversitätsstrategie Bamberg, 2014). In ihr werden zudem Regeln für ökologische Gestaltung kommunaler Grünflächen festgelegt (ebd.). Alle betroffenen Referate sollen die Inhalte berücksichtigen und auf eine erfolgreiche Umsetzung einwirken.

Weitere Anpassungsmöglichkeiten, wie **Fassadengrün** oder bestimmte **Gebäudeausrichtungen**, werden aktuell eher weniger, obwohl beides ebenfalls günstigerer bioklimatischer Bedingungen innerhalb bebauter Gebiete erzeugt (Expertengespräche, 2020). Viele Maßnahmen erfolgen auf **freiwilliger Basis**, wie bspw. das beginnende Umdenken bzgl. trockenresistenter Pflanzenarten im Außenbereich der Liegenschaften (Grünordnungspläne).

Der Landkreis Bamberg ist stark vom demographischen Wandel betroffen (Expertengespräche 2020). Daher wird es begrüßt, wenn Bauwillige zuziehen, wodurch die Art und Weise der Bebauung auf die Einhaltung der rechtlichen Bedingungen beschränkt wird. Bezüglich einer adäquaten Klimaanpassung fehlen mitunter die entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen (UBA, 2018b). **Sonderbauten** werden von der Planungsstelle des Landkreises genehmigt. Dort können Gründächer für größere Gewerbebauten vorgeschlagen werden. Zur Umsetzung im B-Plan kam es bislang jedoch nur vereinzelt durch **Initiative** einiger Kommunen (Expertengespräche, 2020). Im Landkreis werden oft weiterhin Einfamilienhäuser gebaut – sowohl im Innen- als auch im Außenbereich, welche zudem üblicherweise im sog. beschleunigten Verfahren (§13 a,b BauGB) geplant werden. Einerseits ist die Erhöhung des Einfamilienhausanteils in Bezug auf den steigenden Bedarf **seniorengerechter Wohnungen** bei zeitgleichem Freiwerden der bestehenden Einfamilienhäuser dringend zu überdenken. Andererseits muss dadurch im Aufstellungsverfahren des B-Plans weder eine **Umweltprüfung** noch eine **natur-**

schutzrechtliche Eingriffsregelung durchgeführt bzw. beachtet werden. Obwohl generell umwelt- und klimarelevante Belange in den Abwägungsprozess einfließen müssen, verlieren diese Belange dabei mitunter an Gewichtung. Somit können sich hinsichtlich einer Klimaanpassung negative Auswirkungen ergeben. Werden B-Pläne aufgestellt, können Festsetzungen bezüglich der **Ausformung von Außenanlagen**, wie beispielsweise Gründächer, Pflanzvorschriften und Steingartenverbot helfen, durch Versickerungsflächen bei Starkregenniederschlägen, Retentionsflächen bei Trockenperioden und Verschattungsanlagen im Außenbereich die Wärmebelastung abzupuffern (➢ Gebäude und Stadtentwicklung). Die Gestaltung des Außenbereiches wird über die Grünordnungspläne im Rahmen der Bauleitplanung geregelt. Dazu können bereits im Landschaftsplan Bereiche festgelegt werden, in denen ein Grünordnungsplan bspw. aus Gründen der Klimaanpassung notwendig wäre. Eine Anpassung der Ortsentwicklungskonzepte im Landkreis auf die Belange des Klimawandels und in Bezug auf den demographischen Wandel steht oftmals noch aus.

Teilstrategie

Eine klimaangepasste Kommune, Stadt oder gar Region fußt auf einem ganzheitlichen Ansatz. Einzelmaßnahmen können nur dann greifen, wenn:

- die Belange der Klimaanpassung in der Regional- und Bauleitplanung gestärkt werden, indem raumordnerischer Belange beschleunigt (Personalerhöhung) sowie konkret benannt werden und relevante Klimaanpassungsaspekte auf allen Planungsebenen einbezogen werden (Stärkung des Wissens über den Unterschied zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung)
- der Flächenverbrauchs (v.a. LK) maßgeblich verringert wird (5-Hektar-Ziel Bayerns), durch die Förderung der Innenentwicklung/ Nachverdichtung / Leerstandsmanagement:
  - Förderung der Wirtschaft und ärztlichen Versorgung durch bauliche Anpassung der Infrastrukturen und attraktive Gewerbeflächenangebote innerorts durch Umnutzung und Modernisierung der bestehenden Gebäude durch Evaluierung der rechtlichen Möglichkeiten und Information mit Privatbesitzern
  - seniorengerechten Wohnraum innerorts schaffen, wodurch auch der Flächenverbrauch an den Ortsrändern minimiert werden kann
- Sicherung der Gesundheit der Bevölkerung durch:
  - Erhöhung der Erreichbarkeit von Orten der Nahversorgung/Daseinsvorsorge (z.B. kurze Wege, ÖPNV-Anbindung),
  - Klimaangepasste Gebäudesubstanzen (➢ Stadtentwicklung und Gebäude) und
  - Sicherung der Naherholung und Kaltluftentstehungsgebiete u.a. durch die Förderung von Möglichkeiten wohnungsnahe öffentliche Grünflächen zu erweitern, zu sichern und zu entwickeln (v. a. Stadt).

Insbesondere im Hinblick auf den demographischen Wandel verstärkt sich die Dringlichkeit zur Klimaanpassung von Stadt und Landkreis. Daher sollte ein landkreisweiter Erfahrungsaustausch über konkrete planerische und bauliche Maßnahmen zur Förderung:

- Kaltluftentstehung/-transport,
- Niederschlagsversickerung/-rückhalt,
- baulichen Anpassung der Gebäude und
- Infrastrukturen

genutzt werden. Der Erfolg entsprechender Maßnahmen, Verordnungen oder Festsetzungen muss regelmäßig überprüft werden, wobei Möglichkeiten zur Verwendung von Anreizen und Sanktionen zur Unterstützung der Umsetzung evaluiert werden sollten.

Maßnahmen im Handlungsfeld Raumplanung

P 01 KLIMAANPASSUNGSMANAGER*INNEN

Kurzbeschreibung *Im Landkreis und in der Stadt existier(t)en bereits Klimaschutzmanager. Diese Stellen sollten auch weiterhin bestehen bleiben. Aufgrund der Aufgabenfülle wird jedoch dringend angeraten zusätzlich jeweils noch einen Klimaanpassungsmanager*in einzustellen. Insbesondere im Landkreis ist bei der Kalkulation des personellen bzw. zeitlichen Aufwandes die Weitläufigkeit und die damit verbundenen Wege (Zeit)zu bedenken. Die Klimaanpassungsmanager*innen sollten in die vorhandenen Verwaltungsstrukturen integriert werden. Die geschaffenen Stellen sind idealerweise unbefristet.*	
Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz	**Handlungsfeld Raumplanung**
Verantwortlichkeit	Stadt und LK, Klimaallianz
Aufwand für Akteure	mittel (Drittmittelfinanziert) bis hoch (Eigenmittel) optimaler Weise nicht Drittmittel finanziert, um eine konstante Bearbeitung der vielfältigen Themenfelder zu gewährleisten
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Aufgaben: • Vernetzung von Verwaltung und Gemeinden (LK), der einzelnen Fachbehörden untereinander (Stadt und LK) • Initialisieren und organisieren von öffentlichkeitswirksamen Projekten und Infoveranstaltungen bzgl. Sanierung/Modernisierung von Gebäuden (Regenwasserrückhalt/Hitzeschutz) • Kommunikation des Themas Klimaanpassung in allen Handlungsfeldern und • Vermittlung und Unterstützung der relevanten Akteure (z.B. Katastrophenschutz) und der Bevölkerung • Kontrolle und Antrieb möglicher Anpassungsmaßnahmen auf Grundlage des Klimaanpassungskonzeptes
Querverweise, Konflikte und Synergien	Aufgrund der Querschnittsaufgabe der Raumplanung ist diese Maßnahme hier anzusiedeln, bearbeitet werden jedoch sämtliche im Klimaanpassungskonzept genannten Handlungsfelder
Robustheit und Flexibilität	**LOW-REGRET:** die Stelle wird lediglich dann überflüssig, wenn keine Klimaanpassung nötig oder diese abgeschlossen ist, beides wird höchstwahrscheinlich in der nahen und fernen Zukunft nicht eintreffen
Maßnahmenindikator	Einstellung von mindestens ein/e Vollzeit Klimaanpassungsmanager*in für den LK und eine/r Klimaanpassungsmanager*in für die Stadt
Regionalisierung	Zuständig im LK für alle Kommunen inkl. Stadt
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	• z.Zt. läuft eine Förderung des BMU für eine 50%-Stelle eines Klima-Anpassungsmanagers/in (siehe: https://www.klimakompakt.de/ueber-diese-seite/gefoerdert-durch-bmu-im-rahmen-der-klimaschutzinitiative-ksi/) • Nach der Verabschiedung der Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels in Bremen und Bremerhaven wurde zur Umsetzung der Maßnahmen ein Klimaanpassungsmanager im Referat 20 „Umweltinnovationen & Anpassung an den Klimawandel“ ein eingestellt (siehe: https://www.bauumwelt.bremen.de/detail.php?gsid=bremen213.c.97173.de)

P 02 DISKUSSIONSPROZESS ÜBER SATZUNGEN ZUR KLIMAANPASSUNG

Kurzbeschreibung
Stadt und Kommunen können Klimaanpassungsmaßnahmen in der Bauleitplanung über Satzungen festlegen. Es gibt dabei eine Vielzahl von Möglichkeiten, klimaangepasstes Verhalten zu fördern. Die Gemeinden sollten diese Möglichkeiten transparent untereinander kommunizieren, wobei die zuständigen Verwaltungen in Stadt und Landkreis als Ansprechpartner/ Moderator der Kommunen dienen. Ziel ist es, konkrete Satzungen zur Förderung der Klimaanpassung landkreisweit zu erstellen und die Umsetzung derartiger Maßnahmen zu unterstützen. Dies betrifft bspw. Gestaltungssatzung, Abwassersatzungen und Grünordnungssatzungen. Dabei werden Festsetzungen im Sinne der Klimaanpassung zur Art der baulichen Nutzung, der Gebäudehöhen, der Bauweisen, der Niederschlagsversickerung sowie der Grundwasserentnahme auf den Grundstücken erstellt. Auch sollten Möglichkeiten für Synergien geprüft werden, wie bspw. biologische Trittsteine/ Biotopverbund oder auch den Anschluss und die Nutzung dezentralen Energieversorgungssystemen. Weiterhin sollte hinsichtlich einer angepassten Siedlungsentwicklung und der Reduzierung des Flächenfraßes der Einsatz von § 13b BauGB (beschleunigtes Verfahren im Außenbereich) zusammen mit den Gemeinden kritisch diskutiert werden.

Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz	**Handlungsfeld Raumplanung**
Verantwortlichkeit	Landkreis, Stadt
Aufwand für Akteure	**mittel** (bestehende Netzwerke sind nutzbar, wodurch der Aufwand sinkt, nach Einigung über geeignete Satzungen ist keine spezielle Betreuung der Kommunen vorgesehen)
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Stadt/LK organisiert Diskussionsrunden mit den Beteiligten Akteuren der Bauleitplanung • Verwaltungen bzw. Klimaanpassungsmanager der Stadt und des LK übernehmen die Vermittlung und Moderation der Runden und erläutern die Dringlichkeit und Notwendigkeit <u>Bsp. für Festsetzungen:</u> – Niederschlagsversickerung/-rückhalt – Dach-/Fassadengrün – bspw. inkl. Regenwassernutzung – Grundwasserentnahme auf den Grundstücken regulieren – Begrünung (vs. Steingärten) fördern – Trockenheitsresistente (heimische) Vegetation fördern – Verwendung heller Oberflächen/Fassaden – Entsieglungsmaßnahmen fördern – Möglichkeiten für grundlegend angepassten Bauweisen schaffen (u.a. atmungsaktive, nachhaltige Baustoffe – weg vom Beton; Ausrichtung der Aufenthaltsräume nicht zwangsläufig gen Süden; passive Kühlungsmöglichkeiten nutzen; geringerer Flächenverbrauch durch mehrgeschossige Bauweisen; Regenwasserzisternen; Solarthermie; energieunabhängigere Bauweisen durch bspw. manuelle Lüftungsmöglichkeiten)
Querverweise, Konflikte und Synergien	Voraussetzungen: Maßnahmen R 01 (Klimaanpassungsmanager*in) und R 04 (Problembewusstsein)
Robustheit und Flexibilität	**LOW-REGRET:** Werden die Maßnahmen im Baubereich umgesetzt, ist diese Maßnahme der nächste Schritt zu einer ganzheitlichen Anpassung der Ortschaften an den Klimawandel
Maßnahmenindikator	Satzungen zur Klimaanpassung sind in allen LK-Gemeinden hinreichend erstellt
Regionalisierung	v.a. Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** kurz (max. 3 Jahre)
Best-Practice Beispiele	• UBA: *Klimaanpassung in der räumlichen Planung (2016)* • Projekt: *KlimawandeLernen RLP – BauGB* (Stiftung für Ökologie und Demokratie e.V. 2017)

	• Best-Practice: Aachen (European Energy Award 2017) • Kritik an § 13b BauGB: M. Jehling et al. (2019): *Je schneller desto besser? – Chancen und Risiken beschleunigter Verfahren in der Bauleitplanung*, in: Flächennutzungsmonitoring XI.

P 03 REGELUNG VON ENT- UND VERSIEGLUNG

Kurzbeschreibung
Im Landkreis Bamberg fehlen durch Versiegelung zunehmend Flächen zur Niederschlagsversickerung/-rückhalt und als Habitate – die Überhitzung in diesen Bereichen steigt. Um der Versieglung entgegenzuwirken müssen Möglichkeiten aufgezeigt und Anreize geschaffen werden. Der Landkreis kann seine Kommunen unterstützen, indem er bei der Erstellung von Leitbildern und der Kommunikation von Best-Practice-Beispielen hilft, bspw. im Umgang mit Leerstand und Umnutzungen. Weiterhin wird ein Ausgleichsflächenkataster erstellt, wodurch verlorengegangene versiegelte Fläche möglichst hochwertig (gemäß ihrer Ökosystemdienstleistung, z. B. Kaltluftgewinnung) und zusammenhängend an anderer Stelle nachhaltig bewahrt werden kann.

Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz	**Handlungsfeld Raumplanung**
Verantwortlichkeit	Landkreis
Aufwand für Akteure	**mittel bis hoch**, abhängig von der Ausprägung der Anreize: • Lediglich beratend = mittel • Wettbewerb = hoch (Siegerprämie)
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Der LK: • berät über die Vermeidung von Versieglung vor Baubeginn und Aufklärung privater und gewerblicher Bauherren über Alternativen • informiert über konkrete Umsetzungsmöglichkeiten der Entsieglung, inkl. technische Best-Practice-Beispiele und mgl. Kosten • Kommunal: hilft im Prozess der Ortskernentwicklung (Beratung zum Thema Entsieglung, Umnutzung mit wenig Versieglung, Leitbilder zur Problematik Leerstand – z.B. kleine regionale Geschäfte im Kern, statt großflächige Supermärkte auf der „grünen Wiese“, Best-Practice-Bsp. usw.) • Privat: Schafft Anreize bspw. durch Wettbewerbe („Schönster entsiegelter Vorgarte“) Landkreis und Stadt erstellen ein Ausgleichsflächenkataster für Bauprojekte jeglicher Größe. Diese Flächen sollen nicht nur ökologisch wertvoll sein, sondern auch aus Sicht der Klimaanpassung (z.B. Kaltluftgewinnung) wichtig. Eine Absprache mit dem Regionalplaner Oberfranken-West wird angeraten.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Der Landkreis ist sich seiner Vorbildwirkung bewusst, wodurch er nicht nur „fordert“, sondern gemäß der Maßnahmen B02, B03 die eigenen Liegenschaften entsprechend entsiegelt, die gewonnenen Flächen ökologisch wertvoll aufwertet (Regenwasserrückhalt, Trittsteinhabitat, senken der Überhitzung) und im Rahmen von Neubauten so wenig wie möglich Flächen neu versiegelt
Robustheit und Flexibilität	**NO-REGRET:** ein Ausgleichsflächenkataster ist schon allein aus Biodiversitätsgründen sinnvoll und die Thematik der Ortsentwicklung in den Kommunen ein immerwährendes Thema
Maßnahmenindikator	Anzahl von Entsieglungsmaßnahmen steigt
Regionalisierung	Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** mittel (3-10 Jahre) bis lang (10 Jahre oder länger)
Best-Practice Beispiele	• Zum Thema Umnutzung: „Radlhof“ in Litzendorf • Förderung: https://www.wettbewerb-naturstadt.de/

P 04 INTEGRATION VON KLIMAANPASSUNGSASPEKTEN IN DIE PLANUNG

Kurzbeschreibung *Das Ziel ist, eine stärkere Sensibilisierung und höhere Gewichtung von Klimaanpassungsbelangen auf allen Planungsebenen zu erlangen. Es sollen dafür Weiterbildungsseminare für alle Verwaltungsmitarbeiter*innen relevanter Fachplanungen in der Stadt und dem Landkreis Bamberg abgehalten werden. Dabei ist es nicht das Ziel über den Klimawandel oder seine Folgen aufzuklären, sondern konkrete Möglichkeiten aufzuzeigen, wie relevante Klimaanpassungsbelange innerhalb der eigenen Themenfelder in das Tagesgeschäft integriert und mit vorhandenen Mitteln und Instrumenten umgesetzt werden können.*	
Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz	Handlungsfeld Raumplanung
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis
Aufwand für Akteure	**mittel,** je nach Seminarqualität und -quantität
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Weiterbildungsseminare aller Verwaltungsmitarbeiter, um planerische Aspekte im Tagesgeschäft der eigenen Zuständigkeit bzgl. der Folgen des Klimawandels zu erweitern • ein Wissenstransfer in die einzelnen Kommunen des Landkreises wünschenswert
Querverweise, Konflikte und Synergien	Derartige Seminare sind auch für die Bearbeiter anderer Handlungsfelder, wie bspw. Verkehrsplanung, Gesundheitswesen relevant. In dieser Maßnahme geht es dennoch vornehmlich um die Mitarbeiter in der Bauleitplanung, da die konkrete Benennung der Klimaanpassung im derzeitigen Regionalplan noch fehlt und Bamberg die Grundvoraussetzungen für die Benennung der Thematik somit eigenständig und vorbildlich schaffen kann.
Robustheit und Flexibilität	**Flexibel:** die Seminare können nach Bedarf ausgestaltet werden, LOW-REGRET: verkürzen aber auf jeden Fall Bearbeitungszeiten, da sie Möglichkeiten und Verknüpfungen für sehr komplexe Themen aufzeigen
Maßnahmenindikator	• Anzahl und Qualität der abgehaltenen Seminare • % Anteil der in den Planungsalltag integrierten Klimaanpassungsbelange
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** kurz (max. 3 Jahre) bis mittel (3-10 Jahre)
Best-Practice Beispiele	Infos. Regionalmanager, IÖR (Institut für Ökologische Raumplanung), Nürnberg Klimaanpassung in der Bauleitplanung – Erfahrungsaustausch möglich

P 05 KOSTENTRANSPARENZ – ORIENTIERUNGSWERTE - FOLGEKOSTEN

Kurzbeschreibung *In Bayern wird aktuell eine Flächenversieglung von maximal 5 Hektar pro Tag angestrebt. Das bedeutet in etwa eine Halbierung des derzeitigen Flächenverbrauchs. Damit der Landkreis Bamberg die neuen Vorgaben leichter einhalten kann, wird mit dieser Maßnahmen die Verwendung des Werkzeugs "Kostentransparenz" angeraten. Diese Empfehlung geht auf Manfred Miosga „Begrenzung der Flächeninanspruchnahme in Bayern" (Flächennutzungsmonitoring XI 2019) zurück. Die Kostentransparenz ist demnach ein hilfreiches Instrument für Entscheider*innen.* *Es verdeutlicht v.a. die Folgekosten von Planungsvorhaben und dient als Orientierungswert bei der Erreichung des 5-ha-Ziels. Wichtig ist ein unterstützender Prozess, damit die Kommunen im Landkreis das gewählte Werkzeug einfach und sicher anwenden und als Bereicherung wahrnehmen. Letztlich kann dies auch bei Entscheidungen der oftmals primären Dringlichkeiten der Ortsentwicklungen der Kommunen helfen.*	
Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz	Handlungsfeld Stadt- und Raumplanung
Verantwortlichkeit	Landkreis
Aufwand für Akteure	**mittel bis hoch**, wobei die Gemeinden letztendlich Kosten einsparen

Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• LK verpflichtet seine Kommunen zur Aufstellung einer Kostentransparenz bei neuen Planungsvorhaben • Tool: z.B. „Folgekostenschätzer 4.0“ des LfU • LK erstellt Orientierungswerte des Flächenverbrauchs für jede einzelne Kommune • LK unterstützt seine Kommunen durch Beratung und Betreuung bei Schwierigkeiten im Umgang mit dem gewählten Tool oder der Interpretation der Orientierungswerte, insbesondere im Hinblick auf die im LK dringend nötigen und gewünschten Fortschritte der Ortsentwicklung einzelner Kommunen • Wurden unter Verwendung der Kostentransparenz Pläne erstellt, müssen diese auch problemlos und zeitnah in Umsetzung gebracht werden können, der LK muss aus Sicht der Vergabe von Eigenmitteln entsprechende Vorgaben schaffen
Querverweise, Konflikte und Synergien	Folgekostenrechner sind ein Hilfsmittel für planerische Entscheidungsprozesse, wodurch sich Berührungspunkte zu allen Planungsgegenständen ergeben
Robustheit und Flexibilität	**LOW-REGRET:** da man den politischen Entwicklungen nachkommt
Maßnahmenindikator	• Verwendung einer Folgekostenrechnung ab spätestens 2021 • Einhaltung der 5 ha/Tag Vorgaben
Regionalisierung	Diese Maßnahme gilt in erster Linie für den Landkreis, welcher die Kommunen bei der Anwendung berät.
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	Infos: Initiative „Das bessere LEP für Bayern“

3.2.2. Handlungsfeld Katastrophenschutz

Ausgangssituation

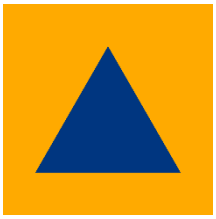


Abbildung 25: Das internationale Zivilschutzzeichen (Gemeinfreie Ab-

Der Katastrophenschutz ist in der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) als **Querschnittsthema** definiert, da er dazu beiträgt, die Schäden durch Extremwetter und Klimarisiken in den *unterschiedlichsten* Handlungsfeldern zu mindern. Der Katastrophenschutz ist damit immer dann betroffen, wenn es zu extremwetterbedingten Einsätzen in anderen Handlungsfeldern kommt. Darüber hinaus können die Organisationen des Katastrophenschutzes auch selbst und unmittelbar von Klimawandelfolgen betroffen sein, z. B. durch eine erhöhte körperliche Belastung in Hitzewellen.

Durch die klimawandelbedingte Zunahme von Extremwetterereignissen und deren Intensität steht der Katastrophenschutz vielerorts vor wachsenden und teils neuen Herausforderungen – die Einsatzzahlen nehmen zu und das Aufgabenspektrum ebenso (BBK, 2019b).

Nach dem Bayerischen Katastrophenschutzgesetz (BayKSG) ist es die Aufgabe der Katastrophenschutzbehörden (extremwetterbedingte) „Katastrophen abzuwehren und die dafür notwendigen Vorbereitungsmaßnahmen zu treffen“ (BayKSG Art.1, Abs.1). Beim Katastrophenschutz handelt es sich also in weiten Teilen um eine **staatliche Aufgabe**, welche in der **Zuständigkeit der Länder** liegt und durch die **Katastrophenschutzbehörden** der Kreise und kreisfreien Städte ausgeführt wird. Im Landkreis Bamberg ist das Landratsamt die untere Katastrophenschutzbehörde, geleitet durch den Landrat und unterstützt durch die **Führungsgruppe Katastrophenschutz** (FüGK) (LK Bamberg, 2019b). In der Stadt Bamberg wird der Katastrophenschutz durch das Amt für Brand- und Katastrophenschutz gewährleistet. Die Abteilung Brand- und Katastrophenschutz erarbeitet die allgemeine Katastrophenschutz- und Alarmierungsplanung. Im Katastrophenfall ist dann die Führungsgruppe Katastrophenschutz für das Krisenmanagement zuständig (Stadt Bamberg, 2019a).

Damit wird bereits deutlich: Katastrophenschutz ist ein Organisations- und Prozessschema von Akteuren und Abläufen. Bei Einsätzen des Katastrophenschutzes arbeiten **Hilfsorganisationen** wie Feuerwehren, Technisches Hilfswerk, Bayerisches Rotes Kreuz (BRK), Malteser Hilfsdienst (MHD), Arbeiter-Samariter-Bund (ASB), Johanniter Unfallhilfe (JUH) etc. auf Bundes-, Länder- und kommunaler Ebene zusammen.

Im Landkreis gibt es 188 **Freiwillige Feuerwehren** mit gut 7.000 ehrenamtlich Aktiven sowie eine **Werkfeuerwehr** (LK Bamberg, 2019a). Die Stadt Bamberg verfügt über eine Freiwillige Feuerwehr, welche sich im Stadtgebiet auf neun Löschgruppen, eine Löschgruppe/Sondereinheit ABC-Abwehr (Dekontaminationszug) sowie eine ständige Wache verteilt und insgesamt ca. 375 aktive Mitglieder hat (Stadt Bamberg, 2019e). Hinzu kommen etwa 50 Kinder und Jugendliche in den Nachwuchsgruppen.

Das **THW als Bundesanstalt** verfügt über ein anderes Einsatzgebiet als die Feuerwehren. Das THW ist auf die technische Hilfeleistung spezialisiert. Kernaufgaben des THW sind unter anderem die Beseitigung von Wasserschäden im öffentlichen Raum, die Wiederherstellung von Infrastruktur, die Bekämpfung von Hochwasser, das Beräumen von Einsatzstellen, die technische Unterstützung mit Elektroversorgungen, Beleuchtungen oder Pumpen an Einsatzstellen. Die Stärke des THWs besteht in den bundesweit einheitlichen Ausstattungen und ihren Organisationsstrukturen im Hinblick auf den Bevölkerungsschutz und in den spezialisierten Fachgruppen für die örtliche Gefahrenabwehr ande-

rerseits. Der THW Ortsverband Bamberg verfügt über die Fachgruppen Räumen, Wasserschaden/Pumpen, Notversorgung und Notinstandsetzung sowie eine Bergungsgruppe. Das THW wird bei Bedarf von der örtlichen Führung des Katastrophenschutzes angefordert, zumeist nachgelagert, wenn die Feuerwehren bereits im Einsatz sind. Die THW-Kräfte werden dann der örtlichen Einsatzleitung unterstellt (THW OV Bamberg, 2019).

Im Handlungsfeld Katastrophenschutz gibt es eine Reihe von **Herausforderungen** (Box), die sich mit denen des Klimawandels überlagern oder mit denen des Klimawandels in Wechselwirkung stehen. Diese können bei einer Betrachtung der klimawandel- und extremwetterbedingten Betroffenheiten nicht außer Acht gelassen werden. Das liegt darin begründet, dass sich etwa die Situation des Ehrenamtes ganz erheblich darauf auswirkt, welche personellen Kapazitäten für die Bewältigung der extremwetterbedingten Einsätze zur Verfügung stehen, woraus sich wiederum das Ausmaß der Betroffenheit von häufigeren und intensiveren Lagen ergibt. Im Folgenden werden also wichtige Sensitivitäten des Handlungsfeldes wie auch Hemmnisse bei der Anpassung des Handlungsfeldes an den Klimawandel beschrieben. Zugleich soll damit hervorgehoben werden, dass einige der folgenden Herausforderungen unter dem Aspekt des Klimawandels eine neue und Dringlichkeit erfahren (Box: Herausforderungen).

Box 3: Herausforderungen für den Katastrophenschutz

Rolle des Ehrenamtes im Klimawandel

In Deutschland besteht die Feuerwehr zu 95 % aus freiwilligen Mitgliedern. Beim THW arbeiten deutschlandweit sogar 99 % im Ehrenamt. In Stadt und Landkreis Bamberg wie in Bayern stellt das Ehrenamt die Basis aller großen Hilfsorganisationen. Eine ständige Mobilisierung für die ehrenamtlichen Helfer*innen in den Hilfsorganisationen wird zukünftig immer stärker erforderlich, um die Herausforderung im Katastrophenschutz bewältigen zu können (UBA, 2015a). Der Einsatz für die Feuerwehr und Hilfsorganisationen ist anspruchsvoll. Er erfordert die Bereitschaft, jederzeit Dienst zu leisten, sich fortzubilden und regelmäßig zu üben. Das alles bedeutet einen enormen Zeitaufwand für die freiwilligen Helfer*innen (KFV Bamberg, 2019).

Gewitter mit Starkregen kündigen sich oft ohne größeren zeitlichen Vorlauf an, ihr genaues räumliches Auftreten wie ihr Schadensausmaß sind schwer vorhersehbar. Das ist aber schlecht mit dem Ehrenamt vereinbar. Die Menschen in den Hilfsorganisationen gehen in der Regel noch anderen Tätigkeiten und Verpflichtungen (beruflich und privat) nach, bei denen sie ihre Abwesenheit idealerweise rechtzeitig abklären müssen und dazu auf Vorlaufzeiten angewiesen sind.

Nicht zuletzt spart das Modell des Ehrenamtes der öffentlichen Hand Personalausgaben bei der Prävention und Bewältigung von Klimawandelschäden. Ob dies in Zukunft in so weitreichendem Maße durch das Ehrenamt zu bewerkstelligen sein kann und sollte, bietet Stoff für Diskussionen (Bpb, 2015).

Megatrend demographischer Wandel

Zur Sicherung der Einsatzfähigkeit der Hilfsorganisationen ist eine ausreichende Anzahl an Ehrenamtlichen notwendig, was sich vor dem Hintergrund des demographischen Wandels gerade für kleinere Feuerwehren und Hilfsorganisationen schwierig gestaltet. Im schlimmsten Fall stehen zeitweise und punktuell nicht genügend Ehrenamt-



Abbildung 26: Eisrettungsübung. Freiwillige Feuerwehr Stadt Scheßlitz (2018).

liche mit der passenden Qualifikation bereit, um jeden Einsatz bewältigen zu können. Mit dem Klimawandel und dem demographischen Wandel überlagern sich zwei Entwicklungen von hoher Tragweite. Das Handlungsfeld Katastrophenschutz ist davon neben dem Handlungsfeld Gesundheit mit am Stärksten betroffen.

Eine Prognose der Entwicklung der Mitgliederzahlen in den Freiwilligen Feuerwehren Bayerns geht für den Zeitraum 2011 bis 2031 von einer durchschnittlichen Abnahme um 15 % aus (LFV Bayern, 2020). Die Modellrechnung geht davon aus, dass der Rückgang in Oberfranken am stärksten zu spüren sein wird (LFV Bayern, 2013). Der Wegfall des Zivildienstes bedeutete für das THW einen starken Einschnitt, von dem sich die Organisationen jedoch langsam wieder erholen konnten. Nach Einschätzung lokaler Akteure entwickeln sich die Mitgliedsstatistiken der Organisationen des Katastrophenschutzes vor Ort in den letzten Jahren seitwärts oder leicht positiv, auch aufgrund des Engagements in der Nachwuchsarbeit. Die Jugendfeuerwehr Bamberg Stadt hat - entgegen dem Trend - keine Nachwuchsprobleme. Mit den Kinder- und Jugendfeuerwehren, die sich einer großen Nachfrage erfreuen, soll der Nachwuchs für das aktive Ehrenamt in den Wehren nachhaltig gesichert werden (KFV Bamberg, 2019). Die Jugendfeuerwehren haben sich bereits als nachhaltige und bewährte Methode der Sicherung der Mitgliederzahlen herausgestellt (Expertengespräche, 2020).

Attraktivität des Ehrenamtes

Sozialen Berufen im Allgemeinen kommt (besonders für die Bewältigung personalintensiven Herausforderungen wie extremwetterbedingten Flächenlagen, Pandemien, Blackout) eine hohe Bedeutung zu, um die Unversehrtheit der Bevölkerung zu gewährleisten. In der Vergütung und Wertschätzung spiegelt dieser sich das jedoch nicht für alle Berufsgruppen wider, Beispiel Pflege. Die Folge: Fachkräftemangel, Mangel an Nachwuchs, unbesetzte Stellen. Dadurch sinken die Kapazitäten zur Bewältigung der eingangs genannten Herausforderungen.

Personen, die sich in Rettungsdiensten haupt- oder ehrenamtlich engagieren, genießen in Deutschland das höchste Vertrauen (Creutzburg, 2017; Westphal, 2018). Trotzdem sind sie gehäuft Zielscheibe von Behinderungen, Beleidigungen und sogar Tätlichkeiten. Die Aggression gegenüber Einsatzkräften hat allgemein zugenommen und der Respekt abgenommen. Dies ist regelmäßig Thema in den Jahresberichten des Kreisfeuerwehrverbands. Aufsehen und Unverständnis erregte der Fall eines Autofahrers, der mit dem Auto einen Feuerwehrmann anfuhr, als dieser Absperrmaßnahmen um eine Einsatzstelle (Brand in Stegaurach) vornahm (infranken.de, 2019f). Von vielen Einsatzkräften wird mangelnde Rücksicht und egoistisches Verhalten von Teilen der Bevölkerung beklagt.



Abbildung 27: Hashtag der CariThek,der Fachstelle für bürgerschaftliches Engagement und Ehrenamtsförderung in Stadt und Landkreis

Im Beteiligungsprozess der Konzepterstellung kam auch zur Sprache, dass das aktive (heißt: zeitintensive und nicht immer planbare) Engagement bei Arbeitgebern nicht unbedingt beliebt ist und Arbeitgeber vor große Herausforderungen stellt. Schließlich müssen sie ihre Angestellten für die Dauer des Einsatzes freistellen. Das ist jedoch nicht in jedem Beruf ohne weiteres möglich und kann den Betrieb teils empfindlich in den Abläufen beeinträchtigen. Der Klimawandel führt also zu einer temporären Abwesenheit von Fachkräften in den Betrieben.

Arbeitgeber sollten von den Kommunalverwaltungen für ihre Mehrbelastung Wertschätzung erfahren. Von den Kreisfeuerwehrverbänden werden Firmen, die Personal für ehrenamtliche Zwecke auch kurzfristig freistellen oder technisches Gerät und Fahrer zur Verfügung stellen, bereits durch Urkunden als feuerwehrfreundliche Unternehmen gewürdigt.

Vom Landkreis wird das Ehrenamt bzw. das bürgerschaftliche freiwillige Engagement in den Organisationen des Katastrophenschutzes mit der Ehrenamtskarte honoriert. Mit ihr gibt es Ermäßigungen bei Einkäufen und Eintritten (Schreiber, 2018). Ebenso wird privaten Arbeitgeber*innen von der jeweiligen Gemeinde das Arbeitsentgelt der Feuerwehrdienstleistenden für den Zeitraum des Einsatzes erstattet. Ein bewährtes Modell, mit dem Ehrenamt attraktiv für Arbeitgeber*innen wird, etwa indem sie Vorteile aus der Beschäftigung und Unterstützung von Ehrenamtler*innen genießen, fehlt bislang.

Strukturwandel und Urbanisierung

Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur wirken sich ebenfalls auf das Ehrenamt und die Hilfsorganisationen aus. Urbanisierungstendenzen und der Wegzug junger Menschen in die Städte führen dazu, dass in peripheren Gemeinden weniger Personen für die Übernahme ehrenamtlicher Aufgaben zur Verfügung stehen. Der Wandel der Berufsbilder wirkt sich ebenfalls auf den Katastrophenschutz aus, schließlich sind Menschen mit technischer Vorerfahrung gerade bei Feuerwehr und THW sehr willkommen. Immer mehr Berufe sind zudem befristet, die Arbeitskräfte ziehen für ihre Berufe um, Dienstreisen und Urlaubsfreudigkeit nehmen zu. Die Bindung zu Wehren und Ortsverbänden nimmt ab. Mit dieser Fluktuation müssen die Hilfsorganisationen umgehen, etwa über eine intensivierte Jugendausbildung oder eine stärkere Einbindung weiterer Bevölkerungsgruppen (Frauen, Migrant*innen).

Sicherung der Einsatzfähigkeit

Es ist nicht nur die Anzahl an Mitgliedern in den Hilfsorganisationen, die für die Einsatzfähigkeit während klimawandelbedingter Extremwetterereignisse entscheidend ist – sie müssen auch kurzfristig verfügbar sein. Der Landkreis Bamberg steht zusätzlich vor ähnlichen Herausforderungen, wie andere ländliche Regionen. Die ehrenamtlichen Katastrophenschützer arbeiten oftmals tagsüber weiter von ihrem Wohnort bzw. ihrer Freiwilligen Feuerwehr entfernt (Schreiber, 2018). Weniger Ehrenamtler*innen können dadurch kurzfristig zu Einsätzen der Freiwilligen Feuerwehr hinzugezogen werden, da sie längere Anfahrts- bzw. Pendelzeiten haben. Das THW als nachgelagerte Organisation ist davon noch etwas weniger betroffen als die Freiwillige Feuerwehr.

Die Einsatzbereitschaft kleinerer Feuerwehren am Tage ist ein Problem, vor dem im Jahr 2018 etwa die Gemeinde Burgwindheim stand: Es waren zu wenig ausgebildete Atemschutzgeräteträger bei einem Hausbrand vor Ort, sodass der Einsatz erst nach Anrücken von weiteren Kräften aus anderen Wehren starten konnte. Als Verbesserungsvorschlag wurde diskutiert, die tagsüber anwesenden Mitarbeiter*innen des Bauhofs einzubeziehen.

Im Bayerischen Feuerwehrgesetz wurde die Möglichkeit zur Doppelmitgliedschaft eingeführt. Durch die Doppelmitgliedschaft können Personen den Feuerwehrdienst ebenso in Gemeinden leisten in der sie einer Beschäftigung oder Ausbildung nachgehen. Vor der Änderung konnte der Dienst nur als Gemeindeeinwohner*in oder in Ausnahmefällen als Einwohner*in benachbarter Kreise angetreten werden (Bayerischer Landtag, 2011).

Die Feuerwehren des Marktes Burgebrach bilden Alarmierungsgemeinschaften, um weniger anfällig gegenüber personellen Engpässen in einer Wehr zu sein. Solche gibt es auch z. B. in Altendorf, Memmelsdorf, Lisberg, Litzendorf, Priesendorf. In diesem Modell wird insbesondere für die kleineren Wehren ein nachahmenswertes Modell für die Zukunft gesehen. Die gemeinschaftliche Alarmierung bedeutet allerdings auch, dass sich die Einsatz- und Führungskräfte aufeinander abstimmen und gemeinsam üben müssen (Schreiber, 2018). Im Markt Heiligenstadt ist aufgrund des Mangels an Führungskräften ein Zusammenschluss der Wehren Oberleinleiter und Burggrub bzw. ihrer aktiven Mannschaften geplant. Niemand wollte oder konnte die Funktion des stellvertretenden Kommandanten übernehmen, auch aufgrund der wachsenden Anforderungen bzw. erforderlichen Ausbildungen, die mit dieser Rolle einhergehen. Das Beispiel ist kein Einzelfall. Auch die Zusammenlegung der Feuerwehren Zoggendorf und Heiligenstadt ist geplant (Schwind, 2019).

Vorhaltung von Material und Technik sowie Unterbringung in Räumlichkeiten

Die Hilfsorganisationen müssen darüber hinaus über eine umfangreiche und angepasste Ausrüstung,

wie moderne Fahrzeuge, Großpumpen oder Netzersatzanlagen verfügen. Für die klimawandelbedingten Lagen, wie etwa Waldbrände, sind andere Techniken und Ausstattungen erforderlich, deren Bedarfe im Vorfeld geplant werden müssen. Selbstverständlich benötigt der Katastrophenschutz auch hinreichend ausgestattete und große Räumlichkeiten (ohne Sanierungsrückstand), um seine Aufgaben wahrzunehmen. Hier bestehen beispielsweise Defizite beim städtischen KatS in der Ludwigstr. in Bamberg und bei der Unterbringung der Unterstützungsgruppe Örtliche Einsatzleitung (UG-ÖEL).

Zusammenarbeit der Hilfsorganisationen

Im Beteiligungsprozess berichteten die Akteure, dass kleinräumige Extremwetterereignisse an Intensität gewinnen. Das führt dazu, dass betroffene Kommunen bzw. Feuerwehren diese oft nur mit Unterstützung der Nachbarkommunen und -wehren bewerkstelligen können. Regionale Unterstützung wird also zunehmend notwendig, aber auch möglich angesehen, da etwa bei kleinräumigen Gewittern oder bei Waldbränden andere Kommunen nicht betroffen sind und freie Kapazitäten haben.

Bei der telefonischen Befragung lokaler Akteure zeigte sich, dass das THW in Stadt und Landkreis Bamberg nicht immer in dem Maße in die Bewältigung des Einsatzgeschehens bei Extremwetter eingebunden wird, wie es sich von Seiten des THW gewünscht und für eine zügige Bewältigung der Einsätze für sinnvoll erachtet wird. Als Beispiel wurde ein Sturmereignis mit vielen Einsätzen im Landkreis aufgeführt, bei denen Feuerwehren aus anderen Landkreisen zur Unterstützung herangezogen, das THW aber nicht angefordert wurde. Die Bewältigungspotenziale des THWs für extreme Lagen können infolgedessen nicht voll ausgeschöpft werden und es besteht die Gefahr, dass die Arbeitsbelastungen des Klimawandels zwischen den Ehrenamtlichen verschiedener Hilfsorganisationen ungleich verteilt werden. Das THW selbst spricht sich für eine intensivere Zusammenarbeit aus und möchte in die Bewertung der örtlichen Gefahrenlagen eingebunden werden (Expertengespräche, 2020). Durch das 2020 geänderte THW-Gesetz verzichtet der Bund in vielen Fällen künftig auf eine Kostenerstattung der Gemeinden für einen THW-Einsatz. Dadurch können die Ressourcen des THW noch besser genutzt werden, die Einsatzzahlen des THW steigen.

Kaskadeneffekte

Kaskadeneffekte oder Lawineneffekte können durch kleine Ursachen bzw. Störungen im System verursacht werden, die in der Folge, meist durch eine Verkettung als „unglücklich“ angesehener bzw. unvorhergesehener Umstände zu ernsthaften und weitreichenden Problemen erwachsen. Der Klimawandel bietet Potential, derartige Kaskaden in Gang zu setzen oder ihnen eine Dynamik zu verleihen. Ein Beispiel hierfür ist ein extremwetterbedingter Schaden im Stromnetz, der zu einem länger andauernden, flächendeckenden Stromausfall führt. Dieses unwahrscheinliche, aber nicht auszuschließende Ereignis würde die Organisationen des Katastrophenschutzes stark fordern. Schließlich sind viele Menschen und Einrichtungen darauf schlecht bis gar nicht vorbereitet, sodass es schnell zu katastrophalen Zuständen kommen kann. Pflegeheime und Menschen in Heimbeatmung sind auf eine Stromversorgung angewiesen. Sie würden nicht nur schnell im Kalten und Dunkeln sitzen, sondern auch in einen gesundheitlichen Notstand geraten und dann die Kapazitäten des Katastrophenschutzes stark fordern. Aufgabe des Katastrophenschutzes ist es, vorbeugend kritische Einrichtungen (etwa Pflegeheime) und Infrastrukturen zu identifizieren, ihre Gefährdung zu ermitteln und gemeinsam mit den Betreiber*innen auf eine Resilienzsteigerung hinzuwirken. Dieser Bedarf wird im Handlungsfeld Energie erneut aufgegriffen. Dort findet sich mit E 03 auch eine Klimaanpassungsmaßnahme zur Resilienzsteigerung kritischer Infrastrukturen gegenüber Stromausfällen.

Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung

Schadensereignisse nehmen mit dem Klimawandel zu, sodass auch die Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung immer wichtiger wird. Der Kreisbrandrat des Landkreises weist 2018 darauf hin, dass die Feuerwehren besonders bei größeren Schadensereignissen wie Stürmen oder Überschwemmungen mehr als ausgelastet sind und die Eigeninitiative noch einmal mehr gefragt ist. Es kommt jedoch immer wieder vor, dass die Bewohner*innen schon beim kleinsten Geschehen die Rettungskräfte anfordern. Die Bereitschaft und Fähigkeit zu Selbstschutz, Selbst- und Fremdhilfe und zur Bewältigung

von Krisen bleibt eine übergeordnete gesellschaftliche Herausforderung, die sich nicht nur im Umgang mit den Folgen des Klimawandels zeigt. Die später vorgestellte Klimaanpassungsmaßnahme KA 06 knüpft an dieses Problem an.

Klimawirkungen

Zunächst gibt in Abbildung 28 das Klimawirkungsgeflecht im Handlungsfeld Katastrophenschutz einen Gesamtüberblick über die Wechselwirkungen mit verschiedenen Klimaindikatoren. Das Klimawirkungsgeflecht wurde in einem partizipativen Prozess im Austausch mit den Stakeholdern erarbeitet (vgl. Kap. 3.1.).

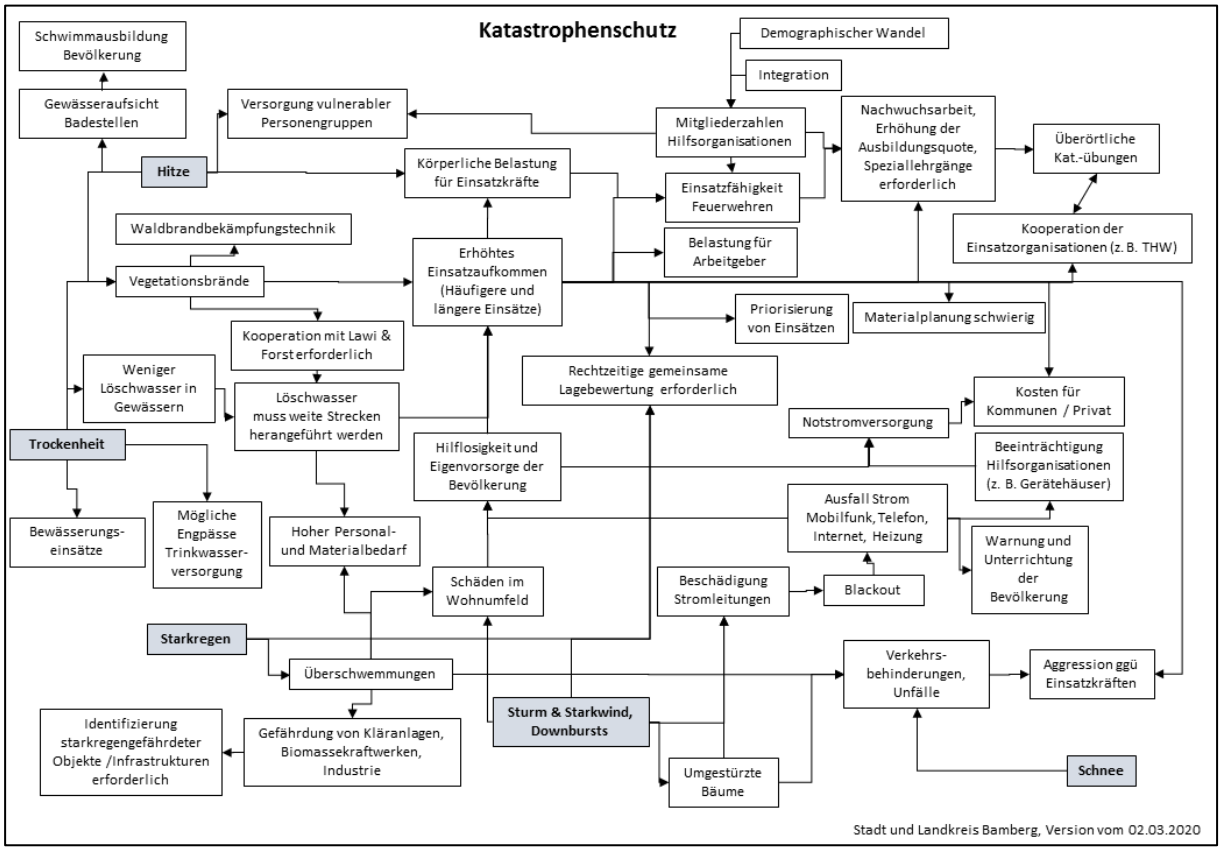


Abbildung 28: Darstellung der ermittelten Klimasignale und ihrer Wirkung für das Handlungsfeld Katastrophenschutz in Stadt und Landkreis Bamberg.

Veränderungen im Einsatzgeschehen

Eine der wesentlichen klimawandelbedingten Herausforderungen im Handlungsfeld stellt die zunehmende Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen und den damit verbundenen Einsätzen dar. Erschwerend kommt hinzu, dass durch die kurzen, aber heftigen Extremwetter die Einsätze sehr ungleich über die Zeit verteilt sind. Innerhalb kurzer Zeit sind während oder nach Extremwetter sehr viele Einsätze abzuarbeiten. Hierfür ausreichend Personal, Material und Technik bereit zu halten, um innerhalb der Hilfsfristen zu reagieren, ist eine Herausforderung. Die starke Ungleichverteilung von unwetterbedingten Einsätzen zeigt die folgende Abbildung 30, die auf Einsatzdaten der Integrierten Leitstelle Bamberg-Forchheim beruht (ILS Bamberg-Forchheim, 2019).

Die Zunahme an unwetterbedingten Einsätzen schlägt sich auch in der Gesamtstatistik der Einsätze wieder. Die Anzahl der Einsätze der Kreisfeuerwehren stieg zuletzt in den Jahren 2017 und 2018 jährlich um etwa 12 % an. Die Anzahl der Alarmierungen lag mit 870 (+ 102) im Jahr 2017 und 969 (+ 99) im Jahr 2018 über den Zahlen der Vorjahre (KFV Bamberg, 2019). Den Trend zu mehr Einsätzen gilt es in der Feuerwehrbedarfsplanung zu berücksichtigen. Diese Entwicklung überlagert sich mit anderen, nicht-klimatischen Herausforderungen, vor denen die Feuerwehren und auch andere Hilfsorganisationen stehen, wie etwa dem demographischen Wandel. Da sich hier zahlreiche Wechselwirkungen mit der Klimaanpassung ergeben, werden sie zum Ende des Kapitels thematisiert.



Abbildung 29: Örtliche Einsatzleitung im Landkreis Bamberg zur Unterstützung der Leitstelle bei Unwetterlagen (Quelle: Landkreis Bamberg (2020)).

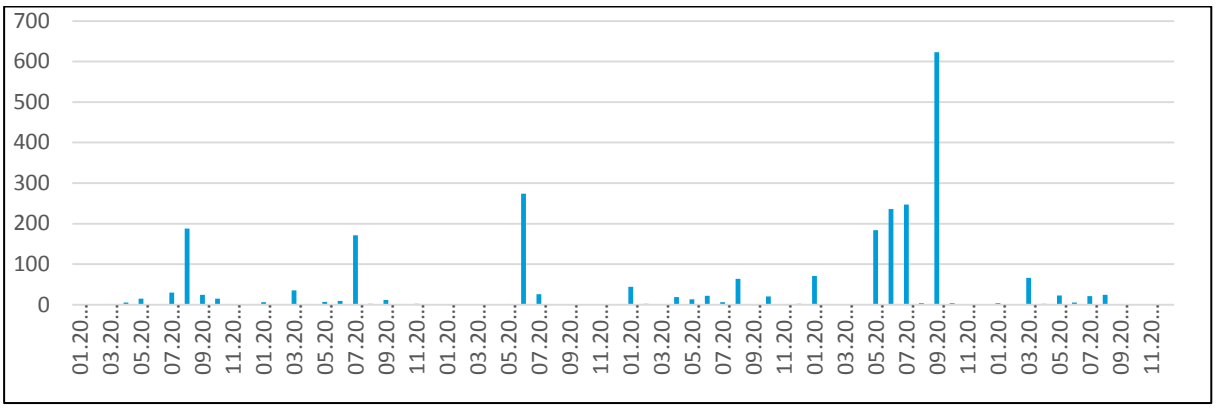


Abbildung 30: Verteilung von unwetterbedingten Einsätzen, dargestellt anhand von Einsatzdaten der Integrierten Leitstelle Bamberg-Forchheim (ILS Bamberg-Forchheim, 2019).

Sirenen stellen ein personalarmes und kurzfristig einsetzbares Mittel zur Warnung der Bevölkerung dar. Der Landkreis Bamberg verfügt lediglich im Ortsgebiet Baunach über Sirenen. In der Stadt Bamberg gibt es keine Sirenen zur Warnung der Bevölkerung.

Außerdem kann die Bevölkerung durch die kostenlose *App NINA* vor Gefahren gewarnt werden. Seit neuestem können nicht mehr nur Bundesinstitutionen bei Ereignissen warnen und Verhaltenshinweise geben, sondern auch der Landkreis Bamberg selbst (stadt.bamberg.de, 2019c). Im März 2019 gab es für die Warn-App einen landesweiten Probealarm (Stadt Bamberg, 2019h).

Hitzeperioden stellen eine Gefahr für Leib und Leben der Menschen dar. Es kann vermehrt zu Kreislaufproblemen, Dehydrierungen und Herzinfarkten kommen (➢ Gesundheit). Insbesondere ältere und kranke Menschen sind von Hitzewellen betroffen. Es kommt zu einem erhöhten hitzebedingten Aufkommen in Krankenhäusern, Rettungsstellen und Pflegeeinrichtungen. Für Notärzt*innen und Rettungssanitäter*innen bedeutet dies ein steigendes Einsatzaufkommen, bei deren Bewältigung sie unter Umständen aus Kapazitätsgründen durch die freiwilligen Hilfsorganisationen (MHD, BRK, JUH) unterstützt werden müssen. Der demographische Wandel lässt die Anzahl von potenziell durch Hitze gefährdete Menschen zukünftig noch weiter ansteigen.

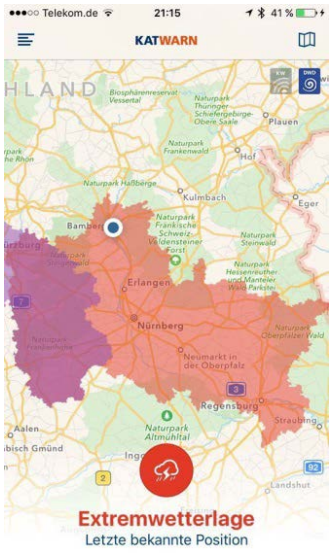


Abbildung 31: Amtliche Unwetterwarnung vor schwerem Gewitter (FW Bamberg, 2016).

Zusätzlich spüren ebenso jüngere und gesunde Menschen die Auswirkungen der Hitzebelastung in Form von schneller körperlicher Erschöpfung und Konzentrationsproblemen, was bei den Einsatzkräften zu Gefährdungen führen kann (BBK, 2019a). Im Sommer 2019 kollabierten etwa vier Feuerwehrleute aufgrund der Hitze und der körperlichen Anstrengung beim Löschen eines abgeernteten Feldes im Landkreis Kronach (infranken.de, 2019b). Bei kräftezehrenden Einsätzen, die ggf. sogar noch an Wärmequellen stattfinden, lässt der Einsatzwert der Feuerwehrleute schnell nach und sie müssen durch frische Kräfte abgelöst werden. Ist dies nicht möglich, können sich Löscharbeiten verzögern und Brände leichter ausbreiten.

Bei warmen Temperaturen sind Aktivitäten im Freien allseits beliebt. **Extreme Wetterereignisse** bergen für die Erholungssuchenden jedoch im Freien Gefahren. Wach- und Sanitätsdienste auf Open-Air-Veranstaltungen während Hitzewellen wie auch Aufsichten an Badegewässern und in Freibädern werden damit wichtiger, da diese Freizeitaktivitäten von mehr Menschen über eine längere Saison nachgefragt werden und die Dauer samt Intensität von Hitzewellen zunimmt. Da die Aufsicht oft von ehrenamtlichen Kräften gestellt wird, kann es schwierig werden, ausreichend Personal für eine lückenlose optimale Beaufsichtigung und medizinische Erstversorgung zu stellen.



Abbildung 32: Feldbrand bei Hirschaid. Freiwillige Feuerwehr Markt Hirschaid (2017) (links); Schweres Gerät bei einem Löscheinsatz in einem Waldstück zwischen Ebrach und Großgressingen (Freiwillige Feuerwehr Ebrach (2020)(rechts).

Bei Hitze herrscht hohe **Brandgefahr**, die Natur hat stellenweise den Charakter einer „Zündschnur“ (Fößel, 2019) (Abbildung 32). Bei Flächenbränden arbeiten Feuerwehr und THW eng zusammen (THW OV Bamberg, 2014). Nicht selten sind Mähdrescher oder andere landwirtschaftliche Geräte die Brandverursacher, sodass die Landwirt*innen unbeabsichtigt ihre eigenen landwirtschaftlichen Flächen in Brand setzen. In der Vergangenheit kam es immer wieder fast zeitgleich an mehreren Orten im Landkreis zu Feldbränden. Dies ist mit der vielerorts zeitgleich stattfindenden Getreideernte zu erklären. Die Anzahl der Stunden, bei denen die Kornfeuchte eine Ernte erlaubt, ist begrenzt und muss aus Wirtschafts- und Qualitätsgründen bestmöglich ausgenutzt werden (➢ Landwirtschaft). Für

einige Getreidearten nimmt durch den Klimawandel die witterungsbedingte verfügbare Zahl an Erntestunden ab, das Zeitfenster für die Ernte wird also kleiner und verlagert sich nach vorne (Prochnow *u. a.*, 2015).

Der Kreisbrandrat empfiehlt den Landwirt*innen, ihre Fahrzeuge im Bereich des Motors täglich von Anhaftungen zu reinigen, um einer Überhitzung und Selbstentzündung entgegenzuwirken. Privatpersonen sollten ihre PKW nicht auf Wiesen oder im hohen Gras abstellen (Fößel, 2019). Auch Glasscherben geraten regelmäßig in Verdacht, Brände in der Natur auszulösen.

In Wäldern werden durch die langanhaltenden Dürreperioden die Löschbedingungen zunehmend erschwert, da Bodenstreu aufgrund des Wassermangels kaum verwittert und es dem Reisig und Unterholz an Feuchte fehlt, um hemmend auf die Ausbreitung eines Brandherdes zu wirken. Bei Löscharbeiten müssen wiederum die Bodenschichten gewässert werden, um ein Wiederaufflammen zu vermeiden. Dies bindet Einsatzkräfte und Material über die Bekämpfung des offenen Feuers hinaus.

Die **zunehmende Beständigkeit von Wetterlagen** kann zu lang anhaltenden Trockenperioden führen. In solchen Phasen können Regenfronten bei Waldbränden keine Unterstützung der Löscharbeiten leisten. Lediglich die Zufälligkeit von oft nur kleinräumigen Gewittern kann den Feuerwehrleuten zu Hilfe kommen. Zum Antransport von Löschwasser an Einsatzstellen besteht eine Dispogruppe Pendelverkehr, die aus den Tanklöschfahrzeugen mehrerer Feuerwehren gebildet wird (KFV Bamberg, 2015a). Das Herstellen von Schlauchleitungen über weite Strecken, wenn Löschwasser über eine längere Zeit benötigt wird, ist immer wieder Teil von Übungen der Rettungskräfte. Dies stellt sicher, dass im Einsatzfall optimal gehandelt werden kann. Im Jahr 2015 fand beispielsweise die Übung Johannishof statt, bei der mit mehreren Pumpen eine Schlauchverbindung über 1500 Meter hergestellt wurde (KFV Bamberg, 2015b).



Abbildung 33: Das Wechselladersystem des Landkreises vor Schloss Seehof (KFV Bamberg, 2016b).

Der Landkreis hat für die Feuerwehr bereits fünf Wechselladerfahrzeuge (WLF) und ein Dutzend Abrollbehälter mit verschiedenster Ausstattung beschafft, die flexibel je nach Einsatzlage aufgeladen

werden können (Abbildung 33). Es gibt Abrollbehälter in den Ausstattungen Logistik, Sonderlöschmittel, Besprechung/Betreuung, Wasser, Hochwasser, Unwetter, Transport, Schlauch und Mulde (KFV Bamberg, 2016b). Ein weiterer Abrollbehälter (der 13.) ist beispielsweise mit einem Löschwasserfördersystem ausgestattet und dient der Wasserbeförderung bei der Brandbekämpfung über lange Wegstrecken hinweg und der Versorgung weiterer Löschfahrzeuge mit Wasser. Er ist im Landkreis stationiert und wurde vom Freistaat zur Verfügung gestellt. Das System kann zudem zum Abpumpen von Wasser aus überschwemmten Gebieten nach Starkregen oder Flusshochwasser genutzt werden. Als Teil des Katastrophenschutzkonzepts des Freistaats Bayern kann dadurch auf verschiedenste extremwetterbedingte Großschadensereignisse reagiert werden. Wechselladerfahrzeuge sind im Landkreis in Hallstadt, Hirschaid, Scheßlitz, Schlüsselfeld sowie Buttenheim stationiert (Spörlein, 2018). Ergänzend dazu verfügen Stadt und Landkreis Bamberg über je einen vom Bund zur Verfügung gestellten Schlauchwagen Katastrophenschutz mit einem 2000 m langen B-Schlauch (KFV Bamberg, 2019).

Bei **Flächenbränden** unterstützen die umliegenden und die betroffenen Landwirte in der Regel eigeninitiativ und schnell die Feuerwehren bei den Löscharbeiten, indem Sie mit Wasser gefüllte Güllewagen anfahren und ggf. im Pendelverkehr Nachschub bringen. Von Vorteil ist, wenn die Landwirte bei hoher Brandgefahr ihre nicht benötigten Güllewagen bereits mit Wasser vorhalten, um sie im Brandfall direkt anfahren zu können. Die Mengen an Wasser, die von Landwirten herangeschafft werden, sind beträchtlich. Bei einem Waldbrand bei Staffelbach nahe der A 70 halfen sieben Landwirte beim Löschen mit, indem sie mit zwölf Traktorgespannen mit Wasser befüllte Güllefässer (zwischen 3.000 und 18.000 Litern) in das unwegsame Gelände brachten. Diese wichtige Unterstützung, die die Landwirtschaftsbetriebe für die Gefahrenabwehr leisten, ist durch die Intensivierung der Landwirtschaft, das Verschwinden kleiner Höfe und die Abnahme der Beschäftigtenzahlen in der Landwirtschaft bedroht (➢ HF Landwirtschaft). Wenn die Ernten jedoch in vollem Gang sind, kann es schwieriger sein, die Unterstützung der Landwirte zu bekommen.

Um Löschwasser bei Trockenheit und extrem niedrigen Wasserständen aus Bächen entnehmen zu können, wurde für die Feuerwehr Naisa eine mobile Staustelle namens „Biber“ als Pilotprojekt angeschafft. Dank der Staustelle „Biber“ könnten zudem Verunreinigungen aus einem Gewässer abgepumpt werden (KFV Bamberg, 2017). Mit dem Klimawandel kommen neue Einsatzfelder hinzu. Im Sommer 2019 haben sich beispielsweise die neun Löschgruppen der Bamberger Feuerwehr ehrenamtlich an der **Bewässerung** von 848 Stadtbäumen beteiligt, deren Standorte oder Arten als besonders trockenheitsgefährdet gelten (➢Gebäude und Stadtentwicklung). Das Gartenamt hatte diese Unterstützung angefragt (Infranken.de, 2019a).

Bei technik- und teils arbeitsintensiven, aber wenig zeitkritischen Einsätzen kommt auch das THW im Kampf gegen negative Klimafolgen zum Einsatz. In den Sommern 2016 und 2017 drohte der Westsee bei Bad Staffelstein aufgrund kritischer Sauerstoffwerte umzukippen. Ursächlich dafür waren die **hohen Temperaturen** und **eine starke Algenblüte**. Das THW Bamberg unterstütze daraufhin die Kolleg*innen des OV Bad Staffelstein darin, mit Pumpen Frischwasser aus dem Main in den Westsee zu pumpen und den Sauerstoffgehalt mittels Druckluft zu erhöhen. Aufgrund des niedrigen Sauerstoffgehaltes durch hohe sommerliche Gewässertemperaturen war das THW Bamberg in der Vergangenheit auch am Ebensfelder Baggersee im Einsatz.

Nicht nur zu wenig Wasser und Trockenheiten führen zu Einsätzen, sondern in viel stärkerem Maße **Starkregenereignisse**. Im Mai 2019 gab es in Ebrach eine **Überschwemmung**, da in kürzester Zeit stellenweise bis zu 80 l/m² Niederschlag vielen. In Ebrach, dem Ortsteil Untersteinach und der Ge-

meinde Burgwindheim kam es zu überfluteten Straßen (unter anderem die B22) und Schäden an Gebäuden. Während und nach der Überschwemmung waren mindestens 80 Hilfskräfte von THW und Feuerwehr im Einsatz. Hier wurde ein in Buttenheim auf einem Wechsellader stationiertes Pumpaggregat genutzt, mit dem verschlammtes Wasser abgepumpt werden kann (Schreiber, 2019). Für wasserbezogene Extremwetterereignisse gibt es in der Stadt Scheßlitz einen Abrollbehälter (AB) „Unwetter“ mit acht Schmutzwasserpumpen, der ebenfalls örtlich flexibel eingesetzt werden kann (KFV Bamberg, 2016a).



Abbildung 34: Überschwemmte Fahrbahn nach einem verstopften Entwässerungseinlauf. Feuerwehr Bamberg (2018) (links). Einsatz des THW Bamberg am Westsee. Um ein Fischsterben aufgrund der hohen Gewässertemperaturen zu verhindern, wurde der See belüftet und mit Frischwasser angereichert (rechts).

Im Mai 2013 drohte eine Pumpstation in Hallstadt nach einem Starkregen mit 60 l/m² überzulaufen, wodurch das Abwasser Straßen und Natur verschmutzt hätte. Mit einer Hochleistungspumpe des THW konnte dieses Risiko abgewendet werden (THW OV Bamberg, 2013a). Im Jahr 2016 lief in Breitengüßbach ein Regenrückhaltebecken bei Zückshut aufgrund von langanhaltenden Regenfällen über. THW und Feuerwehr stapelten daraufhin Sandsäcke und evakuierten ein Mehrfamilienhaus (Görz, 2016).

Um **Überflutungen in Siedlungsbereichen** zukünftig zu vermindern, arbeiten einige Kommunen, wie bspw. Lauter, an einem „Sturzflutrisiko-Management." Dies sieht Überschwemmungsflächen, Flussbettverbreiterungen und die Leitung von Oberflächenabflüssen vor. Da Starkregenereignisse klimawandelbedingt zunehmen werden, ist es notwendig, Hochwasserschutz an diese veränderten Gegebenheiten anzupassen. Damit werden zukünftige Schäden vermieden.

Schwellen Gewässer nach Starkregen an, so können Treibholz und ganze Baumstämme durch die Wassermassen bewegt werden. An Wehren und Brücken kann es dadurch zu **Aufstauungen des Flusswassers** kommen, der Wasserspiegel steigt und das Gewässer tritt über seine Ufer und verursacht Schäden. Das THW Bamberg kann für derartige Vorfälle einen Polygreifer der Fachgruppe Wasser einsetzen und damit die Verstopfung am Wehr beseitigen (THW OV Bamberg, 2013b).[5]

Die Einsatzkräfte der Stadt Bamberg sind bei Starkregenereignissen fast routinemäßig im Einsatz, um Autofahrer*innen und ihrer Fahrzeuge aus **überschwemmten Unterführungen** zu bergen. An der Geisfelder Straße und der Moosstraße können kurzfristig Wasserhöhen von bis zu 1,2 m auftreten.

[5] Das THW bereitet seine Mitglieder und auch die Bevölkerung in vielen fränkischen Orten spielerisch auf das Ehrenamt beim Kampf gegen das Wasser vor und veranstaltet sogenannte Sandsack-Challenges (BR24 2019e).

Wiederholt unterschätzen Autofahrer*innen die Gefahr, schätzen die Wassertiefen falsch ein und ignorieren die Warnschilder, sodass die Einsatzkräfte sie aus ihren im Wasser liegengebliebenen bzw. aufschwimmenden Fahrzeugen retten müssen. Dies ist ein typisches Beispiel dafür, wie Bürger*innen Hinweise missachten, sich dadurch in Gefahr bringen und unnötige Rettungseinsätze verursachen.

Verheerende Schäden werden nicht nur durch Flusshochwasser verursacht, sondern auch von **Stürmen bzw. Starkwindereignissen**. Die Einsatzkräfte von THW und Feuerwehr sind daraufhin oft an unzähligen Orten mit Fäll- und Sicherungsarbeiten an umgeknickten oder beschädigten Bäumen im Einsatz (THW OV Bamberg, 2012).



Abbildung 35: Bamberger THW-Helfer unterstützen bei der Bewältigung der Schneemassen in Südbayern. Quelle: THW OV Bamberg (Florian Beck, Jürgen Schmittlutz, Adam Fischer) (links). Wichtiges Arbeitsmittel bei Einsätzen nach Stürmen: Die Kettensäge (Feuerwehr Bamberg (2018).

Im Jahr 2018 wurden in Franken im Zusammenhang mit Sturmtief „Fabienne“ sogenannte „**Downbursts**“ beobachtet. Dabei handelt es sich um Fallwinde, die bei Gewittern oder Niederschlägen aus feuchten über trockeneren Luftmassen auftreten. Im September 2018 wurde der Landkreis Bamberg teils schwer betroffen. In vielen Ortschaften zeigte sich ein Bild der Verwüstung, Personenschäden blieben aber aus. Besonders schwer traf es den 130-Einwohner-Ort Untersteinach. Etwa 40 Häuser wurden in Untersteinach durch den Wind, umherfliegende Ziegel und umgeknickte Bäume teils schwer beschädigt. Die Stromversorgung brach zusammen, das Handynetz ebenso. Die Aufräumarbeiten, die dann nicht mehr Aufgabe des Katastrophenschutzes waren, zogen sich über Wochen (Lang, 2018).

Schneefälle und Eisbildung nehmen im Klimawandel ab, bleiben jedoch ein Einsatzszenario, auf das die Hilfsorganisationen vorbereitet bleiben müssen. Der Klimawandel kann das Auftreten von extremen Schneefällen begünstigen, da wärmere Luft mehr Wasser aufnehmen kann. Die Problematik wird dadurch erhöht, dass sich bei geringeren Minustemperaturen schwerer Nassschnee bildet. Im Januar 2011 führte sehr schwerer Schnee dazu, dass Gebäude im Landkreis Bamberg geräumt werden mussten. Vereinzelt kam es zu Schäden. Das anschließende starke Tauwetter brachte Hochwasser.

Stadt und Landkreis Bamberg sind von Schneefällen und Nassschnee weniger als das Alpenvorland betroffen, die lokalen Organisationen des Katastrophenschutzes haben in der Vergangenheit dort jedoch bereits mehrfach Unterstützung geleistet. So waren im Januar 2019 im Landkreis Traunstein und im Bereich Berchtesgadener Land 17 Einsatzkräfte vom THW OV Bamberg im Einsatz. Zum Einsatz kamen die Fachgruppe Bergung zur Befreiung der Dächer von den Schneemassen und die Fachgruppe *Räumen* zur Beräumung von Straßen. Das Räumen von Dächern stellte eine anstrengende

Aufgabe für die Einsatzkräfte dar (Selinger, 2019). Überörtliche Unterstützungsleistungen bedeuten, dass die Einsatzkräfte temporär nicht in Stadt und Landkreis Bamberg zur Verfügung stehen. Sie ist deshalb nur möglich, wenn die Einsatzfähigkeit zuhause gewahrt bleibt. Im Klimawandel können sich auf Gewässern kaum mehr tragfähige **Eisdecken** ausbilden. Damit steigt Gefahr des Einbruchs.

Teilstrategie

Das Handlungsfeld Katastrophenschutz wird, wie oben bereits ausgeführt, in der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) als Querschnittsaufgabe definiert. Der Katastrophenschutz setzt damit an vielen anderen Handlungsfeldern an. Strategie ist es folglich in erster Linie, Schäden zu vermeiden, die sich aus der klimawandelbedingten Betroffenheit anderer Handlungsfelder wie Gesundheit, Energie, Gebäude oder Wasser ergeben.

Vorbereitend trägt der Katastrophenschutz auch dazu bei, potenzielle Schwachstellen in diesen Handlungsfeldern vorausschauend zu erfassen und zu mindern, so dass daraus bei Extremwetter keine Betroffenheit erwächst. Hier sind die Einflussmöglichkeiten des Katastrophenschutzes noch intensiver zu nutzen. Dies ist etwa durch eine vorbeugende Brandschau möglich. Gefährdete (kritische) Infrastrukturen und Akteure können im Vorfeld auf Szenarien wie Überschwemmung, extreme Hitze oder Blackout angesprochen werden. Risiken sollten erörtert und Maßnahmen geplant werden. Außerdem gilt es, die Informationsgrundlage über gefährdete Objekte und Personen zu verbessern, um Lagen besser einschätzen zu können. Die Koordination und Organisation von Einsätzen in Katastrophenfällen werden dadurch erleichtert. Im Zuge dessen ist auch zu erheben, auf welche externen Ressourcen (z. B. der Wirtschaft) der Katastrophenschutz notfalls zurückgreifen kann. Das IT-System GeoKAT bietet für die Erreichung dieses Ziels die Grundlage, dass es konsequent zu füllen gilt.

Als Teil einer verbesserten Informationsgrundlage müssen explizit auch Starkregenrisikokarten und ein Hitzeaktionsplan für die Stadt Bamberg genannt werden.

Der Katastrophenschutz ist in erster Linie ein Organisationsschema. Die zunehmenden Häufigkeiten und Intensitäten von Extremwetterereignissen machen eine Lageeinschätzung und Zusammenarbeit aller Hilfsorganisationen des Katastrophenschutzes zur Bewältigung der Einsätze erforderlich.

Die Aufgaben im Katastrophenschutz werden weitgehend von ehrenamtlichen Helfer*innen in den Hilfsorganisationen übernommen. Ohne dieses Engagement lassen sich die eingangs genannten Querschnittsaufgaben kaum gewältigen. Vordringliches Ziel muss es daher sein, die personelle Einsatzfähigkeit der Feuerwehren und der Hilfsorganisationen für die Zukunft zu gewährleisten. Dies vor allem angesichts der Tatsache, dass die Häufigkeit von extremwetterbedingten Einsätzen zunehmen wird und dadurch die zeitliche und körperliche Belastung der Einsatzkräfte steigt. Das Engagement wird dadurch unattraktiver – bei Arbeitnehmer*innen wie auch ihren Arbeitgeber*innen. Weitere Rahmenbedingungen wie der demographische Wandel und die Herausforderung kleinerer Gemeinden im Landkreis, die mit Abwesenheit vieler Ehrenamtlicher am Tage zu kämpfen haben, unterstreichen die Notwendigkeit dieses Ziels. Zur Erreichung des Ziels können die Nachwuchsausbildung, eine Attraktivitätssteigerung des Ehrenamtes, die Abstellung von Personal aus anderen kommunalen Aufgabenfeldern sowie die gemeinsame Alarmierung beitragen.

Für die extremwetterbedingten Einsätze sind mehr und teilweise anderes Gerät erforderlich. Die Kommunen sollten dabei ihre Zusammenarbeit fortsetzen. Eine koordinierte Beschaffung von Fahrzeugen und Technik ist sinnvoll, da Extremwetterereignisse wie Starkregen, Hagel und Gewitterböen eher kleinräumig auftreten und deshalb Material selten überall zeitgleich benötigt wird.

Der Klimawandel bringt neue Einsatzszenarien. Aus diesem Grund sollte es regelmäßige Fortbildungen und Übungen mit Bezug zu Extremwetter und komplexen Schadensereignissen geben – unter Beteiligung aller Hilfsorganisationen.

Ein wichtiger Baustein der Klimaanpassungsstrategie für das Handlungsfeld zielt auf die Erhöhung der Eigenvorsorge, der Selbsthilfefähigkeit sowie der gegenseitigen Hilfeleistung in der Bevölkerung ab. Bürger*innen, die für Extremwetterereignisse vorgesorgt haben, geraten seltener in Gefahr und entlasten damit die Einsatzkräfte, deren Handlungskapazität für die Bewältigung wichtiger Einsätze dadurch wächst.

Maßnahmen im Handlungsfeld Katastrophenschutz

KA 01 DIE LAST VON MEHR EINSÄTZEN GLEICHMÄßIG AUF MEHR SCHULTERN VERTEILEN

Kurzbeschreibung *Die zunehmende Arbeitsbelastung aufgrund von steigenden Einsatzzahlen aufgrund des Klimawandels soll möglichst gleichmäßig auf die Ehrenamtlichen und die Hilfsorganisationen verteilt werden. Bislang unterrepräsentierte Bevölkerungsgruppen sind für die Feuerwehr zu gewinnen (Frauen, Migrant*innen). Zudem sollten Unwetterlagen frühzeitig gemeinsam von Feuerwehr und Hilfsorganisationen bewertet werden, um Kapazitäten bestmöglich einzusetzen.*	
Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz	**Handlungsfeld Katastrophenschutz**
Verantwortlichkeit	• Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt • Fachbereich 31.1 Öffentliche Sicherheit des Landkreises • Kreisbrandinspektion, Gemeinden • Hilfsorganisationen inkl. THW
Aufwand für Akteure	Geringer finanzieller, aber hoher personeller Aufwand für die Gewinnung von Neu-Mitgliedern.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Bayerische Katastrophenschutzgesetz; Einbindung des THW in die örtliche Gefahrenabwehr; Führungsgruppe Katastrophenschutz (FüGK)
Querverweise, Konflikte und Synergien	Anerkennung des Ehrenamtes in allen Hilfsorganisationen
Robustheit und Flexibilität	Die bessere Vernetzung, Zusammenarbeit und Einbindung aller Hilfsorganisationen ist der Bewältigung jeder Art von Einsätzen zuträglich.
Maßnahmenindikator	Anteil der aktiven Mitglieder, Frauen, Migrant*innen in Hilfsorganisationen; Anzahl gemeinsamer Lagebewertungen durch Hilfsorganisationen
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	Die Zusammenarbeit und Koordination zwischen den Hilfsorganisationen sollte kurz- bis mittelfristig verbessert werden, die Gewinnung aktiver Mitglieder lässt sich nur mittelfristig realisieren.

Best-Practice Beispiele	Im Kreis Euskirchen wurde eine Ehrenamtsagentur gegründet, die das freiwillige Engagement im überwiegend ländlichen Kreis der Nordeifel begleitet, vernetzt und koordiniert.

KA 02 STEIGERUNG DER ATTRAKTIVITÄT DES EHRENAMTES BEI ARBEITGEBERN

Kurzbeschreibung *Die zunehmenden extremwetterbedingten Einsätze sind eine Belastung für Arbeitnehmer*innen und Arbeitgeber*innen. Die Ehrenamtlichen und ihre Arbeitgeber*innen dürfen durch die Dienste keine unzumutbaren (wirtschaftlichen) Nachteile erfahren. Um die Einsatzfähigkeit zu sichern, müssen vielmehr Vorteile für die Ehrenamtlichen und ihre Arbeitgeber*innen entwickelt werden.*	
Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz	**Handlungsfeld Katastrophenschutz**
Verantwortlichkeit	Politische Führung; Verwaltungsleitungen; Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt; Fachbereich 31.1 Öffentliche Sicherheit des Landkreises; Kreisbrandrat, ggf. auch Landesfeuerwehrverband Bayern. Hilfsorganisationen MHD, JUH, BRK, THW.
Aufwand für Akteure	Je nach konkreter Maßnahme zur Wertschätzung mittlerer bis hoher finanzieller Aufwand. Um die Ausstattung der Feuerwehren und freiwilligen Hilfsorganisationen für den Einsatz bei Katastrophen zu ergänzen, kann das Bayerische Sonderinvestitionssonderprogramm Katastrophenschutz Bayern 2030 abgerufen werden.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Erarbeitung von Honorierungsmöglichkeiten für Arbeitnehmer*innen und Arbeitgeber*innen, etwa ein Bonussystem. Von den Kreisfeuerwehrverbänden werden Firmen, die Personal für ehrenamtliche Zwecke auch kurzfristig freistellen oder technisches Gerät und Fahrer zur Verfügung stellen, bereits durch Urkunden als feuerwehrfreundliche Unternehmen gewürdigt. Eine diesbezügliche Erwähnung im zuständigen Beschlussorgan von Stadt und Landkreis wäre wichtig, ebenso die begleitende Öffentlichkeitsarbeit. Wertschätzung gegenüber den Ehrenamtlichen können die Kommunen auch zeigen, indem Ausrüstung und Unterbringung in Schuss gehalten werden.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Positiver Effekt ist, dass die Leistungen für die Gemeinschaft stärker honoriert und aufgewertet werden. Öffentliche Arbeitgeber sollten bei der Anerkennung vorangehen.
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist flexibel, da sie je nach Intensität des Klimawandels und Zunahme an Einsätzen intensiviert werden kann. Sie ist robust, da in Bezug auf alle Art von Einsätzen sinnvoll.
Maßnahmenindikator	Umfrage bei den Arbeitgeber*innen zu Verlusten durch Arbeitnehmer*innen in Feuerwehreinsätzen und zur Akzeptanz dieses Ehrenamtes bei Arbeitgeber*innen.
Regionalisierung	Die Maßnahme ist für Stadt und Landkreis sinnvoll und sollte auch auf Ebene des Freistaates diskutiert werden.
Zeitliche Dringlichkeit	Die Maßnahme sollte kurzfristig weiter konkretisiert werden und mittelfristig zum Tragen kommen.
Best-Practice Beispiele	Die Stadt Herzogenrath hat eine Feuerwehrrente eingeführt.

KA 03 BAUHOFMITARBEITER*INNEN FÜR DIE FEUERWEHREN

Kurzbeschreibung	
*Sicherung der Einsatzbereitschaft kleinerer Feuerwehren durch Ausrücken der Bauhofmitarbeiter*innen mit der Feuerwehr. Freiwilliger Eintritt der Bauhofmitarbeiter*innen oder Aufnahme des neuen Aufgabengebietes in neue auszustellende Arbeitsverträge. Auch andere Mitarbeiter*innen der Verwaltung könnten für die Feuerwehren gewonnen werden.*	
Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz	Handlungsfeld Katastrophenschutz
Verantwortlichkeit	Gemeinden, Kreisfeuerwehrverband Bamberg
Aufwand für Akteure	Hauptsächlich personeller Aufwand für die Dauer der Einsätze und die Wartung von Material und Technik.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Berücksichtigung in den Arbeitsverträgen bei Einstellung von neuem Personal in kommunalen Betrieben. Ziel: Unterstützung der Feuerwehren durch hauptamtliches Personal.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Die Bauhofmitarbeiter*innen verfügen oft bereits über passende Qualifikationen, etwa Lkw-Führerscheine, sind Wasserwart usw.
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist flexibel, da die kommunalen Mitarbeiter*innen hauptsächlich bei Lastspitzen hinzugezogen werden bzw. um die Einsatzfähigkeit zu sichern.
Maßnahmenindikator	Anzahl der Mitarbeiter*innen von Bauhof oder anderen Arbeitsbereichen der Gemeinden in den Feuerwehren.
Regionalisierung	Diese Maßnahme ist im Landkreis, insbesondere in kleineren Gemeinden mit einer geringen Mitgliederstärke der Feuerwehren besonders sinnvoll.
Zeitliche Dringlichkeit	Die Maßnahme wird mittelfristig wichtiger, um die Einsatzfähigkeit der kleineren Feuerwehren im voranschreitenden demographischen Wandel zu sichern.
Best-Practice Beispiele	Die Bauhofmitarbeiter*innen in Sandberg (Unterfranken) sind freiwillig in die Feuerwehr eingetreten und haben ein Feuerwehrfahrzeug auf dem Bauhof stationiert.

.KA 04 KATASTROPHENSCHUTZ-LAGER EINRICHTEN

Kurzbeschreibung	
Zentrale Einlagerung von Material, Technik, Schutzausrüstung usw. (nicht nur) für den Einsatz in Extremwetterereignissen und anderen nicht-klimatischen Lagen.	
Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz	Handlungsfeld Katastrophenschutz
Verantwortlichkeit	Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt; Fachbereich 31.1 Öffentliche Sicherheit des Landkreises
Aufwand für Akteure	Die Errichtung oder Übernahme einer Halle und der Aufbau der Lagerlogistik samt Anschaffung von Material ist sehr teuer (mind. sechsstellig). Die Maßnahme erfordert die Einstellung von Zeugwarten.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Finanzierung organisieren, Standort finden (ggf. Nachnutzung Michelin-Werke in Hallstadt) oder Nähe zum Atemschutzzentrum in Strullendorf bzw. Integration in das Neubauvorhaben Feuerwehrausbildungszentrum des Landkreises Bamberg.

Querverweise, Konflikte und Synergien	Synergien zum Handlungsfeld Menschliche Gesundheit und Vorteile für nicht-klimatische Lagen, etwa Pandemien, Blackouts usw. Gelagert könnt auch persönliche Schutzausrüstung für Personal von Krankenhäusern und Pflegeheimen für eine Pandemie.
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist nicht sehr flexibel, sie ist nur für Szenarien sinnvoll, in denen in kurzer Zeit viel Material benötigt wird und dies nur schwierig von außerhalb beschafft werden kann.
Maßnahmenindikator	Errichtung des Lagers (ja/nein).
Regionalisierung	Bei der Maßnahme sollten sich Stadt und Landkreis zusammenschließen.
Zeitliche Dringlichkeit	Mittelfristig. Das Lager ist dauerhaft für die Absicherung der Bevölkerung für Katastrophenfälle und Unwetterlagen zu unterhalten.
Best-Practice Beispiele	Der Landkreis Starnberg hat ein Katastrophenschutz-Lager eingerichtet, dass beim Katastropheneinsatz COVID-19 auch für diese nicht-klimawandelbedingte Lage eine Komponente darstellte, um die wichtigen Einrichtungen im Landkreis mit erforderlichem Material zu versorgen.

KA 05 STARKREGENRISIKOKARTEN UND STARKREGENRISIKOMANAGEMENT

Kurzbeschreibung *Identifizierung überschwemmungsgefährdeter Objekte bei Starkregen mit daran anknüpfender Schadensprävention (planerische Vorsorge, baulicher Objektschutz, Begehung durch Feuerwehr, Sensibilisierung der potentiell Betroffenen).*	
Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz	Handlungsfeld Katastrophenschutz
Verantwortlichkeit	• Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt; • Gemeinden im Landkreis Bamberg, Kreis in koordinierender Funktion.
Aufwand für Akteure	Mittel. Förderung über Sonderprogramm nach Nr. 2.4 RZWas2018 Integrale Konzepte zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Beauftragung eines Planungsbüros mit der Erstellung von Risikokarten für die Kommunen im Kreis und die Stadt Bamberg. Eine Abflussmodellierung der oberflächlichen Abflüsse ist ausreichend, um urbane Sturzfluten zu identifizieren. • Ausarbeitung und Implementierung des Managementplans
Querverweise, Konflikte und Synergien	Synergien zu den Handlungsfeldern Wasser und Bauen sowie Stadtplanung
Robustheit und Flexibilität	Mit der Maßnahme wird die flexible Reaktion auf unterschiedlich intensive Starkregenereignisse (oder auch nicht-klimawandelbedingte Dauerregen) gefördert.
Maßnahmenindikator	Erstellung der Karten (ja/nein) und des Managementplans (ja/nein).
Regionalisierung	Die Karten brauchen nur für die besiedelten Gebiete erstellt werden.
Zeitliche Dringlichkeit	Die Maßnahme ist kurzfristig zu beginnen, da auf ihr die weiteren Schritte zur Anpassung an häufiger und intensiver werdende Starkregenereignisse aufbauen. Die Maßnahme der Erstellung von Karten und Managementplan kann bis Ende 2021 abgeschlossen werden.
Best-Practice Beispiele	Der Kreis Segeberg hat für ausgewählte Gemeinden Risikokarten zum Thema Starkregen erstellen lassen.

KA 06 SENSIBILISIERUNG DER BEVÖLKERUNG ZUR ERHÖHTEN EIGENVORSORGE

Kurzbeschreibung *Verhinderung von extremwetterbedingten Einsätzen durch Sensibilisierung der Bevölkerung über die Notwendigkeit und die Möglichkeiten der Eigenvorsorge (Selbstschutz und Selbsthilfe).*	
Cluster I: Raumplanung und Katastrophenschutz	Handlungsfeld Katastrophenschutz
Verantwortlichkeit	• Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt; • Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit im Landkreis Bamberg. Aufgabe aller Fachbereiche, die thematisch verbunden sind, wie Fachbereich 31.1 Öffentliche Sicherheit, Bauamt, Schulamt, Abfallrecht, Wasserrecht, Bodenschutz, Wirtschaftsförderung, Straßenverkehr.
Aufwand für Akteure	Hoch. Teils sind neue Formate zu entwickeln. Die Botschaft kann von den Hilfsorganisationen und der Verwaltung zudem über bestehende Kommunikationsformate verbreitet werden. Um eine Verhaltensänderung zu bewirken, bedarf es einer langfristig ausgelegten Kommunikation in der Breite
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Erarbeitung und Durchführung von Beratungs- und Schulungsangeboten u. a. für Schulen, Verhaltenshinweisen auf den Webseiten der Feuerwehren und Hilfsorganisationen, Selbst-Checks, Bauherrenberatungen, Verbreitung der Warn-Apps fördern, ggf. Einrichtung eines Social-Media-Teams für die Feuerwehren, Trainings für die Bevölkerung (Pop-up-Events zur Reanimation).
Querverweise, Konflikte und Synergien	Synergien zu den Handlungsfeldern Bauen, menschliche Gesundheit, Wasser.
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist robust, da sie die Handlungsfähigkeit der Bevölkerung unabhängig vom Klimawandel steigert und flexibel, da sie für unterschiedliche Klimawirkungen geeignet ist.
Maßnahmenindikator	Anzahl der erreichten Personen durch Sensibilisierungsmaßnahmen Indirekt kann ein Rückgang der Schadensfälle Hinweise über die Notwendigkeit und den Erfolg der Maßnahme geben, d. h. Anzahl der Notrufe aufgrund von vollgelaufenen Kellern bzw. Anzahl der Alarmierungen aufgrund von Unwetterschäden bei Privatpersonen.
Regionalisierung	Die Maßnahme ist besonders für Gemeinden sinnvoll, deren Feuerwehren weniger mitgliederstark sind, da hier ggf. schneller Bewältigungskapazitäten überschritten werden.
Zeitliche Dringlichkeit	Die Maßnahme ist kurzfristig zu beginnen und als Langfristaufgabe fortzuführen.
Best-Practice Beispiele	Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) stellt Broschüren und Verhaltenshinweise zum Thema Eigenvorsorge zur Verfügung. „Sandsack-Challenges“ des THW, Erste-Hilfe-Trainings zur Wiederbelebung in Fußgängerzonen

3.3. CLUSTER II: GESUNDHEIT UND KULTUR

Das Cluster II umfasst die Handlungsfelder Menschliche Gesundheit (3.3.1.) und Kultur (3.3.2.).

3.3.1. Handlungsfeld Menschliche Gesundheit

Ausgangssituation

Die Abschätzung der Folgen des Klimawandels für die menschliche Gesundheit in Stadt und Landkreis Bamberg setzt zunächst voraus, dass das vulnerable „Inventar" der Region näher charakterisiert wird. Im Falle des vorliegenden Handlungsfeldes handelt es sich dabei um die Bevölkerung, ihre Zusammensetzung, ihre Entwicklung sowie ihr Anfälligkeitsprofil für die sich ändernden Klimasignale.

Die **Bevölkerung** umfasst (Stand: 31.12.2018) rd. 75.880 Personen in der Stadt Bamberg (Stand 31.12.2019; Stadt Bamberg) und rd. 147.100 im Landkreis (LfStat 2019a). Mit Blick auf den zukünftigen Klimawandel ist es wichtig, sich über Umfang und Zusammensetzung der zukünftigen Bevölkerung klar zu werden. Hinsichtlich der **Bevölkerungsvorausberechnung** bis zum Jahr 2038 gibt es dabei bayernweit und selbst innerhalb Oberfrankens sehr unterschiedliche, teilweise besorgniserregende Entwicklungen.[6] Die Stadt und der Landkreis Bamberg können im Vergleich dazu mit insgesamt +/- 0 % (Stadt) und + 3% (Landkreis) (LfStat Bayern, 2019a, 2019b) einer vergleichsweise stabilen Bevölkerungsentwicklung entgegensehen.[7] Es handelt sich nicht um die berühmten „schrumpfenden Regionen", die in Bayern eher in der Oberpfalz und dem Bayerischen Wald zu suchen sind.

Unter dieser Oberfläche verbirgt sich jedoch ein großes Problem: Die **Alterszusammensetzung** der Bevölkerung wird sich in den kommenden Jahren drastisch verändern („**demografischer Wandel**"), was Auswirkungen auf nahezu alle Lebensbereiche hat Abbildung 36. Stadt und Landkreis haben die Problematik erkannt und sind teils seit einigen Jahren mit Lösungsansätzen befasst.

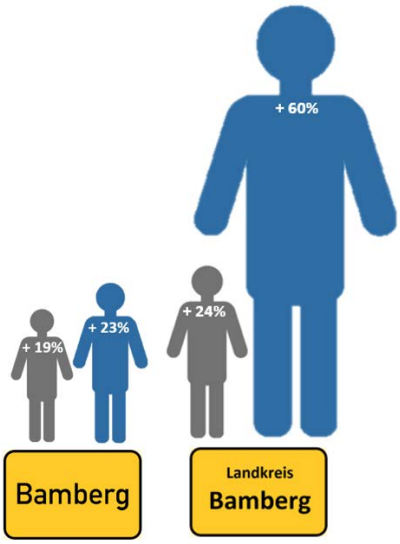


Abbildung 36: Wachsende Anteile älterer Menschen an der Bevölkerung (Angaben in % in 2038; Basisjahr: 2012). Quelle: LfStat 2019a.

Bei der *Befragung der Landkreis-Gemeinden* im Rahmen dieser Studie (siehe Ergebnisse im Anhang) wurde der demografische Wandel bereits heute als die wichtigste Herausforderung benannt. Mehrere Kommunen haben zudem wichtige, sich daraus ergebene Bedarfe mit hoher Priorität identifiziert: „seniorengerechter Wohnraum" (z. B. Markt Hirscheid, Litzendorf, Schlüsselfeld), „Barrierefreiheit" (z. B. Ebrach, Markt Burgebrach, Litzendorf und Schlüsselfeld) oder auch „Erhalt der Nahversorgung" (Schönbrunn). Für den Gesundheitssektor stellt der demographische Wandel eine besondere und facettenreiche Heraus-

[6] Neben den Regionen mit starken Zuwächsen (z. B. Einzugsgebiet München, LK Eberberg, LK Dachau) sind andere mit starken Rückgängen konfrontiert (z. B. LK Kronach und mehrere Landkreise in Oberfranken).

[7] Diese Entwicklung basiert jedoch allein auf einem *positiven Wanderungssaldo* (= Saldo Zuwanderungen/Abwanderungen) (insbes. gegenüber dem europäischen Ausland). Die *natürliche Bevölkerungsentwicklung* (= Saldo Lebendgeburten/Sterbefälle) wirkt gegenläufig: Ohne Zuwanderungen wären Bamberg mit einem Rückgang um - 6,1 % und der LK um - 5,8 % (jeweils bis 2030, Basisjahr: 2012) konfrontiert (LfStat 2019a, b).

forderung dar. Die vielleicht größte Herausforderung stellt sich für Stadt und Landkreis im **Pflegebereich** (siehe u. a. Stadt Bamberg 2019, S. 6ff.). Schon heute ist z.B. die Personaldecke in Krankenhäusern und Pflegereinrichtungen oft sehr dünn. In Zukunft steht eine nochmals größere Zahl Bedürftiger einer schrumpfenden Zahl von Personen im erwerbstätigen Alter gegenüber. Der Klimawandel kommt nun als neuer Faktor hinzu, der diese Problematik noch weiter verstärken wird.

Während die Menschen als das „vulnerable Inventar" des Handlungsfelds bezeichnet werden können, das es zu schützen gilt, ist das **Gesundheitswesen** mit seinen Einrichtungen und Fachkräften vor Ort eine wichtige Determinante der **Anpassungsfähigkeit**. Dabei spielen die Versorgung mit Krankenhausbetten, Senioren-/Pflegeheime, Ärzte- und Apothekendichte eine entscheidende Rolle.

Tabelle 11: Ärzteschaft /Apotheken pro Einwohner/innen (Stand: 2018), Quelle: LGL 2020.

Indikatoren	KREIS	Wert	Bayern	Minimum	Kreis im Regionalvergleich	Maximum
Apotheken - Einwohner/innen je Apotheke (2018)	Bamberg (Lkr)	4.728,5	4.156,4	2.239,1		5.723,7
	Bamberg (Krfr.St)	3.087,2	4.156,4	2.239,1		5.723,7
Ärzte - Einwohner/innen je Arzt/Ärztin (2018)	Bamberg (Lkr)	967,7	474,3	220,6		1.114,2
	Bamberg (Krfr.St)	256,9	474,3	220,6		1.114,2

Im Landkreis bietet die Gemeinnützige Krankenhausgesellschaft des Landkreises Bamberg mbH an ihren drei Standorten (Juraklinik Scheßlitz, Steigerwaldklinik Burgebrach, Klinik am Eichelberg, Burgebrach) insgesamt 259 Betten (LK 2020). Der Landkreis verfügt über elf Seniorenzentren bzw. Pflegeeinrichtungen mit 640 Plätzen (LK 2020). Ein wichtiger Faktor ist die Verfügbarkeit von Arztpraxen und Apotheken. In der Stadt Bamberg kann die Situation im bayernweiten Vergleich als gut bis sehr gut bezeichnet werden. Im Landkreis hingegen sind die entsprechenden Kapazitäten deutlich geringer: Hier müssen sich z. B. knapp 1.000 Einwohner*innen einen Arzt teilen, etwa doppelt so viele wie im bayerischen Durchschnitt.



Abbildung 37: Parallelen und Unterschiede zwischen der Covid-19-Pandemie und dem Klimawandel als Herausforderungen für das Gesundheitswesen.

Ein Erklärungsfaktor für die etwas schlechtere Gesundheitsversorgung im Landkreis ist dessen geringe Besiedlungsdichte: Mit rd. 125 Personen pro km^2 (2017) liegt der Landkreis deutlich unter dem bayrischen Durchschnitt (von rd. 184) und deutlich unter dem der Stadt Bamberg (rd. 1.400). Insgesamt ist von einer Mitversorgungsfunktion des städtischen Gesundheitssektors für den Landkreis auszugehen. – Die Ergebnisse für das Umland werden durch die Befragung der Landkreis-Gemeinden im Rahmen der Erstellung dieser Studie (siehe ausführlich im Anhang) bestätigt: Die befragten Kommunen geben die „Sicherstellung der ärztlichen Versorgung in der Fläche" bereits heute als kaum

gegeben (Platz 5 von 11) an.

Die **Corona-Krise** ist die große aktuelle Herausforderung für Stadt und Landkreis. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Gutachtens gilt eine Fortsetzung des Trends rückgehender Infektionszahlen für ganz Deutschland (Europa) ebenso wie für die Untersuchungsregion als wahrscheinlich, wobei angesichts der komplexen und neuartigen Gefahrenlage sowie angesichts internationaler, gegenläufiger Entwicklungen (z.B. USA) zum gegenwärtigen Zeitpunkt (Juli 2020) ein erneuter Ausbruch nicht auszuschließen ist. Die Zahl der mit dem Corona-Virus infizierten Personen in Stadt und Landkreis Bamberg liegt aktuell bei 549 Menschen, darunter 181 aus der Stadt Bamberg, 368 aus dem Landkreis. Genesen sind 288 Personen. Die Zahl der Verstorbenen liegt bei 41 Menschen (Stadt Bamberg 13 und Landkreis Bamberg 28) (Stand: 5. Juli 2020).[8]

Es ist von daher aufschlussreich, sich die Parallelen, aber auch Unterschiede zum Klimawandel vor Augen zu führen: Bei beiden handelt es sich um Krisen globalen Ausmaßes, die das Gesundheitssystem in extremer Weise herausfordern (können) und mit schwerwiegenden Gesundheitsfolgen verbunden sind; beide sind komplex und zeichnen sich durch hohe Unsicherheit aus. Während die Corona-Krise mittelfristig („Impfstoff“) überwunden sein dürfte, ist der weitere Verlauf der Klimakrise völlig offen und ein „Ende“ nicht absehbar (Abbildung 37).

Klimawirkungen

Inwiefern hat die Bevölkerung in der Bamberger Region nun Gesundheitsfolgen durch den Klimawandel zu erwarten? Vor der detaillierten Analyse stellt das *Klimawirkungsgeflecht* im Handlungsfeld Gesundheit die wichtigsten Zusammenhänge im Überblick dar (Abbildung 38, Folgeseite).

Für die menschliche Gesundheit sind direkt und indirekt wirkende **Klimasignale** relevant. Bei den *direkt wirkenden Klimafolgen* geht es primär um vermehrtes Auftreten von Hitzephasen, den Anstieg der Durchschnittstemperatur sowie die Zunahme von Extremwetterlagen. Bei *indirekt wirkenden Klimafolgen* tritt zunächst eine klimabedingte Veränderung der Umwelt ein, die dann gesundheitliche Effekte hervorruft (insbes. Vektoren/ Infektionskrankheiten, Toxine, Allergene).

Hitze im Sommer und wärmere Winter

Extreme Hitze-Ereignisse: Mehrtägige Phasen extremer thermischer Belastung (**Hitzewellen**) werden zukünftig tendenziell a) länger anhalten, b) öfter auftreten und c) intensiver ausfallen. Ein Hitzesommer wie etwa 2018, den wir heute in Stadt und Landkreis Bamberg als „extrem“ empfinden, dürfte noch in der nahen Zukunft zum Normalfall werden (vgl. Kapitel 2). Mit dieser Entwicklung sind gravierende gesundheitliche Risiken (Morbidität und Mortalität) verbunden, die bestimmte „Risikogruppen“ besonders treffen (→ Box).

Die Hitzewelle im Sommer 2003 verdeutlicht diese Risiken europaweit in extremer Weise. Auch in Bamberg wurde in diesem Sommer ein 15 Jahre alter Temperaturrekord gebrochen. In vielen Ländern Europas stieg die Sterblichkeitsrate dramatisch an. Nach Studien des *Deutschen Wetterdienstes* (DWD) und seiner französischen Schwesterorganisation summierten sich die Fälle **hitzebedingter Übersterblichkeit** europaweit auf etwa 50.000 bis 75.000 (Robine et al. 2007). Statistische Aussagen für Bamberg oder Oberfranken liegen nicht vor; deutschlandweit wird von mindestens 7.500 zusätzlichen Todesopfern ausgegangen. Auch in den Hitzewellen der Jahre 2006 und 2015 wurden deutsch-

[8] Siehe: https://www.merkur.de/bayern/coronavirus-karte-bayern-neuinfektionen-fallzahlen-landkreise-staedte-tote-infizierte-sars-cov-2-13610678.html.

landweit je ca. 6.000 zusätzliche hitzebedingte Todesfälle registriert (Quelle RKI). Der Hitzewelle im Jahr 2010 fielen allein in Russland schätzungsweise rd. 50.000 Menschen zum Opfer.

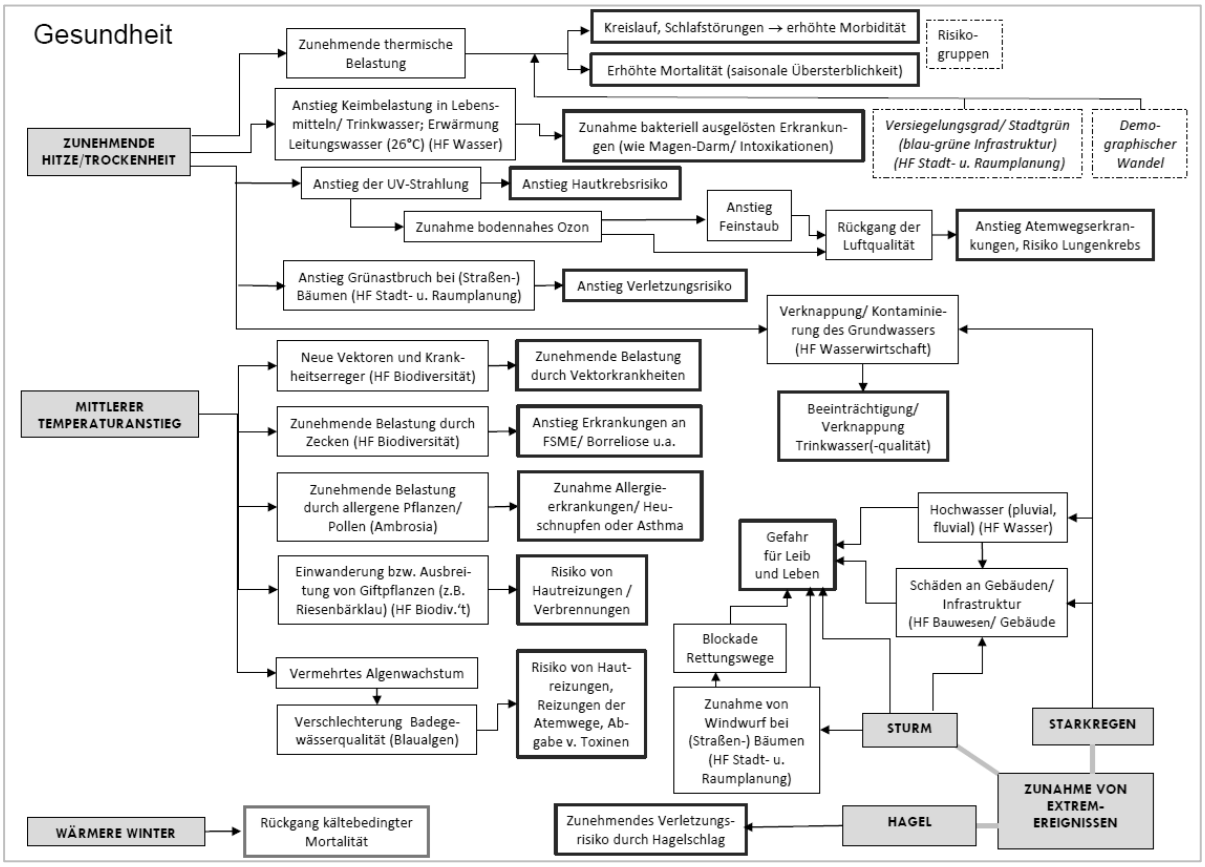


Abbildung 38: Klimawirkungs-Geflecht im Handlungsfeld Gesundheit mit den Klimasignalen (grau), deren Auswirkungen zu zunehmenden Risiken führen. Neben der breiten Palette an zusätzlichen Risiken ist mit dem ‚Rückgang der kältebedingten Mortalität' ein positiver Folgeeffekt feststellbar.

Aber auch unterhalb dieser extremen Folgen sind Hitzewellen mit Tagestemperaturen über 30 °C eine Herausforderung. **Müdigkeit, Abgeschlagenheit und Erschöpfung** sind oft die Folge, besonders wenn die Temperaturen auch nachts nicht unter 20 °C absinken („Tropennächte") und der Schlaf gestört ist. Es besteht zunehmende Gefahr von z.B. **Hitzeerschöpfung, Sonnenstich** oder **Herz-Kreislauf-** sowie **Atemwegserkrankungen**, was sich oft auch in höheren Einweisungszahlen in Krankenhäuser ablesen lässt. In innerstädtischen Bereichen können Temperaturen die des Umlands schließlich aufgrund ungünstiger städteplanerischer Bedingungen (wie Versieglung, mangelndes Grünvolumen, fehlende Frischluftzufuhr etc.) um bis zu 10 °Kelvin übersteigen („**städtische Wärmeinsel-Effekt**", ➢ Regionalplanung).

Wärmere Winter: Die für die Stadt und den Landkreis Bamberg zu erwartenden wärmeren Winter[9] sind einer der wenigen Aspekte des Klimawandels, die mit gewissen **positiven Effekten** für die menschliche Gesundheit einhergehen. Unabhängig davon, wie man unterwegs ist (zu Fuß, per Rad, Motorrad oder Auto), sinkt die Wahrscheinlichkeit, von einen Unfall aufgrund von Eisglätte auf Verkehrswegen betroffen zu sein (➢ Verkehr). Auch kälteassoziierte Krankheiten bzw. (ohnehin relativ rar gesäten) Todesfälle dürften zurückgehen.

Waldbrandgefahr und weitere extreme Wetterereignisse

Die zunehmenden, lang anhaltenden Perioden großer Hitze und Trockenheit sind mit einem Anstieg der **Waldbrandgefahr** verbunden. In den Sommermonaten wird in ganz Oberfranken oft die höchste Gefahrenstufe 5 ausgerufen und die Regierung ordnet zur vorbeugenden Waldbrandbekämpfung Luftbeobachtungen an (➢ Katastrophenschutz). Waldbrände, wie etwa der im Hauptsmoorwald im August 2018, haben nicht nur wirtschaftliche und ökologische Auswirkungen, sondern sind immer auch mit Gefahren für Leib und Leben von Menschen verbunden, die z. B. gerade im Wald Erholung suchen oder Sport treiben, aber auch für alle, die im Wald arbeiten (einschl. Jägerschaft) und für die Feuerwehrleute. Auch nahe gelegene Siedlungen sind tendenziell zunehmenden Risiken ausgesetzt, etwa in Form von Rauchentwicklung und Aschebelastung. Jeder Flächenbrand hat zur Folge, dass große Mengen an winzigen Rauch- und Staubpartikeln (*Aerosole*) in die Luft steigen. Diese kleinsten Teilchen reizen Rachen, Bronchien und Lunge. Besonders sensitiv darauf reagieren Säuglinge und kleine Kinder sowie Menschen mit Atemwegserkrankungen.

Box 4: Extreme Hitze - Risikogruppen

Bei mehrtägiger, extremer thermischer Belastung ist das Gesundheitsrisiko für bestimmte Gruppen höher als für den Durchschnitt (An der Heiden/ Buchholz/ Uphoff 2018). Dazu zählen **Kinder**, u.a. da der Körper bis zur Pubertät weniger gut transpirieren kann und Kinder von selbst sowohl das Durstgefühl als auch erste Anzeichen von Beschwerden leicht übersehen.

Vergleichsweise hoch ist das Risiko auch für die **älteste Generation**, sie machte einen hohen Anteil an den Hitzetoten z. B. der Hitzewelle 2003 aus. Dies ist u. a. auf die reduzierte Akklimatisationsfähigkeit des älteren Körpers an extreme Temperaturen zurückzuführen. Ein weiterer Faktor kann Pflegebedürftigkeit sein: Wenn die Fähigkeit, sich selbst zu versorgen, eingeschränkt ist, ist der ältere Mensch von familiären Strukturen bzw. dem Pflegesystem abhängig – gerade auch in Extremsituationen.

Auch akut oder chronisch **kranke Menschen** sind besonders vulnerabel, insbes. wenn der Körper durch (Vor-) Erkrankungen geschwächt ist oder wenn Medikamente die Fähigkeit des Körpers zu Schwitzen beeinträchtigen.

Risiken können schließlich durch situative Faktoren erhöht sein. Dazu zählen **individuelle Faktoren** wie der Konsum von Alkohol, Aufputschmitteln oder Drogen, mangelnde Flüssigkeitszufuhr, fehlender Sonnenschutz oder unangebrachtes Verhalten (z. B. Sport in Mittagshitze). Aber auch eher **soziale Faktoren** – wie der Arbeitsplatz im Freien (➢ Wirtschaft) oder eine sozial isolierte Lebenssituation oder – können den Gefährdungsgrad erhöhen. Nicht zuletzt spielen **Umweltfaktoren** (wie bauliche Gegebenheiten, Mikroklima) eine Rolle.

[9] Mit dem seit Beginn der Wetteraufzeichnung messbaren Anstieg der Durchschnittstemperatur steigen auch die Wintertemperaturen tendenziell immer weiter an (vgl. Kap. 2). Und auch hier werden immer öfter Wetterrekorde gebrochen: So war der Winter 2006/ 2007 deutschlandweit der wärmste seit Aufzeichnungsbeginn 1901: in diesem Winter überschritt die Mitteltemperatur den vieljährigen Durchschnitt um mehr als 4 °Celsius.

Weitere Extremwetter-Ereignisse wie die steigende Intensität von **winterlicher Sturmtiefs, intensivere und häufige Gewitterereignisse, Hagelschauer oder zunehmender Starkregen** (vgl. Kap.2) sind mit **ansteigender Verletzungsgefahr** (z. B. durch umstürzende Bäume, Astbruch, Schädigungen an Bauten wie Brücken, Geländer oder Dächern) für die Bevölkerung in Stadt und Landkreis verbunden. An den Hagelsturm mit Körnern bis zu 4 cm Durchmesser im Juni 2018 erinnert man sich im Süden des Landkreises Bamberg noch heute (Stakeholder aus Hirschaid). Auch an das Sturmtief *Fabienne*, das im September 2018 in Oberfranken wütete: Im Bereich Pegnitz fiel dabei ein Baum auf einen PKW, der Fahrer kam mit leichten Verletzungen davon. In Ebrach stürzte ein Baum auf eine Spaziergängerin, die noch am Unfallort ihren schweren Verletzungen erlag.

UV-Strahlung und Luftschadstoffe

Der mit dem Klimawandel einhergehende Anstieg der sonnigen Tage führt laut *Bundesamt für Strahlenschutz* (BfS) zu einem **Anstieg der Tage mit hohen UV-Werten**, was mit negativen gesundheitlichen Effekten verbunden ist. Zusätzlich problematisch wirkt der Umstand, dass sich die Ozonschicht nicht in dem Maße erholt, wie noch vor einiger Zeit erwartet (Baldermann/ Lorenz 2019). Auch hat sich das Freizeitverhalten langfristig verändert: im Vergleich etwa zu den 50er/60er Jahren verbringen die Menschen ihre Freizeit immer mehr im Freien, wodurch die Exponiertheit gestiegen ist. Personen, die unter freiem Himmel arbeiten, sind ebenfalls besonders exponiert (➢ Industrie/Gewerbe).

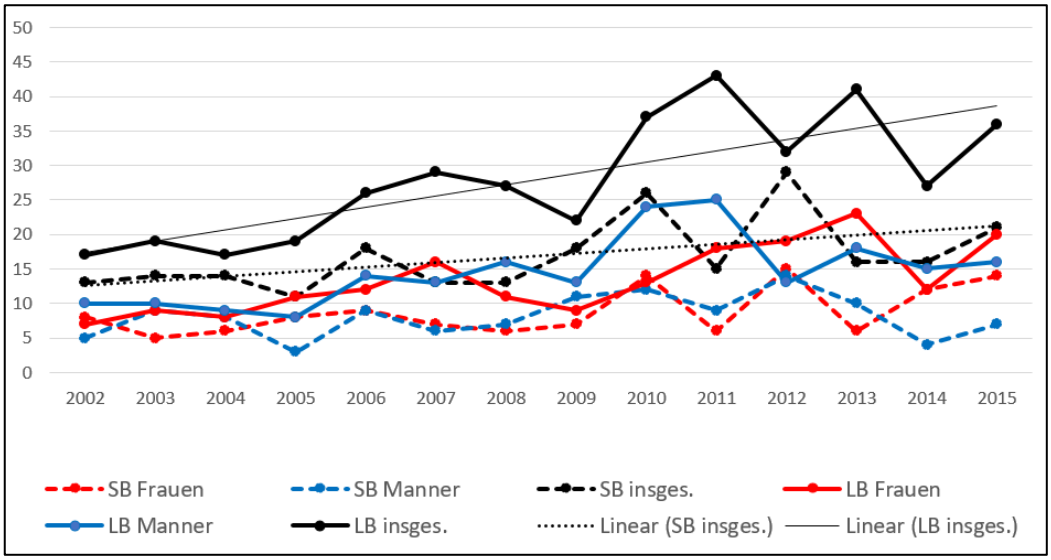


Abbildung 39: Malignes Melanom (C43) absolute Fallzahlen inkl. DCO (2002-2015). Dabei Stadt Bamberg (SB) gestrichelt, Landkreis Bamberg (LB) durchgezogene Linie, wobei für die Gesamtzahlen (Schwarz) jeweils auch der Trend (siehe dünne Linien) angegeben wurde (DOC = Death Certificate Only, Fachterminus für Fälle, die dem Krebsregister nur über die Todesbescheinigung bekannt werden). Quelle: ZfKD/ GEKID 2019.

Laut BfS (2020) ist die Gefahr von Erbgutveränderungen (Mutationen) das gravierendste Gesundheitsrisiko übermäßiger Sonnenexposition. Die vermehrte Belastung mit UV-Strahlung gilt als eine Hauptursache des seit Jahren zu beobachtenden Anstiegs der **Erkrankungen an Hauptkrebs**. Deutschlandweit wird seit den 1980er Jahren eine Verdreifachung des Risikos für Frauen und Männer, an Hautkrebs zu erkranken, gemessen. Auch in der Stadt Bamberg und etwas stärker noch im Landkreis sind die Zahlen angestiegen.

Die zunehmende Exposition gegenüber UV-Strahlung ist nicht nur eine Gefahr für die Haut, sondern auch für die **Augen**, u. a. weil die Hornhaut einen Sonnenbrand erleiden kann, ähnlich wie unsere Haut. Im Fall des Grauen Star (*Katarakt*) ist beispielsweise davon auszugehen, dass ca. 20% durch Sonnenschäden verursacht wurden. Auch gut ein Drittel der altersbedingten Hornhaut- und Bindehautveränderungen bei chronisch stärker lichtexponierten Personen werden mit durch UV-Lichtschäden assoziiert.

Box 5: UV-Strahlung: Risikogruppen

Besonders gefährdet sind **Kinder**: Erst im Alter von 18-20 Jahren ist der natürliche Lichtschutz des Auges vollständig entwickelt, sodass die UV-Strahlung in hohem Maße von der Linse aufgehalten wird. Die Augen von Kindern weisen klarere Linsen und größere Pupillen auf, wodurch rund 70% mehr UV-Licht direkt bis zur Netzhaut gelangen kann. Auch Kinder sollten daher z.B. durch Sonnenbrillen ihre Augen schützen.

Als Risikogruppen zählen außerdem Menschen, die sich häufig im Freien aufhalten z.B. um Sport zu treiben oder zu arbeiten (GaLaBau, Baustellen, Landwirtschaft etc.). Ebenso Menschen mit *Diabetes mellitus* (Zuckerkrankheit) sowie Personen, die „photo-sensibilisierende" Medikamente einnehmen.

Luftschadstoffe: Aufgrund des Zusammenwirkens von physikalischen (thermischen) Faktoren und Luftqualität (chemischen Faktoren) ist tendenziell von einer **Zunahme an Gesundheitsrisiken durch Luftschadstoffe** in der Folge des Klimawandels auszugehen.

Die Belastung der Luft ist von den klimatischen Bedingungen abhängig: Bei vermehrter Sonneneinstrahlung und ansteigenden Temperaturen können sich Sekundärschadstoffe wie Ozon (O_3) verstärkt bilden, was wiederum eine Intensivierung der Sonneneinstrahlung hervorruft. Umgekehrt verstärkt etwa die Feinstaubbelastung die negativen Gesundheitsfolgen von Hitzewellen (➢ Verkehr). Der Klimawandel lässt somit in gewisser Weise einige der in den zurückliegenden Jahren erzielte Erfolge der Luftreinhaltepolitik schrumpfen. Unter seinem Einfluss können daher **Atemwegsinfektionen** zunehmen und im Extremfall auch zu einem weiteren Anstieg der Mortalitätsrate beitragen.[10]

Für das Untersuchungsgebiet werden die Ozon-Messwerte und ein Lagebericht vom bayerischen *Landesamt für Umwelt* (LfU) ab Anfang Mai jeden Jahres (teils sogar stündlich) veröffentlicht. Es ist in Bamberg die Station in der Ludwigstraße, die die städtischen Werte als Hintergrundbelastung ermittelt. Eine besondere Information an die Bevölkerung wird bei Überschreitung des Messwerts 160 Mikrogramm pro Kubikmeter (einstündiger Mittelwert) ausgegeben („Vorwarnstufe"). Dann können bei empfindlichen Personen Kopfschmerzen, Husten oder tränende Augen verursacht werden. Ab einem Wert von 240 Mikrogramm pro Kubikmeter („Alarmschwellenwert") sind Gesundheitseffekte im Prinzip bei der gesamten Bevölkerung zu erwarten. In den letzten Jahren war dies an drei Tagen in dem extremen Hitzesommer 2003 der Fall.

Gesundheitsgefährdende Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen

Der klimatisch bedingte langfristige Anstieg der Durchschnittstemperatur in der Region Bamberg hat nicht nur massive ökologische Auswirkungen (➢ Biodiversität, Forstwirtschaft, Landwirtschaft), sondern begünstigt auch die **Ausbreitung verschiedener gesundheitsgefährdender Pflanzen und Tiere**, die von dem wärmeren Klima profitieren.

[10] Nach Umweltbundesamt sind deutschlandweit „im Zeitraum 2007-2015 im Mittel jährlich etwa 44.900 vorzeitige Todesfälle durch Feinstaub verursacht wurden", (UBA 2020). Aktuellen Forschungen deuten darauf hin, dass die Sterblichkeitsrate durch Luftverschmutzung bislang unterschätzt wurde und nach oben korrigiert werden müsste (Levieveld et al. 2019); Deutschland hat demnach einen traurigen Spitzenplatz unter den westeuropäischen Ländern inne: rd. 120.000 Menschen sterben pro Jahr an der Luftverschmutzung.



Abbildung 40: Ausbreitung heimischer und neuer gesundheitsgefährdender Pflanzen und Tiere (Beispiele): (1) Zecken, (2) Vektoren wie die Asiatische Tigermücke, (3) Riesenbärenklau, (4) Ambrosia, (5) Eichenprozessionsspinner (von links nach rechts), Bildnachweis: Pixabay.

(1) Zecken sind eine im Untersuchungsgebiet heimische Art, die – neben den Stechmücken - weltweit als zweitwichtigster Überträger von Krankheiten gilt („Vektoren“).[11] Sie profitieren vom Anstieg der Durchschnittstemperatur und den wärmeren Wintern (vgl. Kap. 2). Eine Verlängerung der saisonalen Aktivitätszeiten (teils bis in die Wintersaison) und einer Erhöhung ihrer Produktivität sind die Folge – damit steigt das „Zeckenrisiko“ für einen ihrer wichtigsten Wirte: den Menschen.

Gesundheitlich problematisch ist in Deutschland insbes. der *Gemeine Holzbock* (*Ixodes ricinus*), weil er Borrelien und FSME-Viren übertragen kann. Die durch Borrelien übertragene Erkrankung *Lyme-Borreliose* ist mit etwa 60 Tsd. – 100 Tsd. Neuerkrankungen jährlich (RKI 2020) am häufigsten.

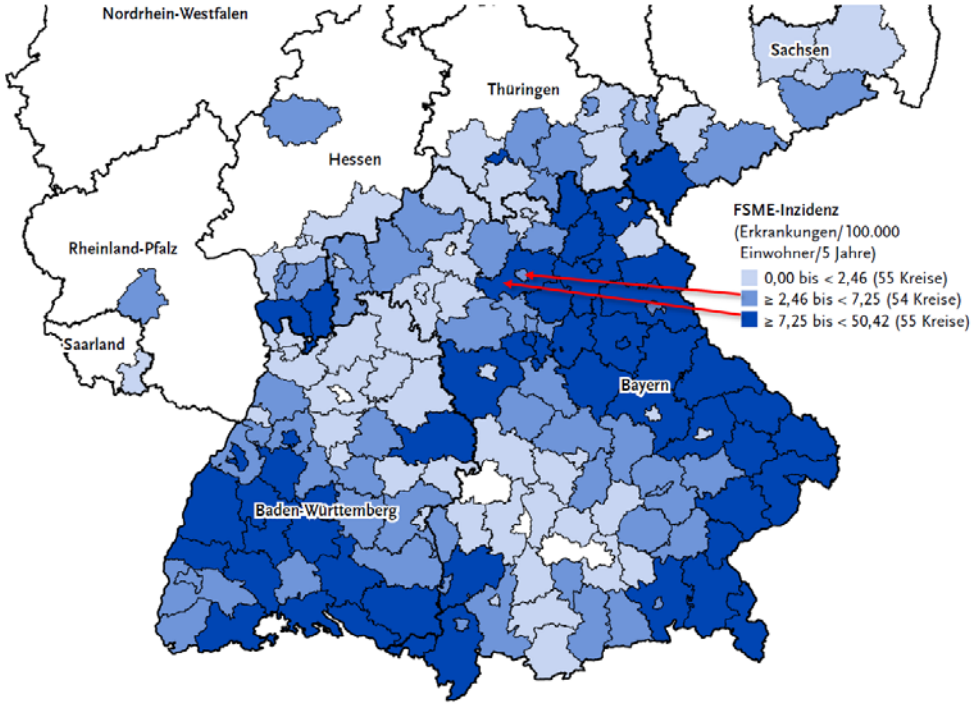
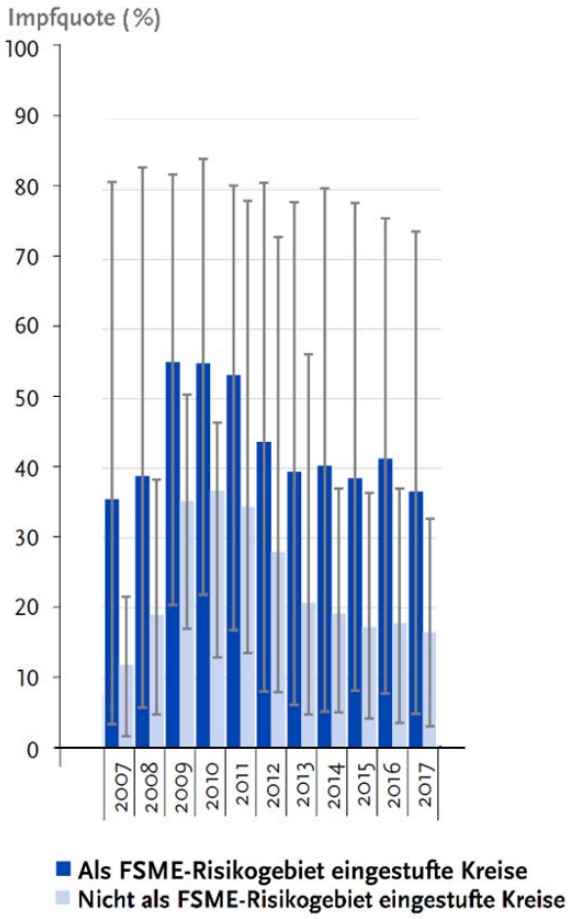


Abbildung 41: FSME-Risikogebiete 2019 eingefärbt nach Höhe der Inzidenz im Zeitraum 2015 – 2019 (Fünfjahres-Inzidenz, Ausschnitt aus Deutschlandkarte). Quelle: RKI 2020: 16).

[11] Als „Vektorkrankheiten“ werden Krankheiten bezeichnet, die durch andere Organismen („Vektoren“) übertragen werden.

Auch FSME (kurz für: *Frühsommer-Meningoenzephalitis*) wird von Zecken übertragen. Ein großer Teil dieser Infektionen verläuft harmlos (70 bis 95%), aber bei einem kleinen Teil der Infizierten erreicht das FSME-Virus das zentrale Nervensystem, wodurch schwere neurologische Komplikationen wie z. B. *Meningitis* (Hirnhautentzündung) auftreten könnten. Eine FSME-Meldepflicht besteht seit 2001.

In der Stadt Bamberg wurden in fünf Jahren (2014-2018) 2 FSME- und 125 Borreliose-Fälle gemeldet, im Landkreis Bamberg 15 FSME-Fälle und 47 Fälle von Borreliose.[12] Sowohl die Stadt als auch der Landkreis Bamberg sind durch das Robert-Koch-Institut (RKI) als FSME-Risikogebiete ausgewiesen, wobei der Landkreis einer stärkeren Belastung unterliegt.



Seit Kurzem treten in Deutschland zusätzlich zwei neue Zeckenarten auf, die ebenfalls als Krankheitsüberträger fungieren können. Dabei handelt es sich um die *Auwaldzecke* (*Dermacentor reticulatus*) sowie die aus Afrika stammenden *Hyalomma-Zecke* (Hagedorn 2019). Von letzterer wurden in Bayern bereits einige Exemplare entdeckt, Tendenz steigend. Nach ihrer ersten Überwinterung in Deutschland hat sie im Juni 2019 erstmals das Zecken-Fleckfieber übertragen: Ein Pferdehalter aus Siegen (NRW) erkrankte nach einem Stich der tropischen Riesenzecke. Die Zahl gefundener Hyalomma-Zecken ist in Deutschland in den vergangenen Monaten und im Vergleich zum Vorjahr deutlich gestiegen.

Abbildung 42: FSME-Impfquoten bei Schuleingangsuntersuchung, bayernweit (2007 – 2017) (Angaben in %). Jährliche Quoten für Risiko- und Nicht-Risikogebiete nach RKI. Dabei ist die Situation von Kreis zu Kreis sehr unterschiedlich: Die dünnen grauen Fehlerbalken zeigen die jährlichen Spannbreiten in den Kreisen zwischen niedrigster und höchster Impfquote für Risiko- und Nicht-Risikogebiete (Quelle: verändert aus RKI 2020: 14).

Von der STIKO (Ständige Impfkommission am Robert-Koch-Institut) wird eine Impfung aller Menschen empfohlen, die sich in FSME-Risikogebieten öfter in der freien Natur aufhalten. Die Impfquoten sind generell noch steigerungsfähig wie Abbildung 42 am Beispiel der Schuleingangsuntersuchung für Bayern zeigt. Hier zeigt sich, dass in Risikogebieten generell eine höhere Impfquote erzielt wird als in Nicht-Risikogebieten. Die Impfbereitschaft scheint seit 2010 rückläufig. Das ist besonders bedenklich, da die Impfquoten von Erwachsenen aller Erfahrung nach eher unterhalb der hier angeführten Kinder-Werte liegen.

[12] Auf die Einwohnerzahlen umgerechnet sind dies in Bamberg Stadt knapp 3 gemeldete FSME-Fälle und 169 Borreliose-Fälle (jeweils pro 100 Tsd. Einw.); im Landkreis sind es knapp 10 FSME und 32 gemeldete Fälle an Borreliose (jeweils pro 100 Tsd. Einw.) (Zahlen teils gerundet, Zeitraum: 2014-2018). Das bedeutet, dass im Landkreis die FSME-Fallzahlen rd. 3-fach höher liegen als in der Stadt. Umgekehrt ist die Stadt mit mehr als 5-fach höheren Fallzahlen bei Borreliose konfrontiert.

(2) **Neozoen**[13] - Weitere Erreger teils lebensgefährlicher Krankheiten, die bislang nur aus Afrika oder Asien bekannt waren, kommen seit einigen Jahren vermehrt in unseren Breiten vor. Oft wurden einzelne Exemplare zufällig durch die (in der „globalisierten Welt" immer häufigeren) Ferntransporte oder Reisen eingeschleppt (➢ Wirtschaft), wobei manchen ein Überleben in unseren Breiten gelingt. Ein Beispiel ist die **Asiatische Tigermücke** *(Aedes albopictus)*. Sie gilt als die sich am aggressivsten ausbreitende Stechmückenart und überträgt eine ganze Reihe von gefährlichen Viren (wie z. B. Dengue-Fieber oder Chikungunya) (FLI 2016). Sie wurde in Bayern bereits nachgewiesen ebenso wie die **Asiatische Buschmücke** *Aedes koreicus*, welche bereits 2015 in Bayern gefunden wurde.

Die Problematik ist bislang begrenzt (so zählte das Robert-Koch-Institut in 2017 in Deutschland „nur" 27 Chikungunya-Infektionen), verlangt aber – neben weiter Erforschung – auch aktive Eindämmungsmaßnahmen. Besorgniserregend ist auch der 3-fache Nachweis des bislang in Deutschland nicht vorkommendenden West-Nil-Virus in 2018, darunter einmal sogar in Bayern bei einem Kauz im Wildpark Poing, südlich von München: Ein Tierarzt, der den Vogel obduziert hatte, ist der erste Mensch, der sich nachweislich in Deutschland mit diesem Virus infiziert hat (LGL 2019).

(3) Bereits gegenwärtig ist festzustellen, dass sich auch **Trockenheit bzw. wärmeliebende Giftpflanzen** ausbreiten (im Untersuchungsgebiet etwa Riesenbärenklau (*Heracleum mantegazzianum*) und Jakobskreuzkraut (*Senecio jacobaea*)). Durch den stetigen Temperaturanstieg im Klimawandel wird sich dieses Problem tendenziell verstärken. Die gesundheitliche Gefahr für Mensch (teils auch für Tiere, ➢ Landwirtschaft) hat zwei Ursachen:

- direkter Kontakt mit den Toxinen: Das Gift etwa des Riesenbärenklau ruft beim direkten Kontakt **Verbrennungserscheinungen unter UV-Einwirkung** (phototxisch) und Blasenbildung auf der Haut hervor. Da das Gift krebserregende Eigenschaften besitzt, kann es später zu **Hautkrebs** kommen (Quelle!);
- Gefährdung durch die Möglichkeit der Toxineinträge in die **Nahrungskette**: Zum einen kann eine Kontaminierung des Getreides durch die Pollen der Kreuzkräuter erfolgen, zum anderen könnten ein Eintrag über die Kuhmilch stattfinden (➢ Landwirtschaft). Angesichts der vielen offenen Fragen findet derzeit eine intensive Beforschung dieses Themas durch das *Bundesinstitut für Risikobewertung* (BfR) statt, wobei auch die Futtermittel in Bayern analysiert werden.

(4) **Allergische Erkrankungen** mit klinischer Relevanz gehören bereits heute für 450 Tsd. Menschen in Bayern zum Alltag. Insbesonder aufgrund des Klimasignals „steigende Mitteltemperatur" ist für die Zukunft von einer weiter **zunehmenden Allergiebelastung der Bevölkerung** auszugehen. Dies liegt daran, dass sich die klimatischen Bedingungen für viele allergene Pflanzenarten verbessern. Es ist von neuen Sensibilisierungen in der Bevölkerung auszugehen. Außerdem steigert sich die Produktivität der einzelnen Pflanzen und damit ihre Pollenproduktion. Schließlich wird sich Vegetationsperiode ausdehnen, was mit einer Verlängerung der Pollensaison einhergeht. Knapp gesagt ist zu erwarten, dass zukünftig immer mehr allergiekranke Menschen mit mehr Pollen in längeren Zeiträumen konfrontiert werden. Eine der weltweit gefährlichsten allergenen Pflanzen ist die *Beifuß-Ambrosie* (*Ambrosia artemisiifolia*). Die hochaggressiven Ambrosia-Allergene lösen Reizungen der Augen und der Atemwege (allergenes Asthma) aus.

[13] Mit dem Begriff *Neozoen* werden Tierarten bezeichnet, die entweder ohne oder mit menschlichem Einfluss in ein Gebiet gelangt sind, in dem sie ursprünglich nicht beheimatet waren und dort längerfristig wild heimisch werden.

Ambrosia-Bestände finden sich praktisch überall: in städtischen Grünanlagen, in (privaten und Klein-) Gärten und Siedlungen, am Rand von Agrarflächen oder Wäldern, auf Grünflächen, an Bahnlinien und Häfen, wobei die Verbreitung entlang von Verkehrswegen einen besonderen Schwerpunkt bildet. Auch in der Untersuchungsregion sind Bestände vorhanden. Die Stadt Bamberg hat sich an dem bayernweiten Aktionsprogramm zur Bekämpfung von Ambrosia ab 2007 von Beginn an beteiligt und konnte insbes. vier große Standorte (Individuenzahl > 100) zurückdrängen. Darunter an der Kronacher Straße, wo 2007 ein Bestand mit rd. 200.000 Ambrosia-Pflanzen existierte (Expertengespräche 2020)

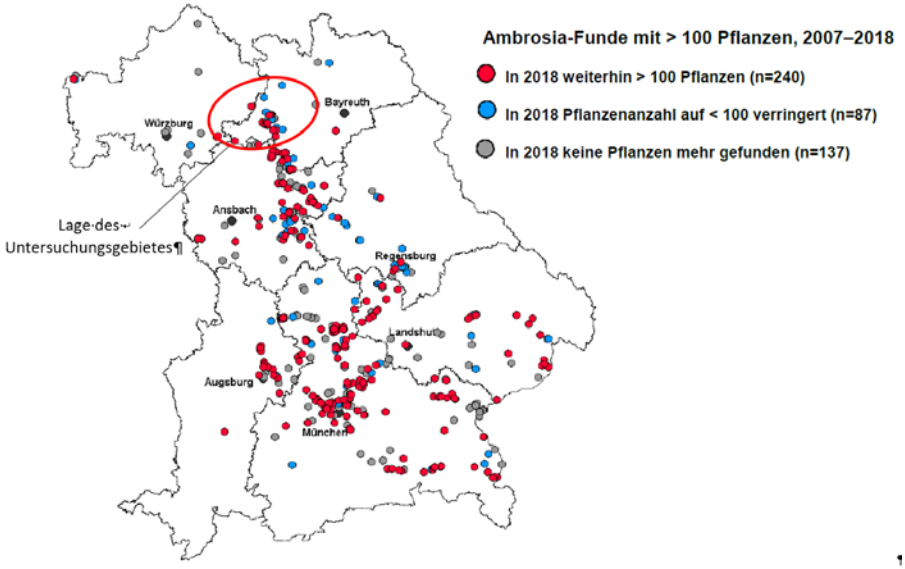


Abbildung 43: links: Verbreitungsgebiet der Ambrosia, Bayern (2007-2018) (Quelle: Gehring/ Thyssen (2018).

Die Projektgruppe *Biodiversität und Landschaftsökologie* (PBL) begleitete den Prozess aus wissenschaftlicher Sicht[14]. Das Umweltamt trat dazu auch mit privaten Eigentümerinnen und Eigentümern der Grundstücke in Kontakt. Wichtige Maßnahmen waren Mahd, Ausreißen und Einsaat von Konkurrenzpflanzen. Inwieweit Trockenheit und Tierfraß (Mäuse, Schnecken) als natürliche Feinde hilfreich sind, ist Gegenstand weiterer Forschung (PBL 2018).

(5) Im westlichen Oberfranken und mithin in der Region Bamberg ist seit Jahren ein zunehmender Befall der Eichen durch den **Eichenprozessionsspinner (EPS)** (*Thaumetopoea processionea*) festzustellen (LWF 2019, Feicht/ Weber 2012). Vor ca. 20 Jahren noch nahezu unbekannt, taucht er heute an vielen Orten auf. Im Juni 2018 waren z. B. Scheßlitz, Zapfendorf, Memmelsdorf und Dörfleins besonders betroffen. Die Ausbreitung dieses wärmeliebenden Schadinsekts ist nicht nur ein gesundheitliches Problem für die Bevölkerung („Gesundheitsschädling"), sondern schränkt auch die Erholungsnutzung betroffener Grünflächen und Wälder massiv ein.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit (*Migration*) dieser Spezies ist immens. Dies wird auch im Untersuchungsgebiet beobachtet: In der Stadt Bamberg gibt das Garten- und Friedhofsamt etwa für die Zeit 2015 - 2019 einen Anstieg der behandeltet Eichen von über 500 % (!) an: „Mussten 2015 noch 313 Eichen gegen die Raupen behandelt werden, so waren es 2018 bereits 854 Eichen. Ein Anstieg um 273 %. Und durch den milden Winter 2018 / 19 stieg der Bestand am Eichenprozessionsspinner

[14] Von dieser Projektgruppe wurde bereits 2006 die erste deutsche Homepage zu der Thematik eingerichtet (www.ambrosiainfo.de).

nochmals deutlich an. 2019 muss die Stadt Bamberg bereits 1.671 Eichen gegen den EPS behandeln. Das ist mehr als das Fünffache als 2015…“. Dabei ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass mit einer höheren Sensibilität in der Bevölkerung tendenziell auch mehr Hinweise eingehen.

In der Stadt Bamberg verfolgt das zuständige Garten- und Friedhofsamt die zweigleisige Strategie einer mechanischen Vernichtung der Gespinste an besonders exponierten Orten (wie Schulhöfe etc.) sowie der selektiven Spritzung von Einzelbäumen mit einem Extrakt des Neembaumes (Biozid).

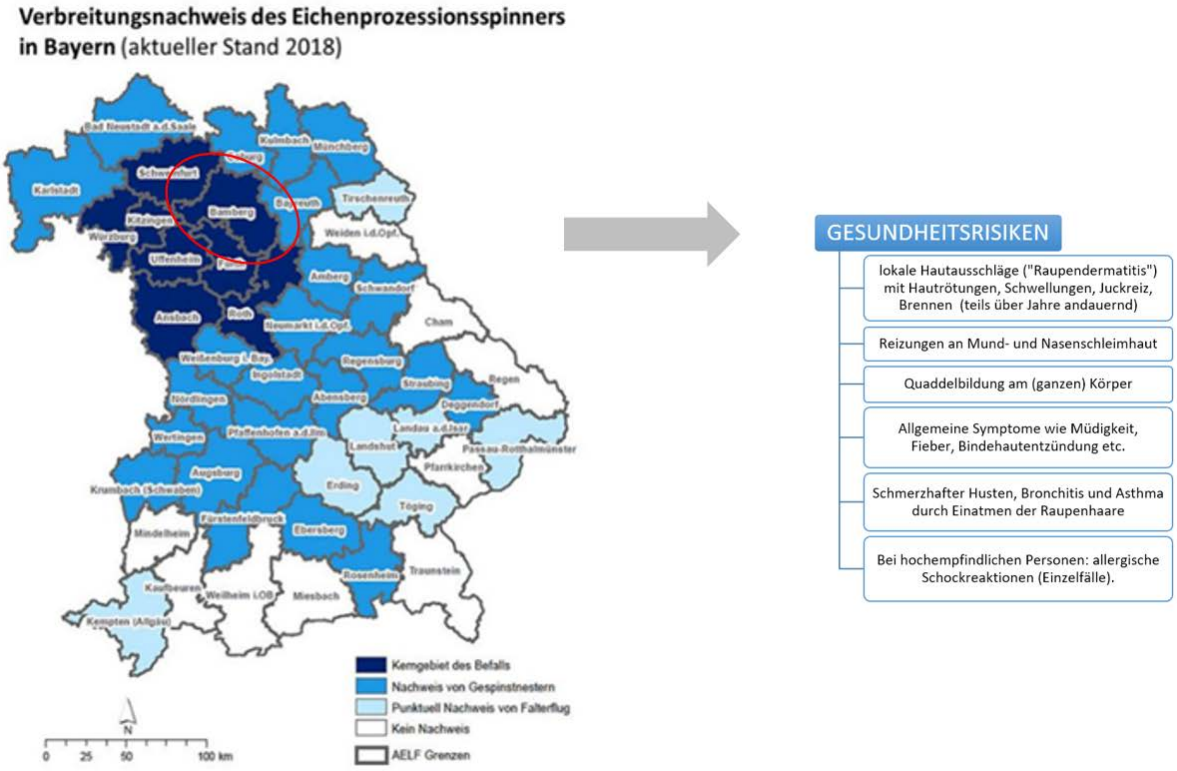


Abbildung 44: links: EPS-Verbreitungsnachweis (Bayern), Stand 2018 sowie rechts: EPS-assoziierte Gesundheitsrisiken für Menschen, Quelle: LWF 2020.

Der langfristige Anstieg der Mitteltemperatur befördert schließlich **gesundheitsgefährdende Mikroorganismen.** Diese, meist einzelligen Kleinstlebewesen (wie Bakterien oder (Schimmel-)Pilze) können (abgesehen von ihren nützlichen Funktionen für den menschlichen Körper) eben auch steigende Gesundheitsrisiken in den Bereichen Lebensmittel, Trinkwasser und Badegewässer hervorrufen:

- Hohe Temperaturen stellen besondere Anforderungen an die Lebensmittelhygiene, da sich Mikroorganismen wie Salmonellen und andere Krankheitserreger bei Hitze und hoher Luftfeuchtigkeit besonders schnell vermehren. **Pathogene Bakterien und Viren in Nahrungsmitteln** (wie Salmonellen, Campylobacter, EHEC[15] oder Noroviren) können Lebensmittelvergiftungen (mit Magenkrämpfen, Durchfall und Erbrechen) hervorrufen, die für Kleinkinder, Schwangere, immungeschwächte oder alte Menschen im Extremfall sogar lebensbedrohlich verlaufen können.
- Als „Lebensmittel Nr. 1“ ist sauberes **Trinkwasser** für die Gesundheit essentiell. Aus der jüngeren Vergangenheit sind sehr vereinzelte Fälle bekannt, wo durch das Gesundheitsamt Abkochgebote

[15] EHEC ist die Abkürzung für *Enterohämorrhagische Escherichia E. coli*. Dabei handelt es sich um Bakterien, die von Natur aus im Darm von Wiederkäuern (Rinder, Schafen, Reh- oder Rotwild) vorkommen und die Giftstoffe (*Shigatoxine*) produzieren können.

für Trinkwasser ausgesprochen werden mussten (➢ Handlungsfeld Wasser). Die möglichen Ursachen sind in solchen Fällen sehr vielfältig, aber neben z.B. mechanisch-physikalischen Ursachen können auch klimatische Faktoren eine Rolle spielen: Keime lieben Wärme (s.o.) und es passiert immer wieder, dass es bei länger in der Leitung stehendem Wasser vermehrt – z.B. durch heiße Außentemperaturen während einer extremen Hitzephase – zu Keimentwicklungen kommt.

- Zunehmende Gefahr für **Badegewässer**: „Blaualgen" (*Cyano*-Bakterien) oder Vibrio-Bakterien sind in gewissem Maße in fast allen Gewässern vorhanden. Problematisch ist die explosionsartige Vermehrung dieser Mikroorganismen, die durch zu hohe Nährstoffeinträge (wie Nitrate und Düngemittel), aber eben auch durch die Klimasignale Trockenheit und Hitze befördert werden. Der Landkreis verfügt über mehrere Badestellen, von denen vier als EU-Badegewässer zertifiziert sind: Brückenhaussee (Baunach), Baggersee in Breitengüßbach, Ebinger See und Hirschaid Baggersee. Deren Qualität wurde in den letzten Jahren mindestens mit „gut", meistens sogar mit „ausgezeichnet" bewertet. Bei den Baggerseen in Breitengrüßbach und Ebing tritt laut Gewässerprofil bereits gegenwärtig etwa einmal jährlich die Gefahr der Belastung mit Grün- und Blaualgen auf; diese dauert rund 14-20 Tage und möglichen Gesundheitsgefahren wird durch Verhängung eines Badeverbotes begegnet, das Einheimische wie Touristen (➢ Tourismus) betrifft.

Teilstrategie

Es ist das vordringliche Ziel von Anpassungsmaßnahmen im Handlungsfeld Gesundheit, die mit dem Klimawandel ansteigenden Gesundheitsgefahren, einschl. von Gefahren für Leib und Leben, weitestmöglich zu vermeiden bzw. – sofern dies nicht möglich ist – Krankenlasten abzumildern. Es ist eine qualitativ hochwertige Gesundheitsversorgung in räumlicher Nähe unter erschwerten Bedingungen der kommenden Jahre aufrechtzuerhalten. Dabei ist die Herausforderung „Klimawandel" in der Wechselbeziehung mit anderen gesundheitspolitsch relevanten Entwicklungen (wie demografischer Wandel, personelle Situation im Gesundheits- und Pflegesystem, Migration) zu sehen.

Um potentiellen Schäden vorzubeugen und um verbleibende Potenziale zu heben, ist ein vorausschauender, gestaltender, präventiver Handlungsansatz einzuschlagen. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Gesundheit nicht allein durch Maßnahmen im Gesundheitssektor geschützt werden kann. Denkt man an Faktoren wie Luftqualität, Wasserqualität, Ausbreitung von Giftpflanzen und Krankheitsüberträgern, so wird deutlich, dass Gesundheit ein Querschnittsthema ist, dessen Zustand durch viele andere Sektoren (Verkehr, Wasser, Naturschutz/ Biodiversität ...) – so oder so – mitbestimmt wird. Dementsprechend gibt es Überschneidungen. Das Thema „Stadtklima" (vor Überhitzung sowie der Zusammenhang Luftverschmutzung – Ozonbelastung – UV-Strahlung) wird insbes. in den Handlungsfeldern Gebäude/ Stadtentwicklung und im Verkehr behandelt. Das Handlungsfeld Industrie/ Gewerbe behandelt die Gesundheitsrisiken für die erwerbstätige Bevölkerung.

Prioritärer Handlungsbedarf besteht im HF Gesundheit immer dort, wo potenziell viele Menschen durch Klimawirkungen betroffen werden oder wo die möglichen Folgen für Einzelne sehr hoch sind (Gefahr schwerer Krankheiten, Todesfolgen).

Im HF Gesundheit werden die folgenden strategischen Schwerpunkte empfohlen:

(1) Information und Sensibilisierung in Bevölkerung, mit dem Ziel, Risikobewusstsein und eigenpräventives Handeln zu steigern (G01). Anpassung an den Klimawandel ist eine Gemeinschaftsaufgabe, wo nicht nur Politik und institutionelle Akteure gefragt sind, sondern auch jede/r Einzelne. Die Einwohnerinnen und Einwohner können selbst sehr viel tun. Dieses Potenzial gilt es zu he-

ben, damit die Menschen sich und andere besser schützen. Dies trägt im Übrigen auch dazu bei, öffentliche Kapazitäten (einschl. Katastrophenschutz) nicht zu überbeanspruchen.

(2) Stärkung der Anpassungsfähigkeit gegenüber Hitzeperioden ist wegen der Schwere der Folgen ein weiterer Schwerpunkt. Hier wird die Erarbeitung eines kommunalen Hitzeaktionsplans (HAP) angeraten (G02). Die Träger von Einrichtungen mit einem hohen Anteil von Risikogruppen sind aufgerufen, ihre Einrichtungen in baulicher Hinsicht, Bezug auf Ausstattung und Abläufe sowie im Bereich Personal zu überprüfen (G03). Maßnahme G04 betrifft alle zugänglichen Trinkbrunnen, wo der Bestand systematisch zu erfassen, ggf. auszubauen ist (Schulen) sowie breit bekannt gemacht werden sollte. Auf das Klimasignal „Trockenheit" reagiert G05: Das Thema „Sicherung von Trinkwasser" gehört hauptsächlich in das Handlungsfeld Wasser, sollte aber zukünftig vermehrt auch im Fokus der Gesundheitsbehörden verankert sein.

(3) Das zunehmende Risiko durch (teils neue) Krankheitsüberträger, Allergene sowie von Schadtieren und Schadpflanzen wird von einem Runden Tisch aufgegriffen (G06).

Maßnahmen im Handlungsfeld Gesundheit

G 01 BREITE INFORMATIONSKAMPAGNE „GESUNDHEITSFOLGEN DES KLIMAWANDELS"

Kurzbeschreibung:

Das Wissen über gegenwärtige und zukünftige Gesundheitsrisiken, die mit dem Klimawandel einhergehen, ist in der breiten Bevölkerung noch nicht sehr weit verbreitet. Maßnahme G01 beinhaltet daher eine Informationskampagne, die sich an die breite Bevölkerung richtet und in der Hauptsache zwei Ziele hat:

1. *Sensibilisierung – Hier geht es darum, über zukünftigen und bereits stattfinden Klimawandel in der Region Bamberg zu informieren und dadurch das Bewusstsein der Menschen langfristig für klimabedingte Gesundheitsrisiken zu schärfen. Fehlende Sensibilität und Kenntnisse über Gesundheitsfolgen bei den Einzelnen können nicht nur für sie selbst ungünstige gesundheitliche Folgen haben, sondern auch für andere (Kinder, Pflegebedürftige) bzw. zu einer Überlastung der Einsatzkräfte des Katastrophenschutzes beitragen (→ HF Katastrophenschutz).*
   Im Gegensatz zur allgemeinen Kommunikationsstrategie (Kapitel 6), liegt der Fokus von Maßnahme G01 eindeutig bei den Gesundheitsrisiken. Gleichwohl bietet sich eine gewisse Abstimmung der Maßnahme G01 mit der allgemeinen Strategie der Anpassungskommunikation an, von der beide profitieren: In der allgemeinen Strategie werden zweifellos auch Gesundheitsthemen anzusprechen sein und andererseits bieten sich Gesundheitsthemen als „entry point" an, um dann auch über den Klimawandel insgesamt zu informieren.
2. *Aktivierung – Die Sensibilisierung der Bevölkerung hat das große Ziel, die Menschen zu aktivieren, d.h. zu verstärkter Eigenvorsorge zu aktivieren. Im Bereich ‚Gesundheit' zeigt sich besonders, was oben (Kap. 3.1) bereits erwähnt wurde: Wenn es um eine Steigerung der Anpassungskapazität geht, ist nicht nur die Politik gefragt: „Selbstschutz" und „persönliche Vorsorge" durch die Einzelnen sind ebenfalls wichtig. Viele Maßnahmen wie baulicher Sonnenschutz am eigenen Haus, Sonnenbrillen, Sonnencreme; angepasstes Verhalten wie ggf. FSME-Impfung, Ernährung bei Hitze, Lebensmittelhygiene bis hin zum Umgang mit Wasser spielen eine große Rolle. Nicht zuletzt deshalb nehmen Eigenvorsorge und Selbsthilfefähigkeit einen großen Platz in der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) ein.*

Um diese Ziele zu erreichen, ist eine breit angelegte, fortdauernde Informationskampagne unter Einsatz verschiedener Formate (einschl. elektronischer Medien wie Internet/ soziale Medien) zu etablieren und durchzuführen. Gesellschaftliche Akteure sind möglichst breit zu integrieren; ihre Kanäle können in vielen Fällen sinnvoll genutzt werden (Synergieeffekte) und sie können eine wichtige Multiplikatorfunktion erfüllen (z.B. der Verein aus wichtigen Akteuren des Gesundheitssektors „Gesundheitsregion Bamberg e.V." (Projektwebseite: https://www.gesund-in-bamberg.de), Gesundheitsregion plus, Apotheken, Sportvereine, Krankenkassen, Schulen, Kirchen oder örtliche Medien).

Cluster II: Gesundheit und Kultur	**Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit**

Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis (Bereich Umwelt/Klima) bzw. die Klimaallianz
Aufwand für Akteure	Mittel; Personalbedarf ist abzuschätzen und ggf. in Maßen flexibel; wird günstiger und ggf. auch effektiver, wenn bestehende Formate genutzt und Multiplikatoren eingebunden werden können (Synergieeffekte für beide Seiten); mindestens teilweise sind eigene Formate zu entwickeln, was personal- und kostenaufwendiger ist. Evtl. Auftrag an Grafikagentur
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Entwicklung von Eckpunkten einer Informationskampagne federführend von den Bereichen „Umwelt/ Klima“ in Stadt und Landkreis in Kooperation mit Verantwortlichen im Gesundheitsbereich. Ggf. Auftragsvergabe an Dienstleister für Teilschritte. Dabei Eckpunkte der Kampagne im Fokus: • Identifizierung der Adressaten • Identifizierung der Themen und Botschaften • Identifizierung von Multiplikatoren (z.B. Schule, Senioren-, Familienberatung, städtische-/LK-Webauftritt u.a. soziale Medien • Identifikation/ Entwicklung ansprechender Formate mit hoher Breitenwirkung (Effektivität) • Zeitplanung (Start, Periodizität)
Querverweise, Konflikte und Synergien	Synergie zum HF Katastrophenschutz, das durch zunehmende Eigenvorsorge (falls es dazu kommt) tendenziell eine Entlastung erfährt (siehe insbes. Maßnahme K 03); Bezug zu Bereich Bildung, da Schulkinder eine wichtige Zielgruppe sind; außerdem zu HF Tourismus, da Gäste ebenfalls besonderer Information bedürfen (Synergie). Querverweis: Geht Hand in Hand (Abstimmung) mit allgemeiner Strategie der Anpassungskommunikation (Kap. 6).
Robustheit und Flexibilität	Regret/ Sehr flexibel
Maßnahmenindikator	Breit angelegte Informationskampagne findet statt (Anmerkung: Hier ist allerdings nicht mit kurzfristigen, sondern eher mit mittel- bis langfristigen Erfolgen zu rechnen. Der hier angegebene Indikator ist nicht in der Lage, das Eigenvorsorgeverhalten selbst zu messen, sondern unterstellt positive Effekte der Informationskampagne; der Erfolg der Evaluationskampagne sollte daher von Zeit zu Zeit evaluiert werden).
Regionalisierung	Die Menschen in Stadt und Landkreis sind weitgehend gleichermaßen von den Klimawirkungen betroffen. Es ist daher zu überlegen, ob eine gemeinsame Kampagne gestartet wird (z.B. federführend durch gemeinsame Klimaallianz). Zwar weichen einige institutionelle Ansprechpartner, Beratungsstellen etc. voneinander ab, wegen der relativ hohen Wanderungsbewegungen zwischen Stadt und Landkreis ist es ein Vorteil, wenn die Städte auch die Notfall-Adressen etc. aus dem LK kennen und umgekehrt.
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** laufende Aufgabe
Best-Practice Beispiele	• Breite Informationsbasis bei KLUG (Klimawandel und Gesundheit): siehe online unter: https://www.klimawandel-gesundheit.de/ • Broschüre „Das Klima zum Thema machen. So geht’s“. Ein Handreichung zur Klimakommunikation von klimafakten.de und Bundesverband Klimaschutz • BBK-Magazin „Klimawandel und Bevölkerungsschutz“ (online unter: https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/BBK/DE/2019/06/BevS_Magazin_2_19.html. • Leitfaden zur Identifikation und Reduzierung von Ausfallrisiken in Kritischen Infrastrukturen des Gesundheitswesens vom Bundesamt für Bevöl-

	kerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (online unter: https://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/KritischeInfrastrukturen/Publikationen/Leitfaden_Krankenh_Risiko-Kritis.html?nn=1899920)

G 02 ENTWICKLUNG KOMMUNALER HITZEAKTIONSPLÄNE (HAP)

Kurzbeschreibung:
Auf zunehmend häufigere, intensivere und länger andauernde Hitzeperioden hat man sich nicht nur in der Region Bamberg, sondern in ganz Deutschland einzustellen. Daher hat eine speziell dazu eingerichtete Bund/ Länder Ad-hoc Arbeitsgruppe „Gesundheitliche Anpassung an die Folgen des Klimawandels" eine Art Muster für die kommunalen Behörden erarbeitet, um regional angepasste Hitzeaktionspläne (HAPs) zu entwickeln. Das primäre Ziel dieser Handlungsempfehlungen besteht darin, vor Ort hitze- (und UV-)bedingte Kranken- und Todesfälle durch präventive Regelungen gar nicht erst eintreten zu lassen. Hitzeaktionspläne richten sich an alle relevanten Stellen und verfolgen einen integrativen Ansatz.
Wichtige Akteure des deutschen Gesundheitssystems halten kommunale HAP für drängend und rufen zu beschleunigter Aufstellung von HAP auf; siehe etwa den Appell der deutschen Ärzteschaft (siehe https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/107435/Aerzte-fordern-die-beschleunigte-Umsetzung-von-Hitzeaktionsplaenen) sowie der Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit (https://www.klimawandel-gesundheit.de/pm-hitzeaktionsplaene/).
Bedauerlicherweise existiert nach wie vor in Deutschland – anders als in anderen europäischen Staaten - kein nationaler oder bundesweiter HAP. Anders auf kommunaler oder Länderebene, wo im Zuge der Aufarbeitung der Hitzewelle 2003 verschiedene HAPs erstellt wurden.

Cluster II: Gesundheit und Kultur	**Handlungsfeld Gesundheit**
Verantwortlichkeit	Landkreis, Stadt: Koordinierung durch Gesundheitsbehörden; Einbeziehung weiter Fachbereiche/ Akteure im laufenden Prozess
Aufwand für Akteure	**Mittel**; insbes. Personalaufwand
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Es ist zu prüfen, ob beide Kommunen jeweils einen eigenen oder gemeinsamen HAP entwickeln; mindestens aber abgestimmtes Vorgehen
Querverweise, Konflikte und Synergien	Querverweis/ Synergie: Aufgrund des integrativen Ansatzes sind weitere Fachbereiche/ Akteure angesprochen, etwa der Katastrophenschutz und – mit Blick auf langfristige Maßnahmen – Stadtplanung und Bauwesen (Synergieeffekte)
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist insofern flexibel, als der HAP in zeitlichen Abständen überprüft und an die aktuellen Bedingungen angepasst werden sollte.
Maßnahmenindikator	HAP (Getrennt/ gemeinsam) in Stadt und LK eingeführt
Regionalisierung	Für beide Kommunen gleichermaßen relevant und angeraten
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren); HAP beinhalten kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen zum Gesundheitsschutz in einem integrativen Ansatz. **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	• Informationen beim Bundesgesundheitsministerium zum HAP (online: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/h/hitzeaktionsplaene.html) • Weitere Infos und konkrete Anleitung HAP beim federführenden Umweltbundesamt, online unter: https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/anpassung-an-den-klimawandel/handlungsempfehlungen-fuer-die-erstellung-von-hitzeaktionsplaenen/ • Kommunales Beispiel: HAP Bautzen (online unter: https://www.landkreis-bautzen.de/landratsamt/organisation/gesundheitsamt/46)

G 03 PRÜFUNG VON AUSSTATTUNG, ABLÄUFEN SOWIE BAULICHEN GEGEBENHEITEN IN EINRICHTUNGEN UND AMBULANTEN DIENSTEN IN BEZUG AUF HITZEWELLEN

Kurzbeschreibung

Viele Studien belegen seit Jahren, dass pflegebedürftige und ältere Menschen zu den besonders vulnerablen Gruppen, wenn es um extreme Hitze geht. Sie weisen höhere Betroffenheiten hinsichtlich Morbidität und Mortalität auf. Die entsprechenden Zahlen sind in der Öffentlichkeit nicht so präsent. Tatsächlich übersteigen sie jedoch oft diejenigen der Verkehrstoten.[16]

Die Erfahrung mit zurückliegenden Hitzewellen (etwa die im Jahr 2003) hat jedoch gezeigt, dass sich diese Folgewirkungen durch den Aufbau von Anpassungskapazität verhindern lassen[17]*; in den letzten Schritten sind auf verschiedenen Ebenen auch bereits einige Maßnahmen unternommen worden.*

Es handelt sich hier um eine mehrdimensionale Problematik, die sich in den kommenden Jahren verschärfen dürfte, wenn nicht heute gegengesteuert wird. Problemverstärker 1: Demografischer Wandel - der Anteil der Generation der 60 bis unter 75-Jährigen in beiden Kommunen (mit +19% in Bamberg Stadt, +24% im Landkreis Bamberg) bis zum Jahr 2038 wächst. Die Zahl der Über-75-Jährigen steigt noch stärker (Stadt: +23%; Landkreis: + 60%). Problemverstärker 2: Mangel an Pflegekräften. Problemverstärker 3: Rückgang an Einsatzkräften (→ HF Katastrophenschutz). Zusammen mit dem klimatologischen Hintergrund (Problemverstärker 4: Hitzewellen werden zukünftig an Dauer, Intensität und Häufigkeit zunehmen) ergibt sich dringender Handlungsbedarf. Auf der anderen Seite wurden im Zuge der Coronakrise an vielen Stellen Erfahrungen gesammelt und auch konkrete Anpassungen vorgenommen, die auch im Sinne der Klimaresilienz hilfreich sind (s.u.).

Dies betrifft viele Bereiche von der häuslichen bis zur Pflege in Heimen. Zu letzteren: die Rechtslage ist gegenwärtig so, dass es z.B. keine einheitlichen Verhaltenspläne für Heime gibt, was in Perioden extremer Hitze zu tun ist. Die geeigneten Vorkehrungen zu treffen, ist die Aufgabe jeder einzelnen Einrichtung. Die Heimaufsicht (und ggf. weitere Stellen/ Akteure) sollten dieses Thema jedoch stärker mitberücksichtigen.

Maßnahme G04 sieht daher vor, dass stationäre und ambulante Kranken- und Pflegeeinrichtungen überprüfen, ob notwendige Voraussetzungen zum Schutz der Patient/-innen bzw. Bewohner/-innen in ausreichendem Maße erfüllt sind. Diese reichen von medizinischen (z. B. abgestimmte Medikation, Impfung), organisationalen (z. B. Abläufe, Überprüfung der Flüssigkeitsaufnahme, Verschattung, Temperaturregelung) über bauliche (z. B. Verschattung, Raumnutzung) bis hin zu Aspekten der Ausbildung/ Unterrichtung des medizinischen Fachpersonals. Auch sind entsprechende Monitoring- und Kontrollroutinen einzubauen und vorhandene Mängel sind zu beseitigen.

Die Einrichtungen des Gesundheitswesens in Stadt und Landkreis haben mit dem Ausbruch der Corona-Krise im Frühjahr 2020 eine akute Herausforderung erlebt, die plötzliche und tiefgreifende Anpassungsmaßnahmen erforderte. Mit dem notwendigen zeitlichen Abstand lassen sich die gewonnenen Erfahrungen auswerten und teilweise auf die teils ähnliche Herausforderung der klimabedingten Gesundheitsrisiken anwenden.

Cluster II: Gesundheit und Kultur	**Handlungsfeld Gesundheit**
Verantwortlichkeit	Träger der entsprechenden Einrichtungen sind gefordert mit Unterstützung/ Begleitung durch Klimaallianz in Kooperation mit Stadt Bamberg, Amt für soziale Angelegenheiten, Fachstelle für Pflege- und Behinderteneinrichtung - Qualitätsentwicklung und Aufsicht (FQA) (früher: Heimaufsicht), Landratsamt Bamberg, Fachbereich Soziales Pflege- und Wohnqualitätsgesetz; weitere Akteure der Senioren- und Pflegepolitik
Aufwand für Akteure	mittel

[16] Leyk D, Hoitz J, Becker C, Glitz KJ, Nestler K, Piekarski C: Health risks and interventions in exertional heat stress. Dtsch Arztebl Int 2019; 116: 537–44. DOI: 10.3238/arztebl.2019.0537

[17] Lass, W., Haas, A., Hinkel, J. et al. Avoiding the avoidable: Towards a European heat waves risk governance. Int J Disaster Risk Sci 2, 1–14 (2011). https://doi.org/10.1007/s13753-011-0001-z

Umsetzungsgrundlagen/-schritte	1. Aufstellung einer Liste der relevanten Einrichtungen 2. Kontaktierung der Einrichtungen 3. Benennung einer verantwortlichen Person durch die Einrichtung 4. Durchführung der Prüfung hinsichtlich baulichen Gegebenheiten, Ausstattung, Abläufen und Personal durch die Einrichtung 5. Kurzbericht übererfolgte Anpassungsmaßnahmen an Stadt/ LK
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Synergie zu Maßnahme B 05 des HF Bauwesen-Stadtentwicklung; • Synergie zu K 10 (Verwaltung im Akut-Umgang mit Extremwetterereignissen vorbereiten (Erstellung von Aktionsplänen)); • Synergie zum HF Verkehr (V 04: Entsiegelung) Potenzielle Konflikte mit dem Klimaschutz sind zu vermeiden. Beispiel: Der Einbau von (fossil betriebenen) Klimaanlagen; hier sind klimafreundliche Alternativen vorzuziehen.
Robustheit und Flexibilität	Sehr flexibel
Maßnahmenindikator	Jährliche Prüfung: Wurden Abläufe in benannten Institutionen geprüft? Welche Maßnahmen wurden abgeleitet?
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	• Beginn: kurzfristig • Dauer: laufend
Best-Practice Beispiele	• Grewe H. A .et al. (2011): Prävention hitzebedingter Gesundheitsgefährdungen in der stationären Altenpflege. Präventive Gesundheitsforschung; 6: 192–198. • Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB): Neubau Gesundheitsbauten [18] • Bundesamt für Energie (BPE), Schweiz (2017): ClimaBau – Planen angesichts des Klimawandels. Energiebedarf und Behaglichkeit heutiger Wohnbauten bis ins Jahr 2100. Schlussbericht. [19]

G 04 AUSBAU TRINKBRUNNEN UND ZIERBRUNNEN

Kurzbeschreibung

Brunnen sind in zweifacher Weise nützlich: Trinkbrunnen unterstützen die Flüssigkeitszufuhr (TMN-G04-1) und Zierbrunnen verbessern das Mikroklima (TMN G04-2).

- *Teilmaßnahme (TMN) G04-1: Ausbau Trinkbrunnen: Ausreichende Flüssigkeitszufuhr ist notwendige Bedingung, um vielen Gesundheitsfolgen durch steigende thermophysiologische Wärmebelastung in Hitzephasen vorzubeugen.*

Die Etablierung bzw. der Ausbau des bestehenden Netzes an frei zugänglichen Trinkbrunnen ist eine wichtige Anpassungsmaßnahme. In der Innen- und Altstadt sind laut Stadtwerke Bamberg (2020) fünf Trinkbrunnen installiert (Grüner Markt, Am Kranen, Am Alten Rathaus, Am Domplatz sowie – seit Mai 2029 - Am Troppau-

[18] Online verfügbar unter: https://www.dgnb-system.de/de/gebaeude/gesundheitsbauten/

[19] Online verfügbar unter: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjR7oKSiMDqAhUvwqYKHbRtC0sQFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fstoren-vsr.ch%2Fwp-content%2Fuploads%2F2019%2F10%2Fclimabau-planen-angesichts-des-klimawandels.pdf&usg=AOvVaw1A8pQiBa8Ry6w_KwV90VNT

platz (Uni Feldkirchenstraße) (NEU seit Mai 2020) (Dank der Aktivitäten von Stadtwerke und dem städtischen Entsorgungs- und Baubetrieb). Ein Beispiel für eine viel genutzte Trinkwasserquelle für Einheimische wie Touristen mitten in Bamberg ist der Humsera-Brunnen am Grünen Markt. Die Stadtwerke kontrollieren regelmäßig die Wasserqualität.
Zusätzlich sind in der Stadt knapp 30 sogen. „Refill"-Orte eingezeichnet (https://refill-deutschland.de/bamberg/), wo Menschen ihre mitgebrachten Wasserflaschen auffüllen dürfen.
Die Maßnahme G 04 zielt auf

(1.) eine systematische Erfassung der vorhandenen (teils privaten) Trinkbrunnen in Stadt und LK, ihren systematischen Ausbau bzw. die Ertüchtigung alter (teils historischer) Wasserspender.

(2.) Angeschlossen daran ist die Entwicklung von Kommunikationsformaten, um nicht nur die eigene Bevölkerung, sondern auch die touristischen Gäste in der Region (→ HF Tourismus) besser über Standorte zu informieren (einschl. elektron. Kommunikationsformen wie z.B. App).

(3.) *Da Kinder als besonders vulnerable Gruppe gelten, ist die Errichtung von Trinkbrunnen in allen Schulen und Kinderbetreuungseinrichtungen voran zu treiben; hier sind positive Nebeneffekte gegeben (mangelnde Flüssigkeitszufuhr bzw. Süßgetränke als Durstlöscher fördern Fettleibigkeit schon im Kindesalter; positiver Einfluss auf Konzentrationsfähigkeit, die durch zuckerhaltige Getränke beeinträchtigt wird). Hier kann an positive, bereits bestehende Beispiele (Kunigundenschule, Maria-Ward-Realschule) angeknüpft werden.*

Teilmaßnahme (TMN) G04-1: Ausbau Zierbrunnen/ Wasserspiele: Ausbau der Anzahl der Zier- und Springbrunnen sowie Reaktivierung von Wasserspielen. Diese tragen zur Verbesserung der Luftfeuchte des Mikroklimas (Kleinklima) bei (thermodynamische Kühleffekte ausgehend Wasserflächen u.ä. Feuchtequellen im Zuge der Verdampfung).

Cluster II: Gesundheit und Kultur	**Gesundheit**
Verantwortlichkeit	Stadtwerke; relevante Akteure in Planung/ Gesundheit (Stadt/ Landkreis); evtl. weitere Akteure (Tourismus, Wandervereine/ Natur- und Umweltverein), Entsorgungs- und Baubetrieb (EBB)(zuständig für öffentliche Brunnen der Stadt Bamberg), Garten- und Friedhofsamt
Aufwand für Akteure	Mittel; Folgekosten für den Unterhalt/ Betrieb der Trinkbrunnen sind einzupreisen
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	(1.) eine systematische Erfassung der vorhandenen (teils privaten) Brunnen in Stadt und LK, ihren systematischen Ausbau bzw. die Ertüchtigung alter (teils historischer). (2.) Angeschlossen daran ist die Entwicklung von Kommunikationsformaten, um nicht nur die eigene Bevölkerung, sondern auch die touristischen Gäste in der Region (→ HF Tourismus) besser über Standorte zu informieren (einschl. elektron. Kommunikationsformen wie z.B. App). (3.) Da Kinder als besonders vulnerable Gruppe gelten, ist die Errichtung von Trinkbrunnen in allen Schulen ein wünschenswertes Ziel; dabei kann an positive, bereits bestehende Beispiele (wie z.B. Kunigundenschule, Maria-Ward-Realschule) angeknüpft werden.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Synergie HF Wasser; Synergie/ Konflikte mit HF Bauwesen/ Stadtentwicklung bzw. HF Bauwesen; Synergie mit HF Tourismus
Robustheit und Flexibilität	Robust, flexibel
Maßnahmenindikator	Anzahl der Brunnen/ nutzbaren Trinkbrunnen in öffentlicher/ in privatem Betrieb
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	• Kurzfristiger Start/ Aktivitäten laufen bereits seit einigen Jahren (Stadtwerke) • Ausbau selbst mittelfristiger Prozess

Best-Practice Beispiele	• „Kommunen wollen mehr Brunnen und Wasserspender“, in: Zeitschrift für kommunale Wirtschaft (ZfK), 8.4.2019, (online unter: https://www.zfk.de/artikel/2fef39e94c68d3ed0326a2c84c5f1972/kommunen-wollen-mehr-brunnen-und-wasserspender-2019-04-08/) • Berlin (über 100 Trinkbrunnen und 60 Wasserspender in öffentlichen Einrichtungen) ist aufgrund seiner Größe u.a. *nicht* als Beispiel geeignet, wohl aber hinsichtlich des *Engagements* der Stadtwerke („Berliner Wasserbetriebe“) bzw. anderer Stellen der Stadt (Öffentlichkeitsarbeit, Stadtmarketing) und der *Einbettung der Aktivitäten in das „Stadtmarketing“*: Die Aktivitäten werden offensiv im Sinne der Gesundheitsvorsorge und der Steigerung an Attraktivität/ Lebensqualität kommuniziert und als „asset“ für das Stadtimage genutzt (mehr Informationen online unter: https://www.bwb.de/de/21200.php) (wichtig für Bamberg: positiver Bezug zu Tourismus !) • Stuttgart mit über 250 Brunnen in der Stadt. Hier auch Möglichkeit der Übernahme einer Brunnen-Patenschaft (u. a. bei der Stiftung Brünnele).

G 05 INTENSIVIERUNG DER (FACHÜBERGREIFENDEN) ANSTRENGUNGEN ZUR SICHERUNG DER TRINKWASSERVERSORGUNG

Kurzbeschreibung *Klimawandel kann zukünftig in manchen Kommunen eine zunehmende Herausforderung für die ausreichende Verfügbarkeit von Trinkwasser und die Einhaltung der vom Gesetzgeber vorgegebenen Qualitätsanforderungen werden (vgl. ausführlich HF Wasser). Hier sollten bestehende Bestrebungen intensiviert und auch verstärkt Ansätze zum sparsamen Umgang mit Wasser (private Haushalte, öffentliche Hand, Wirtschaft und gesellschaftliche Organisationen) erprobt werden. Ein Aspekt ist die Frage, wie präventiv ein sparsamerer Umgang mit der kostbaren Ressource Wasser in der Bevölkerung ebenso wie von gewerblichen Abnehmern (→ HF Industrie/ Gewerbe) implementiert werden kann.* *Eine präventiv, flankierende Option wäre eine stärkere Verankerung des Themas in der frühkindlichen bzw. Schulbildung.*	
Cluster II: Gesundheit und Kultur	**Handlungsfeld Gesundheit**
Verantwortlichkeit	Akteure aus Gesundheit und Wasserwirtschaft (incl. Stadtwerke); sowie andere relevante Bereiche (Bildung, Wirtschaftsförderung, IHK, HWK, Innung, Gewerkschaften…)
Aufwand für Akteure	mittel
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Zusammenstellung der Ansätze zum sparsamen Umgang mit Wasser und Überprüfung von Intensivierungsmöglichkeiten
Querverweise, Konflikte und Synergien	Synergien mit dem HF Wasser" (wo diese Problematik auch hauptsächlich angesiedelt ist); siehe dort insbes. die Maßnahmen W 03, W 04, W 05
Robustheit und Flexibilität	Sehr flexibel
Maßnahmenindikator	
Regionalisierung	• Stadt und Landkreis • Ggf. auch entspr. Stellen im Regierungsbezirk einbeziehen, da regionale Thematik
Zeitliche Dringlichkeit	• Beginn: kurzfristig • Dauer: laufend

Best-Practice Beispiele	• Diverse Angebot des BMU zum Thema Wassersparen für Schulunterricht[20] • Zur Sensibilisierung von Kindern und Jugendlichen (Schulunterricht) siehe die Aktion „Klasse Wasser“ (online unter: https://www.klassewasser.de/content/language1/html/3417.php) • Klimafuchs Kita, online unter: https://www.klimafuchs-kita.de/2019/06/27/10-tipps-zum-wassersparen/

G 06 RUNDER TISCH/ STRATEGIEENTWICKLUNG „VEKTOREN, ALLERGENE, SCHADTIERE, SCHADPFLANZEN“

Kurzbeschreibung

G 06 adressiert zusammenfassend eine Gruppe von Gesundheitsrisiken, die teils unter dem Kürzel VASS (Vektoren, Allergene, Schadtiere, Schadpflanzen) zusammengefasst wird. Die Bekämpfung dieser teils ähnlichen, teils unterschiedlichen Risiken erfolgt in Stadt und Landkreis durch die jeweils verantwortlichen Stellen und in vielen Fällen werden gute Erfolge erzielt. Angesichts der teils immensen Ausbreitungsgeschwindigkeit und der teils relativ großen Gesundheitsrisiken sollten Anstrengungen der Bekämpfung unvermindert fortgeführt bzw. intensiviert werden. Es geht hier nicht um kurzfristigen Aktionismus, wohl aber um eine verstärkte und breitere Verankerung der Thematik mit dem Ziel, die Kräfte langfristig zu bündeln.

Ein Runder Tisch VASS dient dazu, einen fachübergreifenden, regelmäßigen Austausch zwischen Behörden und anderen Organisationen einzurichten. Es sollten Mitglieder sowohl aus dem Bereich Grün/ Naturschutz, als auch aus den betroffenen gesundheitlichen Einrichtungen beteiligt sein.

Ziel ist ein turnusmäßiger Austausch (1-2 mal pro Jahr), der (1.) das Ziel gegenseitiger Information über Problemlagen/-veränderungen und neueste Entwicklungen zu vermitteln – fachübergreifend und auch zwischen Stadt und LK bzw. weiteren Akteuren.

(2.) Mittelfristiges Ziel ist die Entwicklung einer „VASS-Bekämpfungsstrategie“ für die Region Bamberg mit den Schwerpunkten: Information/ Warnung (Bevölkerung/ Kitas etc.), systematische und aktive Bekämpfung, Kontrolle von Verdachtsfällen. Dazu gehört auch eines effektives Monitoring: Wie entwickeln sich die Herausforderungen (Anzahl Meldungen/ Funde etc.), wie die Einsätze, wie die Gesundheitsbelastungen etc.?

Cluster II: Gesundheit und Kultur	**Handlungsfeld Gesundheit**
Verantwortlichkeit	Stadt, Landkreis
Aufwand für Akteure	Runder Tisch: Gering bis mittel; Strategieentwicklung aufwendiger, insbes. Arbeitseinsatz/ Personelle Mittel
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Identifizierung der relevanten Akteure in Stadt und LK • Etablierung eines Runden Tischs VASS • Planung der Strategieentwicklung innerhalb von zwei Jahren • Die Kooperationen, die es teils mit der Wissenschaft gibt (wie etwas im Falle der Ambrosia-Bekämpfung durch die Stadt Bamberg, s.o.) haben, sind ausdrücklich zu befürworten. Wann immer sich hierzu auch in anderen Bereichen die Gelegenheit gibt, sind solche Kooperationen einzuge-

[20] Siehe online unter: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjxw4nZlcDqA-hUqyaYKHbp7BFMQFjAUegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fwww.bmu.de%2Ffileadmin%2FDaten_BMU%2FPools%2FBildungsmaterialien%2Fgs_wasser_schueler_bf.pdf&usg=AOvVaw1iI0uPExJHamDjOqkpLCFo .

	hen bzw. aktiv anzustreben. • U.a. DIN 18034 zu „Giftpflanzen in der Nähe von Spielplätzen“ mit Nennung von Ambrosia und Riesenbärenklau;
Querverweise, Konflikte und Synergien	
Robustheit und Flexibilität	Sehr flexibel
Maßnahmenindikator	Runder Tisch existiert, regelmäßige Treffen; Strategie wird erarbeitet/ existiert
Regionalisierung	Stadt und Landkreis; koordiniertes/ gemeinsames Vorgehen wird empfohlen
Zeitliche Dringlichkeit	• Beginn: Runder Tisch: kurzfristig; Strategieentwicklung: mittelfristig • Dauer: laufend
Best-Practice Beispiele	

3.3.2. Handlungsfeld Kultur, Bildung, Gesellschaft

Ausgangssituation

In diesem Handlungsfeld werden drei verschiedene Bereiche zusammengefasst, die sachlich und politisch durchaus verschieden sind: Kultur, Bildung und Gesellschaft. Aus der spezifischen Perspektive eines Klimaanpassungskonzepts kann man diese drei Bereiche aber zusammenfassen, da sie eine Reihe von Ähnlichkeiten und Querverbindungen aufweisen. Nachfolgend stellen wir zunächst die Ausgangslage für die drei Teilbereiche gesondert dar, führen sie aber mit Blick auf die Vulnerabilitätsanalyse sowie die Strategieansätze zusammen.

Kultur

Als UNESCO-Welterbestätte ist Bamberg quasi definitionsgemäß ein kulturelles Kleinod. Das bauliche Welterbe prägt den Charakter und das Flair der Stadt und trägt erheblich zu ihrer Lebensqualität und der touristischen Attraktivität bei (Bloßfeldt *u. a.*, 2014).

Bamberg verfügt über 12 Museen, die im Jahr 2018 von insgesamt 123.354 Menschen besucht wurden. Besondere Publikumsmagneten sind die *Neue Residenz* mit altdeutscher Galerie (rd. 35.000 Besucher), das *Historische Museum* (rd. 30.000), das *Naturkundemuseum* (rd. 25.000), das *Diözesanmuseum* (rd. 22.000) und das *Gärtner- und Häckermuseum* (rd. 10.000). Bambergs Museen sind von großer touristischer Bedeutung, werden aber auch von Einheimischen und Schulklassen gerne besucht (Stadt Bamberg, 2019b).

Man kann die Bamberger Kulturlandschaft grob in eine „offizielle“ und eine „freie“ Szene einteilen, wobei die Übergänge fließend sein können. Zu den Kernmerkmalen der freien Kulturszene gehören: in der Regel keine festen (regelmäßig bezahlten) Kräfte, oft keine festen Stätten (Spielstätten, Proberäume, Ateliers, Büros etc.), keine oder geringe öffentliche Subventionen, generell geringerer Kommerzialisierungsgrad. Zwar bezieht die freie Kulturszene immer wieder auch öffentliche Fördermittel – und könnte ohne sie oft nicht überleben -, aber diese bleibt (1) im Vergleich zu den Mitteln im „offiziellen“ Kultursektor gering, sie wird (2) eher sporadisch (z.B. auf Basis von Einzelprojekten) denn institutionell vergeben, und (3) sie unterliegt fiskalischen und politischen Schwankungen. Von den Inhalten her ist die freie Szene oft bewusst mit einem sozialen und / oder politischen Programm un-

terwegs, während die offizielle Kulturszene sich stärker an einem klassischen, volkstümlichen oder unterhaltungsgetriebenen Kanon orientiert. Allerdings verschwimmen auf programmatischer (inhaltlicher) Ebene die Grenzen in dem Maße, in dem sich die offizielle Kulturszene der (ursprünglich sozialdemokratischen) Forderung einer „Kultur für alle“ anschließt – und in dem in der freien Szene ein künstlerischer Anspruch erhoben wird.

Ein Flaggschiff der „offiziellen“ Bamberger Kulturlandschaft sind die Bamberger Symphoniker, die 2018 in Bamberg 45 Konzerte und 40 auswärts gegeben haben (darunter 10 im Ausland). Die Bamberger Konzerte der Symphoniker wurden von 63.000 Menschen besucht. Hinzu kommen noch einmal knapp 20.000 Besucher anderer Sinfoniekonzerte, die meist auch in der Konzert- und Kongresshalle stattfanden. Für alle ihre 260 Veranstaltungen im Jahr 2018 kommt die Halle auf über 150.000 Besucher. Auch in der brose ARENA, die 2018 über 300.000 Besucher bei 111 Veranstaltungen vermelden konnte, finden Kulturveranstaltungen statt, die von über 40.000 Menschen besucht wurden (Stadt Bamberg 2019). Das Bamberger Stadttheater ist nach E. T. A. Hoffmann benannt und wird von rd. 50.000 Menschen jährlich besucht. Ein besonderes Highlight sind die alljährlichen Calderón Freilichtaufführungen.

Zahlen und Fakten über die **freie Bamberger Kulturlandschaft** sind vergleichsweise schwieriger zu bekommen, weil sowohl der Kommerzialisierungs- als auch der Grad des staatlichen Einflusses hier deutlich geringer sind. Zudem erschweren die oft prekären finanziellen und Beschäftigungsverhältnisse in der Szene eine eigenständige statistische Erfassung. Die freie Szene der Stadt klagt schon länger über den Mangel an „Raum“ – im wörtlichen wie übertragenen Sinn: Es fehle an Räumlichkeiten, aber auch an Sichtbarkeit und politischer Unterstützung, nicht zuletzt auch an Geld.[21] Die im Herbst 2019 gegründete Interessengemeinschaft *Freie Darstellende Künste Bamberg* schätzt die Teilszene der freien darstellenden Künste auf mehr als 30 Gruppierungen / Ensembles und über 20 Einzelpersonen, was auf über 200 - 300 Personen hinausläuft. Diese Gruppen erreichen rd. 64.000 Zuschauer in der Stadt, im Landkreis weitere 21.000 und nochmals ca. 36.000 außerhalb der Region, insgesamt also 121.000 Menschen.[22]

Der kulturelle Reichtum Bambergs zeigt sich auch an der Fülle der Veranstaltungen, von denen viele unter freiem Himmel stattfinden: der Antikmarkt (ca. 40.000 Besucher), das internationale Straßen- und Varietéfestival *Bamberg zaubert* (150.000), der Bamberger Fasching (40.000), das Bamberger Weinfest, das Blues- und Jazzfestival (80.000), *Rama Dama*, diverse Straßenfeste und natürlich die überregional bekannte *Sandkerwa* (250-300.000).

Im Landkreis Bamberg sind die Kulturangebote naturgemäß räumlich weiter verstreut und kleiner. Aber auch hier locken 20 Burgen und Schlösser sowie 14 Museen. Der fränkische Theatersommer schlägt an mehreren Orten in der Region regelmäßig seine Zelte auf. Der Ebracher Musiksommer bietet mit dem Kaisersaal und der Abteikirche zwei repräsentative und werkgerechte Spielstätten. Ebenfalls im Sommer spielt das Collegium Musicum im Schloss Weißenstein bei Pommersfelden. Die *Capella Antiqua Bambergensis* und viele internationale Solisten haben Schloß Wernsdorf zu einem

[21] Der Kulturhaushalt der Stadt Bamberg weist im Jahr 2019 einen Globalbetrag von 225.000 € an Zuschüssen für kulturelle Vorhaben aus, das entspricht etwa dem Posten der Sozialversicherung für das pädagogische Personal der Städtischen Musikschule. Die Bamberger Symphoniker werden mit mehr als 1,8 Mio. € bezuschusst, das E. T. A Hoffmann-Theater mit mehr als 3,1 Mio. € (Kämmereiamt 2020). Das Theater hat rd. 50.000 Besucher pro Jahr, was einer Förderung von über 60 € pro verkaufter Theaterkarte entspricht.

[22] Nach den Angaben der IG Freie Darstellende Künste wird die Szene mit rd. 43.000 € von der Stadt gefördert, was einer Subvention von 2,80 € pro Karte entspricht. Zahlen zur freien Theaterszene nach Brünker (2019).

bundesweit bekannten Konzertort gemacht. Hinzu kommen die vielen kleinen Veranstaltungen in den Gemeinden des Landkreises.

Bildung

Die Stadt Bamberg ist ein bedeutsames **Bildungszentrum** in Oberfranken. Die Otto-Friedrich-Universität mit ihren 13.119 Studierenden (WS 2018/19) hat ihre Schwerpunkte im geistes-, human-, sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Bereich. 20 % der Studierenden kommen aus Bamberg, 7,4 % aus dem Landkreis, 12,9 % aus dem weiteren Oberfranken, 34,5 % aus dem weiteren Bayern. 22,5 % kommen aus dem weiteren Bundesgebiet und 2,7 % aus dem Ausland (Stadt Bamberg, 2019b).

Bamberg verfügt über 10 Gymnasien mit 5.758 Schüler*innen (2018) und 670 Lehrkräften. 2009 gab es auf Bamberger Gymnasien noch 7.650 Schüler*innen und 747 Lehrkräfte. Dieser leichte Rückgang reflektiert die demographischen Verschiebungen der letzten Jahre. In Bamberg befinden sich eine Reihe Fach-, Berufs- und Berufsfachschulen verschiedener Richtungen (sowohl privat als auch öffentlich) mit insgesamt über 8.300 Schüler*innen. Bambergs zahlreiche Grund-, Mittel- und Förderschulen werden von rd. 4.000 Schüler*innen besucht (incl. Montessorischule), eine Zahl, die sich seit 2009 kaum verändert hat (Stadt Bamberg, 2019b). Die Volkshochschule Bamberg hat 2018 über 2.800 Veranstaltungen angeboten, die mit fast 52.000 Belegungen auf reges Interesse stießen. IHK-Bildungszentrum Bamberg hat 2018 98 Kurse angeboten, die von 1.427 Teilnehmenden besucht wurden. Das Berufliche Fortbildungszentrum der Bayerischen Wirtschaft gGmbH (bfz) bot in diesem Jahr 290 Kurse an, die von 3.900 Schülern / Teilnehmern besucht wurden. Das Berufsbildungs- und Technologiezentrum der Handwerkskammer für Oberfranken bot 2018 insgesamt über 300 Kurse an, die von über 3.300 Schülern belegt wurden (Stadt Bamberg, 2019b). 2018 gab es 51 Kindertageseinrichtungen, in denen 2.900 Kinder von 580 Beschäftigten betreut wurden (BLS 2019a).

Im Landkreis gab es 2018 104 Kindertageseinrichtungen mit 6.940 betreuten Kindern und 1.338 Beschäftigten. Der Landkreis verfügt über 52 allgemeinbildende und Wirtschaftsschulen, auf denen 701 Lehrkräfte 9.735 Schüler unterrichteten (BLS, 2019b).

An der Schnittstelle zwischen Bildung und Kultur operiert der *Kultur.Service Bamberg* (KS:BAM), eine Bildungsinitiative von Stadt und Landkreis Bamberg, die sich als Servicestelle für pädagogische Fachkräfte, Lehrkräfte und Kulturpartner sieht. KS:BAM betreibt Projektförderung, kulturelle Profilbildung für pädagogische Einrichtungen, bringt Kultur in die Kita, betreut *Kultur.Klassen* in Schulen und Kitas, und betreibt Vernetzung im Rahmen von bayern- und bundesweiten Städtedialogen.

Gesellschaft

Bambergs Gesellschaft besteht zunächst einmal aus den Einwohnerinnen und Einwohnern der Stadt (77.600) und des Landkreises (147.000). Aber die Gesellschaft ist mehr als die Summe der Individuen, die dort leben. Gesellschaft zielt auf die Menge und den Charakter der sozialen Beziehungen sowie deren Verfasstheit. In der sozialwissenschaftlichen Diskussion sind hierbei die Begriffe der Zivil- bzw. der Bürgergesellschaft entscheidend (Zimmer, 2012). Die Zivilgesellschaft ist der Nährboden der Demokratie. Sie lebt von bürgerschaftlichem Engagement, vom freiwilligen, gemeinwohlorientierten und meist unentgeltlichen Einsatz, den Bürgerinnen und Bürger tagaus, tagein leisten: in Vereinen, Verbänden und Gewerkschaften, im politischen Engagement in Parteien, Bürgerinitiativen, sozialen Bewegungen und Nichtregierungsorganisationen, aber auch in Nachbarschaftsinitiativen, bei der Freiwilligen Feuerwehr oder den Rettungsdiensten, bei Umweltinitiativen oder Naturschutzprojekten, bei der Betreuung von Alten und Kranken, in vielen Kulturprojekten. Diese Aktivitäten setzen

Vertrauen, oft Solidarität zwischen Menschen voraus und erneuern damit ständig die Demokratie von unten (Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages, 2002; Krimmer, 2019)

Die erwähnte Breite der Zivilgesellschaft findet sich auch in der Region Bamberg: Sportvereine, die Freiwillige Feuerwehr, Umwelt- und Naturschutzorganisationen, soziale Organisationen etc.. Eine Bamberger Besonderheit sind allerdings die 16 Bamberger Bürgervereine, die nach Stadtdistrikten aufgeteilt sind. Sie fungieren als eine wichtige Schnittstelle zwischen der Bürgerschaft einerseits und Politik / Verwaltung andererseits und können damit wesentlich zur demokratischen Willensbildung und zur Stadtgestaltung beitragen.

Klimawirkungen

In der Klimabetrachtung wurde deutlich, dass in der Region Bamberg die Durchschnittstemperaturen im Sommer unter starkem Klimawandel deutlich zunehmen werden. Außerdem wird sich die Anzahl der Hitzeereignisse bis 2050 ungefähr verdoppeln, bis 2100 vier bis fünf Mal so häufig auftreten wie derzeit. Die Niederschläge im Sommer nehmen leicht ab, die Wahrscheinlichkeit für Starkregen, Hagel und Sturm (hier mit größeren Unsicherheiten) nimmt zu (vgl. Kap. 2).

Mit Blick auf das vulnerable Inventar von Landkreis und Stadt in diesem Handlungsfeld ergibt sich daraus das folgende Gesamtbild der sektoralen Vulnerabilität.

Ein wichtiger Expositionsfaktor ist die Stadtstruktur selbst (Kropp *u. a.*, 2006). Die Stadt Bamberg hat im Altstadtbereich einen relativ kompakten, gegliederten Stadtkörper und eine insgesamt homogene Siedlungsstruktur. Prägend ist hier das Ensemble der historischen Gebäude und Straßenzüge mit insgesamt 4.500 Einzelgebäuden, von denen sehr viele als Einzeldenkmal deklariert sind („Stadtdenkmal Bamberg“). Bamberg hat seit 1993 den Rang einer Welterbestätte. Dieser kulturgeschichtliche Vorzug hat allerdings aus klimatischer Sicht auch seinen Preis: Bambergs historisch gewachsene dichte Baustruktur mit steinernen Plätzen und Gassen („Steinerne Stadt“), wenig Grün im öffentlichen Raum und einer hohen Nutzungsdichte (Wohnen, Einkaufen, Arbeiten, Tourismus) speichert Wärme stärker als das Umland – insbesondere im Sommer. Gleichzeitig sind bebaute und stark versiegelte Flächen anfällig für (pluviale) Überflutungen im Gefolge von Starkregenereignissen. Und natürlich sind dichte Gebäudebestände in physischer, wie ökonomischer Hinsicht Extremereignissen exponiert.

Ein Risikofaktor stellt die zu erwartende erhöhte Exposition im Zuge des Klimawandels (speziell Anstieg der Mitteltemperaturen) dar: mildere Winter, höhere Jahresmitteltemperaturen und eine Verlängerung der Vegetationsperiode locken mehr Menschen ins Freie: zum Sport, zum Spazierengehen, zu Veranstaltungen. Der Klimawandel wird auch in der Region Bamberg zu einem veränderten Freizeitverhalten und zu mehr Draußenaktivitäten führen. Die Einwohner westlicher Industriestaaten halten sich während eines Jahres im Durchschnitt zu fast 90 % der Zeit in Gebäuden auf (Leech *u. a.*, 2002). Die restliche Zeit verbringen sie in Verkehrsmitteln und im Freien. Im Verlauf des kalendarischen Sommers befinden sich Erwachsene nur noch zwischen 79 % (Krause und C.Schulz, 1998) und 84 % (Leech *u. a.*, 2002) des Tages in Innenräumen. Eine Verschiebung des Klimas „Richtung Sommer“ wird also – *ceteris paribus* – die Aufenthaltszeit draußen erhöhen – und damit die Exposition gegenüber Hitze, UV-Strahlen und Extremereignissen. Das gilt insbesondere für den Fall sportlicher Betätigung. Befragungen zeigen, dass Menschen, die Natur- und Außensportarten betreiben, deutlich stärker klimatischen Belastungen ausgesetzt und diese registrieren als etwa Aktive im Hallensport (Algesheimer, 2019).

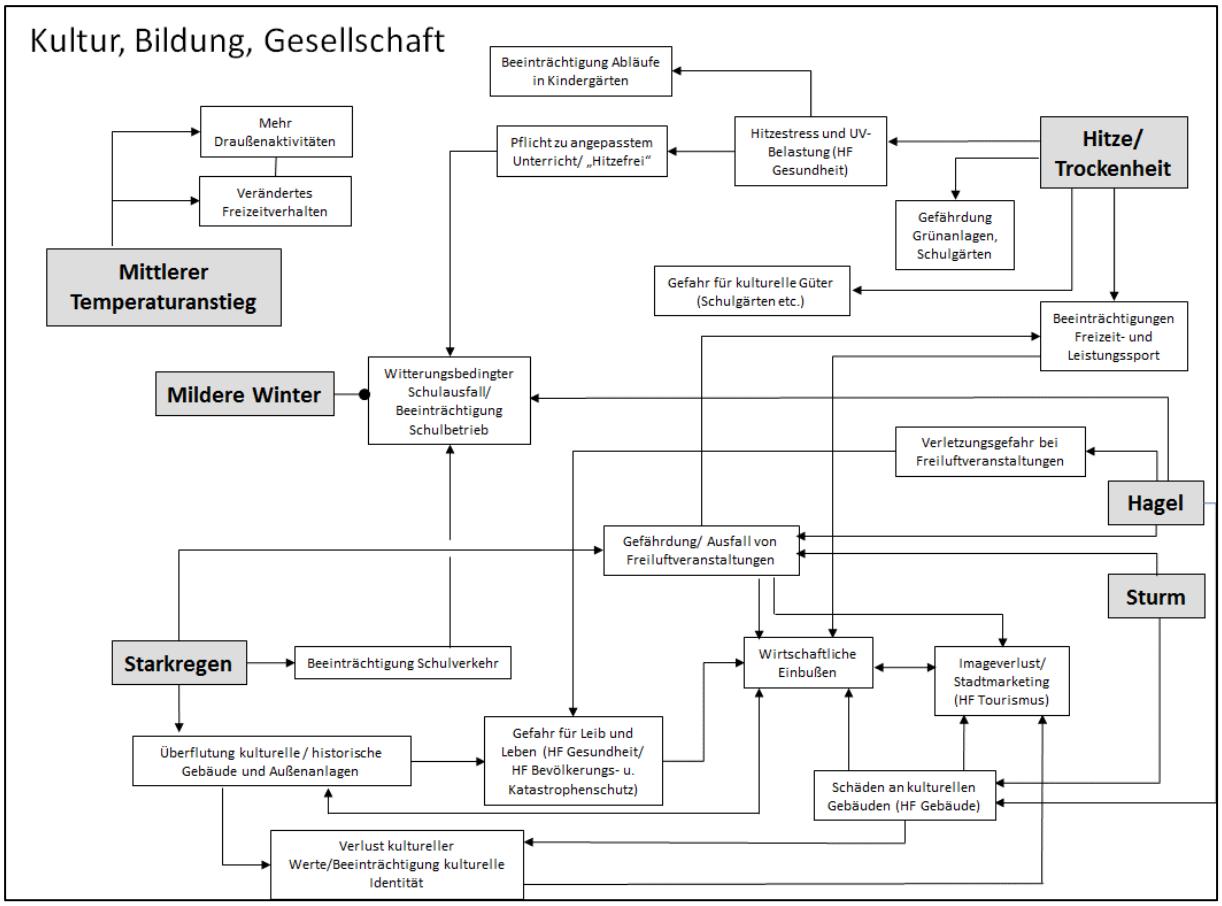


Abbildung 45: Verwundbarkeiten im Handlungsfeld Kultur, Bildung, Gesellschaft.

Sportveranstaltungen unter freiem Himmel werden durch den Klimawandel ebenfalls betroffen sein, sowohl mit Blick auf die Zunahme von Hitzespitzen im Sommerhalbjahr als auch das vermehrte Auftreten von Wetterextremen.

Das Gleiche gilt für Kulturveranstaltungen unter freiem Himmel, die in der ganzen Region pro Jahr auf 750.000 bis 1 Million Besucher*innen geschätzt werden können. Zumindest bei den Tagesveranstaltungen im Freien können zunehmende Hitzespitzen sowohl den Aufenthaltskomfort als auch – vor allem bei Älteren und Vorbelasteten - die Gesundheit beeinträchtigen. Starkregen kann zu Überflutungen von Gebäuden und Veranstaltungsorten (inkl. der Infrastruktur, z. B. Stromversorgung) führen, Hagel und Sturm können Anlagen, vor allem aber Menschen gefährden. Veranstaltungen könnten vermehrt abgebrochen oder ganz abgesagt werden müssen, was mit wirtschaftlichen Einbußen für die Veranstalter verbunden ist. Eine besondere Vulnerabilität weist dabei die freie Kulturszene auf: Sie verfügt weniger häufig über „feste Häuser“, spielt öfter auf der Straße, auf öffentlichen Plätzen oder in temporären Spielstätten, sie verfügt über weniger finanzielle Puffer. Insgesamt gilt: Falls es zu größeren oder wiederholten Schäden bzw. Abbrüchen/Absagen von Veranstaltungen kommt, kann das Image der Destination Bamberg leiden.

Eine wichtige demographische Kenngröße ist der sog. Altenquotient, d. h. der Anteil der über 65-Jährigen an der Altersgruppe von 20 bis 64 Jahren (je 100 Personen). Im Jahr 2018 beträgt dieser Quotient deutschlandweit 35,5 % (BmAS, 2019). In der Stadt Bamberg liegt er bei 29,7 %, im Landkreis bei 30,2 % (BLS, 2019a, 2019b). Bis zum Jahr 2038 wird sich der Altenquotient in der Stadt Bamberg voraussichtlich auf 41,5 % erhöhen, im Landkreis auf 54,6 %. Der deutsche Durchschnittswert wird dann etwa bei 53,5 % liegen. Das Problem demographischer Wandel ist damit zwar sowohl für

die Stadt als auch für den Landkreis zukünftig virulent, aber für den Landkreis stellt es sich deutlich gravierender dar. Der zu erwartende demographische Wandel wird damit unabhängig vom Klimawandel die Verwundbarkeit der Gesellschaft in der Region Bamberg erhöhen (➢ Gesundheit).

Im Bildungsbereich sind es vor allem die Kitas und die Grundschulen, die besonders verwundbar sind, da sich kleinere Kinder physiologisch und von ihrem Verhalten her noch nicht so gut an Hitzesituationen anpassen können. Eine gesetzliche oder sonstige rechtsverbindliche Regelung, wonach den Schülerinnen und Schülern ab einer bestimmten Temperatur „hitzefrei“ zu gewähren ist, existiert im Freistaat Bayern seit 2009 nicht mehr. Seitdem entscheiden die Schulleitungen unter Abwägung aller Umstände (z.B. gesicherter Schulweg/-transport) über den Umgang mit extremen Temperaturen. In der Regel wird dabei durch organisatorische Anpassungen (z. B. Verlegung von Sportstunden aus der Mittagszeit, Meiden überhitzter Räumlichkeiten) versucht, den Schulausfall zu vermeiden. Hitze und Trockenheit stellen zudem eine Gefahr für die Grünflächen und evtl. vorhandene Schulgärten dar.

Auch sonstige ungünstige Witterungsbedingungen, insbesondere winterliche Straßenverhältnisse, können es im Einzelfall kurzfristig notwendig machen, den Schulunterricht in einzelnen Regionen ausfallen zu lassen. Für die Entscheidung über den Unterrichtsausfall in den öffentlichen Schulen sind bei regional begrenzten ungünstigen Witterungsverhältnissen auf Landkreisebene sog. lokale Koordinierungsgruppen Schulausfall zuständig, die sich grundsätzlich aus den staatlichen Schulämtern (als Vertretung für den Volks- und Förderschulbereich) sowie aus je einem Schulleiter oder einer Schulleiterin als Vertretung für die übrigen Schularten zusammensetzt. Unseren Szenarien zufolge nehmen Frost, Schnee und Kälteereignisse generell im Bamberger Bereich weiterhin deutlich ab – unter starkem Klimawandel bis zum Ende des Jahrhunderts sogar um bis zu 90 %.

Aber schon heute ist zu beobachten, dass Überschwemmungen und Hagel in Stadt und Land Bamberg sich in Art, Intensität und Häufigkeit verändert haben; Unterrichtsausfall, Ausfall von Schulbuslinien und Schäden an Schulgebäuden waren die Folge (Interview staatliche Schulämter).

Teilstrategie

Angesichts der oben skizzierten Verwundbarkeit in diesem Handlungsfeld sind eine Reihe strategischer Ziele zu verfolgen. Zunächst muss es darum gehen, Outdoor-Events besser zu schützen. Die Kultur Bambergs und des Bamberger Lands wird stark durch Veranstaltungen unter freiem Himmel geprägt, die für Einheimische wie Touristen attraktiv sind. Angesichts zunehmender Hitzespitzen und Wetterextreme muss es darum gehen, diese Veranstaltungen generell resilienter zu machen, um Sach- und Personenschäden vorzubeugen, diese zu reduzieren und die Folgen bei Eintritt möglichst überschaubar zu halten. Dann sollten auch die Kulturgebäude und –infrastrukturen geschützt werden. Besonders exponierte kulturelle Orte (Gebäude, Infrastrukturen) und Einrichtungen bedürfen dabei einer besonderen Aufmerksamkeit in den Handlungsfeldern Gebäude und Infrastrukturen (vgl. dort).

Der Hitzeschutz für Klein- und Schulkinder muss verbessert werden. Diese Zielgruppe ist besonders durch Hitze gefährdet und muss zukünftig besser auf die kommenden Herausforderungen vorbereitet und durch bauliche und organisatorische Maßnahmen geschützt werden.

Wir müssen auch den Outdoor-Sport vor Hitze und Extremereignissen schützen. Sowohl der Profi- wie der Amateursport, aber auch die vielfältigen individuellen Sportaktivitäten im Außenbereich bergen zukünftig höhere Risiken für Aktive. Diese müssen reduziert werden.

Mittelfristig muss es darum gehen, eine Klimakultur aufzubauen. Es gilt, vermehrt Kultureinrichtun-

gen und –akteure zu gewinnen, um auf das Thema Klima / Klimawandel mit den beiden Facetten Klimaschutz und Klimaanpassung aufmerksam zu machen und dessen spezifische Kompetenzen und Fähigkeiten in den Klimadiskurs kreativ einzubringen.

Und schließlich sollte das in Bamberg traditionell besonders starke und breite zivilgesellschaftliche Engagement gestärkt und genutzt werden, um neben dem Klimaschutz auch die Anpassung an den Klimawandel voranzubringen. Denn ähnlich wie beim Klimaschutz ist auch die Klimaanpassung eine Gemeinschaftsaufgabe, die von der Verwaltung alleine nicht bewältigt werden kann – zumal Verwaltungen in der Regel aufgrund fehlender Daten, Fachkenntnisse oder personeller Ressourcen gar nicht immer in der Lage sind, die Klimafolgen für die Gesellschaft zu erkennen bzw. deren Selbsthilfemöglichkeiten angemessen abzuschätzen (Mager und Höhne, 2020). Umgekehrt findet sich in der Bürgerschaft häufig nicht nur der Wunsch nach mehr Beteiligung, sondern auch ein großes Maß an lokaler wie fachlicher Kenntnis. In einer Studie zur Zufriedenheit mit der Wohn- und Lebensqualität in der Innenstadt wurde herausgefunden, dass 79 % der Befragten (n=106) der Meinung sind, die Bürger würden an politischen Entscheidungen ausreichend beteiligt, die die Innenstadt betreffen (Bloßfeldt *u. a.*, 2014). Ein Blick auf die Themen und die Qualität ihrer Bearbeitung bei den Bamberger Bürgervereinen – z.B. der „Inselrundschau“, dem Organ des Bürgervereins Mitte – zeigt rasch, dass hier ein bürgerschaftliches „Pfund“ schlummert, mit dem auch die Verwaltung stärker wuchern könnte.

Diese Ziele können durch eine Mischung aus verschiedenen Maßnahmen erreicht werden. Häufig handelt es sich dabei um Bündel von mehreren Teilmaßnahmen.

Maßnahmen

K 01 OUTDOOR-EVENTS UND SPORT SCHÜTZEN

Kurzbeschreibung: *Die Zunahme von Wetterextremen (z. B. Hitze, Starkregen, Hagel) beeinträchtigt vor allem Kultur- und Sportveranstaltungen, die draußen stattfinden. Um diese besser zu schützen, müssen die Verantwortlichen wie die Besucher bzw. Aktiven besser über Risiken und Schutzmöglichkeiten informiert werden. Der sommerliche Wärmeschutz der Kultur- und Sportstätten muss verbessert werden, Gebäude ggf. klimafreundlich gekühlt und kostenarme/-freie Trinkmöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden. Dabei sind die Möglichkeiten einer passiven Kühlung sowie die Beiträge von Grün und Verdunstung gezielt einzusetzen.* *Auch über die Öffnungs- und Anfangszeiten von Veranstaltungen ist nachzudenken (Stichwort: mediterrane Kultur). Zwischen Veranstaltungsträgern sollte geprüft werden, ob kurzfristig räumliche Pufferkapazitäten zur Verfügung gestellt werden können (z. B. Freiluftkinos oder –konzerte in Hallen verlegen). Frühwarn-Apps könnten zum Einsatz kommen. Das Absage- und Ersatzmanagement sollte verbessert werden. Das Catering und die Getränkeauswahl bei sommerlichen Veranstaltungen sollte angepasst werden.*	
Cluster II: Gesundheit und Kultur	**Handlungsfeld Kultur**
Verantwortlichkeit	Auf Initiative von Stadt und Landkreis werden die Träger von Kultur- und Sporteinrichtungen auf die Risiken aufmerksam gemacht und zum eigenverantwortlichen Handeln angeregt. Stadt und Landkreis unterstützen die Kultur- und Sportakteure im Bereich der Regelung von Öffnungszeiten sowie bei der Genehmigung von baulichen Anpassungsmaßnahmen. Sofern es um die Schaffung neuer Kultur- oder Sportstätten geht, liegt die Verantwortlichkeit bei den entsprechenden Fachämtern bzw. Geschäftsbereichen sowie den Bauämtern und – vorlaufend/längerfristig – bei Stadt- und Regionalplanung.
Aufwand für Akteure	Aufwand für Stadt und Landkreis gering; Kosten für Träger von Kultur und Sport gering bis mittel. Maßnahme könnte als Imagefaktor wirken. Bauliche und Entwicklungsmaßnahmen können teuer sein.

Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Grundlage der Maßnahme ist eine gute Informationsbasis hinsichtlich möglicher Wetterextreme in hoher räumlicher Auflösung. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) bietet eine kostenfreie WarnWetter-App an, deren kostenpflichtige Variante auch Vorhersagen bis zu 7 Tage und Karten enthält. Über Feuerwehr/Katastrophenschutz werden diese Informationen ggf. an die Veranstalter weitergegeben. Der sommerliche Hitzeschutz bei Kulturveranstaltungen muss durch bauliche, nachgelagerte (z.B. Sonnensegel, Begrünung, Wasser) und verhaltensbezogene Maßnahmen (z.B. Trinkverhalten, angepasste Speiseangebote) verbessert werden. Gegebenenfalls sind die Öffnungszeiten anzupassen. Stadt und Landkreis bemühen sich um eine Vernetzung der Kulturszene so, dass ggf. Ausweichräumlichkeiten unbürokratisch bereitgestellt werden. Die besondere Vulnerabilität der freien Kulturszene ist zu beachten. Für sie sollten feste Orte mit höherem Schutzstatus (z.B. Kulturzentrum Lagarde-Gelände und/oder Altes Kesselhaus) geschaffen werden. Ein Ausfallfonds speziell für die freie Kulturszene sollte eingerichtet werden. Für den Bereich des individuellen Draußensports (z.B. Jogging) ist eine hinreichende Verschattung der wichtigsten Routen und Grünflächen zu schaffen. Der sommerliche Wärmeschutz von Sportstätten und Aufenthalts- bzw. Trainingsmöglichkeiten ist zu verbessern. Im Umfeld von Gebäuden, Stadien etc. ist soweit möglich Begrünung und die Nutzung von Wasser zwecks Kühlung einzuführen. Trainings- und Veranstaltungszeiten sind ggf. anzupassen. Der Versicherungsschutz von Veranstaltern und Vereinen sollte überprüft und ggf. verbessert werden. Die Träger sollen zusammen mit Bau-Fachleuten, Feuerwehr und Katastrophenschutz einen Infrastruktur-Check ihrer Stätten und Anlagen durchführen (*climate proofing*). Für die Zuschauenden müssen Hinweise im Katastrophenfall verfügbar gemacht werden. Getränke- und Speiseangebote sollten auf Hitzesituationen angepasst werden. Die Vereinsmedien (Homepages, Zeitungen etc.) sollen über die Maßnahmen informieren und Verhaltenstipps kommunizieren.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Es bestehen Synergien zum Handlungsfeld Gesundheit. Geänderte Öffnungszeiten müssen auf ihre Verkehrs- und Lärmauswirkungen geprüft werden. Daneben bestehen Synergien zum Tourismus, der Wirtschaft und dem Stadtgrün.
Robustheit und Flexibilität	Angesichts bereits aufgetretener Extremereignisse ist die Maßnahme auch bei geringerem Klimawandel sinnvoll. Da es sich um viele Einzelmaßnahmen handelt, die häufig auch gering investiv sind, ist die Flexibilität gegeben.
Maßnahmenindikator	Anzahl angepasster Events, Anzahl informierter/geschützter Besucher, Vergleich Notfalleinsätze vorher/nachher
Regionalisierung	Die Maßnahme betrifft Stadt und Land gemeinsam, Schwerpunkt aber in der Stadt.
Zeitliche Dringlichkeit	Beginn: kurz; mit zunehmenden Klimawandel steigt Dringlichkeit der Umsetzung. Dauer: mittel bis langfristig
Best-Practice Beispiele	

K 02 EXTREMWETTER- UND HITZESCHUTZ VON KLEIN- UND SCHULKINDERN

Kurzbeschreibung:
Sommerliche Hitzespitzen treffen neben den Älteren vor allem Schul- und Vorschulkinder, deren Temperaturausgleich und Trinkverhalten noch nicht optimal ist. Kitas/Kindergärten und Schulen haben hier eine besondere Verantwortung, um durch bauliche, gestalterische und verhaltensbezogene Maßnahmen Vorsorge zu treffen. Im Bereich kommunaler Gebäude werden die Anforderungen an den sommerlichen Wär-

meschutz durch Beratung der Planungsbeteiligten hinsichtlich der Optimierung von planerischen und baulichen Maßnahmen wie z.B. ein moderater Anteil an Glasflächen in Fassaden und Dächern, zusätzliche Verschattungselemente und die Möglichkeit der Nachtauskühlung durch Lüftungselemente in der Fassade etc. erfüllt. Nicht-öffentliche Gebäude werden über Beratungsangebote einbezogen. Im Außenbereich sollten verschiedene Verschattungselemente und Verdunstungskühlung (z.B. durch Wasser-Elemente) bereitgestellt werden. Ein hitzeangepasstes Speisen- und Getränkeangebot sollte vorgehalten werden. Kinder und Eltern sollten zielgruppengerecht informiert werden. Eine hitzeanpasste Betreuungs- und Unterrichtsplanung (z.B. Verschiebung von Sportstunden aus den Mittagsstunden) ist wünschenswert.	
Cluster II: Gesundheit und Kultur	**Handlungsfeld Kultur**
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis, Amt für Bildung, Schulen und Sport (Sachgebiet Schulverwaltung), Staatliche Schulämter in Landkreis und Stadt, Zweckverband Gymnasien Stadt und Landkreis Bamberg Zielgruppe: Kultur, Bildung, Gesellschaft / Schulen, Kinderkrippen/Kindergärten/Kitas bzw. deren Träger, Caterer, Kinder, Eltern
Aufwand für Akteure	Aufwand für Stadt und Landkreis mittel; Kosten für Träger/Einrichtungen mittel bis hoch (je nach Sanierungsstand)
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Stadt und Landkreis müssen hier teilweise selbst aktiv werden, teilweise Dritte koordinieren. Der erste Schritt ist die Bereitstellung von Informationen zwecks Sensibilisierung und Verhaltensumstellung. Die lokale Koordinierungsgruppe Schulausfall beim Schulamt ist in die Frühwarnung via DWD-App einzubinden. Kitas und Schulen sind von Schulamt und Trägern über die spezifischen Herausforderungen des Klimawandels zu informieren. Erziehungs- und Lehrpersonal erhält Handreichungen zu Verhaltensanpassungen. Bei Kita- oder Schulneubau ist ein proaktiver Wärmeschutz obligatorisch. Bei Schulsanierungen muss der bauliche bzw. additive Wärmeschutz (z.B. Begrünung) systematisch berücksichtigt werden. Ein *Climate Proofing* der Schulgebäude (auch der Grün- und Freiflächen) durch in- und externe Fachleute (Unterstützung durch Garten- und Friedhofsamt oder Kleingartenfachberatung) mit Hinweisprotokoll hat zu erfolgen. Kühle Orte und Trinkbrunnen werden geschaffen. Caterer bzw. Schulmensen werden auf angepasste Ernährung und Getränkeangebote hingewiesen und ggf. vertraglich verpflichtet. Die anstehende weitere Digitalisierung der Schulen wird genutzt, um das Thema Klima stärker in der Schule zu verankern. Die Erfahrungen mit Heim-Unterricht und digital unterstütztem Unterricht aus der Corona-Krise 2020 werden genutzt, um Unterrichtsmodule für den Notfall-Unterricht Zuhause zu entwickeln.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Es bestehen deutliche Synergien zum Handlungsfeld Gesundheit, sowie zum HF Gebäude sowie Grün-/Freiflächen. Ein möglicher Konflikt zum Klimaschutz (Stichwort Energieverbrauch zwecks Kühlung) kann durch energiesparende bzw. auf erneuerbaren Energien basierende Technologien (z.B. Wärmepumpe) sowie durch passive Kühlung gemildert werden. Dämmung mindert die Wärmeverluste und verbessert den Wärmeschutz, so dass es auch zu Synergien mit dem Klimaschutz kommen kann.
Robustheit und Flexibilität	Angesichts bereits aufgetretener Hitzeextreme ist die Maßnahme auch bei geringerem Klimawandel sinnvoll. Da es sich um viele Einzelmaßnahmen handelt, die häufig auch gering investiv sind, ist die Flexibilität gegeben.
Maßnahmenindikator	Anzahl von Einrichtungen, die aktiv werden; Anzahl betroffener Kinder.
Regionalisierung	Die Maßnahme betrifft Stadt und Land gemeinsam.
Zeitliche Dringlichkeit	Beginn: kurz- bis mittelfristig; mit zunehmenden Klimawandel steigt Dringlichkeit der Umsetzung. Dauer: mittel
Best-Practice Beispiele	Impressionen zu Schutzmaßnahmen im Kita-Außenbereich: http://www.sonnenschutz-kindergarten.de/sonnenschutz-auf-dem-

	aussengelaende-und-am-gebaeude/ Hinweise zum Sonnenschutz bei Schulgebäuden vom Institut für Fenstertechnik e.V.: https://www.ift-rosenheim.de/documents/10180/671018/SB1404_Sonnen_Blendschutz_Schulbauten_Demel_Benitz.pdf/2ebd8740-9ffa-4988-8f3c-da9b0646923e

K 03 EINE KLIMAKULTUR AUFBAUEN UND FÖRDERN

Kurzbeschreibung:
Klimawandel ist ein stark wissenschaftlich und planerisch geprägtes Themenfeld. Der Kultursektor hat dazu entweder kaum Zugang oder er befasst sich – in letzter Zeit verstärkt - mit dem Thema Klimaschutz. Dabei kommt dem Kulturbereich – also Sparten wie Theater, Musik, Tanz, Film, Kabarett/Comedy, Musiktheater, Museen, Archiven, bildende Kunst – eine Schlüsselrolle bei der gesellschaftlichen Kommunikation und Selbstvergewisserung zu: Kultur verhandelt immer wieder neu, wer wir sind, als was wir uns verstehen wollen, wo unsere Probleme und Stärken liegen. Von daher wäre es wichtig, die ‚Kulturschaffenden' auch für das Thema Klimaanpassung zu gewinnen und dadurch die gesellschaftliche Kommunikation auf eine neue Ebene zu heben. Ohne sie in ihrer programmatischen Gestaltungsfreiheit zu beschneiden sollte nahegelegt werden, sich verstärkt im Rahmen der spartenspezifischen Möglichkeiten mit dem Klimathema unter expliziter Berücksichtigung des Klimawandels und der Anpassung zu befassen. Das betrifft auch die Spielstätten/Häuser als konkrete Orte und als Plattformen der gesellschaftlichen Kommunikation.

Cluster II: Gesundheit und Kultur	**Handlungsfeld Kultur**
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis, Kulturamt, Kulturträger Zielgruppe: Kultur, Bildung, Gesellschaft / Kultureinrichtungen, Publikum
Aufwand für Akteure	Aufwand für Stadt und Landkreis gering; Kosten für Träger/Einrichtungen gering.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Sensibilisierung und Information der Kulturverantwortlichen, Pilotvorhaben fördern, dauerhafte Anreize schaffen im Rahmen der Kulturförderung. Bambergs Kultureinrichtungen und Kulturakteure sollten von der Stadt bzw. dem Landkreis (Kulturämter) dafür gewonnen werden, sich aktiv und kreativ mit dem Themenfeld Klimaschutz und Klimaanpassung auseinanderzusetzen. Dadurch werden breitere Bevölkerungsschichten mit höherem kulturellen Kapital und Multiplikatorwirkung erreicht. Wichtig ist, Kulturakteuren auf Augenhöhe und unter Beachtung ihrer jeweiligen kreativen „Eigenlogik" zu begegnen, um Instrumentalisierungsversuche auszuschließen – auch gut gemeinte. Stadt und Landkreis könnten einen Klima-Kulturpreis verleihen. Die besonderen Gegebenheiten (Bedarfe, Potenziale) der freien Kulturszene müssen beachtet werden.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Synergien zu den Handlungsfeldern Gesundheit und Tourismus, teilweise auch Planen und Gebäude.
Robustheit und Flexibilität	Maßnahme ist flexibel und robust, da sie weitgehend programmatische Entscheidungen der Kulturträger betrifft, die in der Regel von Spielzeit zu Spielzeit geändert werden können
Maßnahmenindikator	Anzahl von Einrichtungen, die aktiv werden; Anzahl erreichter Gäste
Regionalisierung	Die Maßnahme betrifft Stadt und Land gemeinsam.
Zeitliche Dringlichkeit	Beginn: kurz- bis mittelfristig; mit zunehmenden Klimawandel steigt Dringlichkeit der Umsetzung. Dauer: mittel
Best-Practice Beispiel	

K 04 ZIVILGESELLSCHAFTLICHES ENGAGEMENT IM KLIMABEREICH STÄRKEN

Kurzbeschreibung *Ähnlich wie Klimaschutz ist Klimaanpassung eine Querschnitts- und Gemeinschaftsaufgabe, die die aktive Mitwirkung von Wirtschaft und Zivilgesellschaft erfordert. Auch eine gut informierte und finanziell handlungsfähige Verwaltung wird daher immer bemüht sein, diese beiden gesellschaftlichen Bereiche in ihre Strategien und Maßnahmen einzubinden. Bamberg verfügt traditionell mit seinen Bürgervereinen über eine sehr aktive Zivilgesellschaft, die in den letzten Jahren auch durch weitere NRO-Akteure im Nachhaltigkeitsbereich verstärkt wurde. Durch eine Reihe von Einzelmaßnahmen sollen diese zivilgesellschaftlichen Potenziale gebündelt und für den gesamten Klimabereich (Klimaschutz und Klimaanpassung) aktiviert werden.*	
Cluster II: Gesundheit und Kultur	**Handlungsfeld Kultur**
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis Zielgruppe: Kultur, Bildung, Gesellschaft/ Zivilgesellschaft
Aufwand für Akteure	
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Bamberg verfügt über eine aktive Bürgergesellschaft, die neben den klassischen Formen diverser Vereine und Initiativen auch die 16 Bürgervereine sowie thematisch relevante zivilgesellschaftliche Player umfasst. Dieses soziale Kapital gilt es auch für Klimaschutz und Klimaanpassung stärker zu nutzen. Gute Ansatzpunkte dafür bieten sich im gesamten Bereich stadt- bzw. raumplanerischer Maßnahmen, die partizipativer ausgestaltet werden sollten. Denkbar wäre z.B. die Einführung einer Informations- und Beteiligungsplattform („Bamberger Bürgerportal"), an dem sich Interessierte digital und analog einbringen könnten mit Vorschlägen zu Klimaschutz und Anpassung, zur Stadtgestaltung oder zwecks Vernetzung von Eigeninitiativen. Nach dem Vorbild anderer Städte in Deutschland (rd. 100, in Bayern z.B. München oder Ingolstadt) könnten Bamberg und die Kommunen im Landkreis einen Bürgerhaushalt einführen, alternativ auch Bürgerbudgets oder Stadtteilfonds, über die konkrete, kurzfristig sinnvolle Anpassungsprojekte öffentlich finanziert werden.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Maßnahme weist Synergien zur Planung auf. Mögliche Konflikte könnten beim Bürgerhaushalt entstehen, sind aber durch transparente Darstellung von Handlungsmöglichkeiten sowie frühe Abstimmung sowohl mit der Kämmerei als auch den Parlamenten reduzierbar.
Robustheit und Flexibilität	Maßnahme hat auch jenseits des Klimabereichs einen Nutzen, weil sie die partizipative Demokratie in der Region stärkt
Maßnahmenindikator	Anzahl der mitmachenden Organisationen, Anzahl der umgesetzten Projekte
Regionalisierung	Maßnahme betrifft Stadt und Landkreis, Stadt etwas stärker
Zeitliche Dringlichkeit?	Die Maßnahme sollte kurzfristig begonnen werden und hat mindestens eine mittelfristige Dauer
Best-Practice Beispiele	Zum Thema Bürgerhaushalt: https://www.buergerhaushalt.org sowie https://www.buergergesellschaft.de/fileadmin/pdf/gastbeitrag_neunecker_170315.pdf

3.4. CLUSTER III - WIRTSCHAFT

Das Cluster III „Wirtschaft" umfasst wesentliche Teilbereiche des ökonomischen Geschehens der Stadt und des Landkreises. Es besteht hauptsächlich aus dem Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe" (3.4.1.). Land- und Forstwirtschaft sind ausgegliedert und dem Cluster VI: Boden zugeordnet. Dort wird auch der erwerbsmäßige Gartenbau, der in Bamberg ein Teil des Wirtschaftslebens ist,

näher behandelt. Der Tourismuswirtschaft wird wegen seiner besonderen Bedeutung ein eigenes Handlungsfeld innerhalb von Cluster III gewidmet (Kapitel 3.4.2.).

3.4.1. Handlungsfeld Industrie und Gewerbe

Ausgangslage

Die Region Bamberg ist ein leistungsfähiger Wirtschaftsraum. Stadt und Landkreis sind Teil der Europäischen Metropolregion Nürnberg und verkehrlich sehr gut an internationale Märkte angebunden (Autobahnen, ICE-Fernverkehr, Sonderlandeplatz, Bayernhafen Bamberg am Main-Donau-Kanal). Die Region ist führend in Oberfranken, nicht zuletzt aufgrund einer weit gefächerten Industrie-, Technologie- und Dienstleistungsstruktur von Handwerksbetrieben, mittelständischen Unternehmen bis hin zu nationalen und internationalen Branchenführern. Ein guter Indikator für die **Branchenstruktur** in der Region ist neben der Wertschöpfung der Anteil der Beschäftigten.

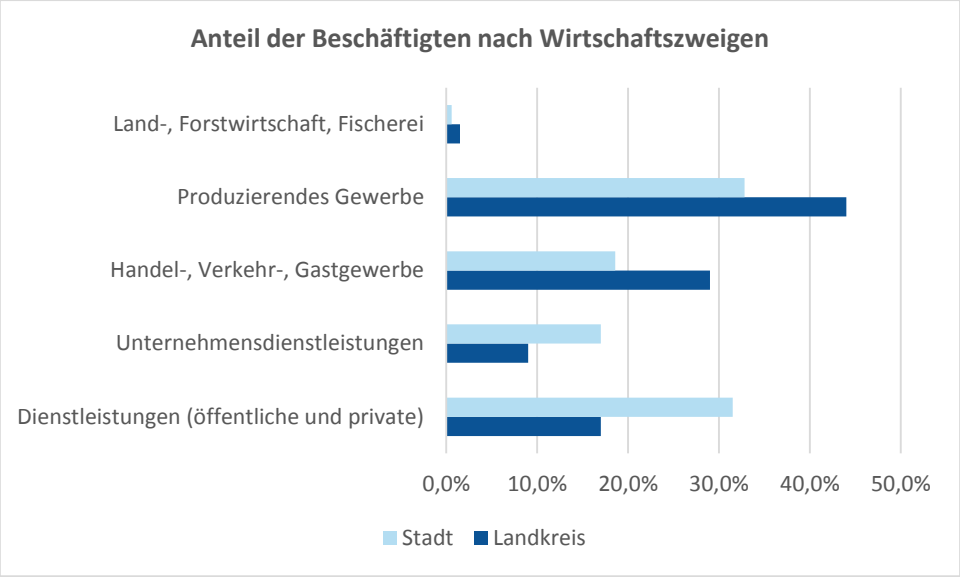


Abbildung 46: Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen, Werte gerundet; Stadt (Stand: 2017), Quelle: Regierung von Oberfranken (online: https://www.regierung.oberfranken.bayern.de/oberfranken/statistik/); Land (Stand: 2018, Quelle: LK Bamberg, Statistik in Zahlen 2019).

In der *Stadt* dominiert das produzierende Gewerbe vor den personenbezogenen Dienstleistungen (öffentlich und privat) gefolgt von dem Bereich Handel, Verkehr und Gastgewerbe sowie den Unternehmensdienstleistungen. Im Landkreis spielt das produzierende Gewerbe ebenfalls die Hauptrolle, gefolgt von Handel, Verkehr, Gastgewerbe. Es folgt der Sektor personenbezogene Dienstleistungen (öffentlich, privat) und Unternehmensdienstleistungen. In der Land- und Forstwirtschaft sind in der Stadt rund 0,2 % der Beschäftigten tätig.

Der *Landkreis* weist ebenfalls ein breites Branchenspektrum auf, wobei das produzierende Gewerbe mit über 40% dominiert. Hier sind Betriebe aus den Bereichen Automobilzulieferindustrie, Maschinenbau, Kunststoff, Nahrungs- und Genussmittel, Elektrotechnik stark vertreten. Die sechs größten Unternehmen im Landkreis bieten allein Beschäftigung für knapp 7.000 Menschen. Aber es sind auch die kleinen und mittleren Unternehmen, die die regionale Wirtschaftsstruktur prägen. Im Landkreis Bamberg haben knapp 80% der Betriebe weniger als 10 Beschäftigte. Ein knappes Prozent der Be-

schäftigten ist im Sektor Land-, Forstwirtschaft, Fischerei tätig.

Wenn es um die private **Kaufkraft** geht, d. h. die Menge an Gütern und Dienstleistungen, die den Menschen nach Abzug von Einkommensteuern, Miete etc. für Konsumzwecke zur Verfügung steht, entwickelt sich der Trend seit 2009 positiv. In absoluten Werten erreicht Bamberg Stadt nicht den bayerischen Durchschnitt, liegt aber in 9 von 10 Jahren über dem Landkreis-, dem oberfränkischen und sogar dem deutschlandweiten Durchschnitt. Auch der Landkreis weist eine positive Kaufkraftentwicklung auf und es gelingt besonders in den letzten Jahren immer mehr, den Abstand zur Kaufkraft in der Stadt Bamberg zu verkleinern, sich dem deutschen Durchschnitt anzunähern und das Oberfranken-Niveau zu überrunden (Destatis, 2020; LfStat Bayern, 2020).

Die dynamische Entwicklung zeigt sich auch darin, dass im 1. Halbjahr 2019 im Landkreis 477 gewerbliche **Neugründungen** registriert werden konnten (20,7% mehr als im gleichen Vorjahreszeitraum). In der Stadt Bamberg wurden im ersten Halbjahr 2019 307 neue Gewerbeunternehmen angemeldet, womit die Region im oberfränkischen Vergleich einen Spitzenwert einnimmt.

Das **Handwerk** spielt in der Region ebenfalls eine wichtige Rolle. In der Stadt Bamberg waren 2019 899 Betriebe mit 7.800 Beschäftigten und einem Netto-Umsatz von 920 Mio. € zu verzeichnen, im Landkreis waren es 2.521 Betriebe mit 9.700 Beschäftigten und einem Umsatz von 990 Mio. € (hwk-oberfranken.de, 2020). Das Geschäftsklima des oberfränkischen Handwerks hat sich seit 2009 positiv entwickelt, erfuhr aber seit 2018 einen Abschwung, der sich mit Beginn der Corona-Krise im 1. Quartal 2020 massiv verstärkte (siehe zur Randbedingung „Corona“ ausführlich weiter unten). Nach der Lockerung der Corona-Auflagen im 2. Quartal 2020 weist der Geschäftsklimaindex wieder nach oben, hat aber erst den Stand von 2010 erreicht. Besonders betroffen sind dabei die Zulieferer und Betriebe des gewerblichen Bedarfs, das KfZ-Handwerk, die Gesundheitshandwerke und der Friseur- und Kosmetikbereich (hwk-oberfranken.de, 2020).

Die wirtschaftliche Ausgangssituation ist von **Randbedingungen** gekennzeichnet, die sowohl die Eigendynamik des Sektors als auch die Handlungsmöglichkeiten kommunalpolitischer Akteure beeinflussen (Abbildung 47). Zu nennen sind etwa die internationalen Handelsbeziehungen oder politische Faktoren wie die Klimapolitik bis hin zu konkreten Maßnahmen wie dem Stopp der Soforthilfen bei Naturkatastrophen in Bayern. Auf drei dieser Randbedingungen wird im Folgenden näher eingegangen: der Strukturwandel in der Autoindustrie, der demografische Wandel und, als aktuelle Herausforderung, auf die Corona-Pandemie.

(1) **Strukturwandel in der Autobranche:** Stadt und Landkreis Bamberg sind ein regionaler Schwerpunkt in der fränkischen Automobil-Zulieferindustrie. Diese Branche ist stark von der Konjunktur und den Zukunftsperspektiven der Automobilindustrie abhängig. Ein Teil dieser Arbeitsplätze ist aktuell durch den Strukturwandel in der Automobil- und Zulieferindustrie gefährdet.[23] In dieser schwierigen

[23] Der Reifenhersteller Michelin etwa kündigte Ende 2019 an, sein Werk in Hallstadt bis Anfang 2021 schließen zu wollen. Grund: Konkurrenz aus Asien und der Trend zu Fahrzeugmodellen mit größeren Reifen, die andernorts hergestellt werden. Der Türen- und Elektrohersteller Brose hatte 2019 angekündigt, bis Ende 2022 2.000 Stellen in Deutschland zu streichen, darunter auch in seinen Werken Bamberg und Hallstadt; nördlich der serbischen Hauptstadt Belgrad soll stattdessen für 180 Mio. € ein neues Werk mit 1.100 Mitarbeitern aufgebaut werden. Schaeffler hatte den Abbau von insgesamt 1.300 Arbeitsplätzen in der Region angekündigt. Bosch in Bamberg ist vom perspektivisch zu erwartenden Bedeutungsrückgang des Dieselmotors besonders betroffen, will aber am Standort Bamberg neu investieren, um Brennstoffzellen und synthetische Kraftstoffe (E-Fuels) herzustellen. Betriebsbedingte Kündigungen bis 2026 hat Bosch Ende 2019 ausgeschlossen (Quellen: Bayerischer Rundfunk online, verschiedene Meldungen 2019/2020).

Umbruchsphase sind Politik und Verbände hauptsächlich als akute Krisenhelfer gefragt. Auf Initiative des Bamberger Oberbürgermeisters und des Landrats des Landkreises Bamberg wurde daher im Februar 2020 die *Regionalinitiative Transformation Automobil* (RITA) gegründet, der neben Stadt und Landkreis auch die Unternehmensleitungen und die Betriebsräte von Bosch, Brose, Michelin und Schaeffler, die Agentur für Arbeit, die Industrie- und Handelskammer sowie die Handwerkskammer als Gründungsmitglieder angehören. Zentrales Ziel des Zusammenschlusses ist es, die Sicherung und Schaffung von Beschäftigung, die Erschließung neuer Geschäftsfelder und die Entwicklung neuer Produkte und Technologien unter einem Dach zu bündeln und zu koordinieren.

Die Entstehung dieses Strukturwandels hängt – neben anderen Ursachen – auch mit dem Klimawandel zusammen: Fossile Verbrennungsmotoren sind seit vielen Jahren aufgrund der CO_2-Emissionen als nicht-nachhaltig identifiziert. Im Zuge der gegenwärtig stattfindenden Umstrukturierung und Neuausrichtung werden Zukunftsfähigkeit und Klimafreundlichkeit (im Sinne von Klima*schutz*) daher bedeutsam sein. Gleichzeitig bietet sich für alle regionalen Akteure die Gelegenheit, bei Neuausrichtungen immer auch das Thema Klima*anpassung* („resiliente" Strukturen, Geschäftsfelder, Produktionsprozesse) mitzudenken und so langfristig nachhaltiger aufgestellt zu sein.

(2) Eine weitere wichtige Bestimmungsgröße für die zukünftige Wirtschaftsentwicklung in der Region ist der **demographische Wandel**. Für Stadt und Landkreis wird in der näheren Zukunft (bis 2037/38) mit einer stabilen (Stadt) bzw. leicht wachsenden (Landkreis) Gesamtbevölkerung ausgegangen. Allerdings wird sich dabei die Alterszusammensetzung der Bevölkerung deutlich ändern: Die Zahl der Älteren (65+) wird sich stark erhöhen, die aller jüngeren Altersgruppen wird schrumpfen (➢ Gesundheit). Das betrifft auch die Bamberger Wirtschaft in verschiedener Hinsicht:

- Im Vergleich zu Erwerbstätigen verfügen Menschen im Rentenalter in der Regel über geringere Einkommen. Dies dürfte sich dämpfend auf die bisher sehr positive *Kaufkraftentwicklung* in der Region auswirken.
- Infolgedessen dürfte sich auch der *Umsatz* in vielen Wirtschaftsbranchen abschwächen, z. B. im Einzelhandel oder dem Gastgewerbe (➢ Tourismus). Dem stehen auch positive Entwicklungspotenziale in Teilbereichen gegenüber, die seniorengerechte Angebote machen (können).
- Das geringere verfügbare Einkommen der durchschnittlichen Rentenbezieher wird auch auf den *Wohnungsmarkt* durchschlagen, wo die Lage durch steigende Mieten und Immobilienpreise bereits seit Jahren immer angespannter wird. Viele Ältere werden sich nur noch kleinere und günstigere Wohnungen leisten können; eventuell wird damit der Abwanderungsdruck aus der Stadt in den ländlichen Raum erhöht oder es entwickeln sich auch neue, gemeinschaftliche Wohnformen Älterer.
- Der Rückgang der Kohorten im *erwerbsfähigen Alter* führt generell zu einem sinkenden (heimischen) Arbeitskräfteangebot sowie – sofern keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden – zu einer Verschärfung des bereits heute spürbaren Fachkräftemangels.
- Der Rückgang im Bereich von *Kindern und Jugendlichen* wird auch die regionale Rekrutierung des Qualifizierungs-Nachwuchses – von der Lehrstelle bis zur Hochschule – erschweren.
- Ob unter diesen Rahmenbedingungen der zukünftige Mehrbedarf an *Gewerbeflächen* auf der Basis bisheriger Trends einfach fortgeschrieben werden kann, erscheint fraglich.

In der einschlägigen Forschungsliteratur wird vor diesem Hintergrund, der ähnlich in anderen Regionen Deutschlands zu beobachten ist, die Ansicht vertreten, dass Raum- und Stadtplanung angesichts der Doppelherausforderung von Klimawandel *und* demographischem Wandel neu über bestimmte „Tabus" (Demografie-bedingter „Siedlungsrückzug") und Prämissen (Innen- vor Außenentwicklung)

nachdenken muss (Janssen, Gerold; Rubel, Carolin; Schulze, 2016; Dieckhoff *u. a.*, 2018). Dies gilt auch für die kommunale Wirtschaftsförderung in den betroffenen Regionen wie etwa im Wirtschaftsraum Bamberg.

(3) **Covid-19-Pandemie:** Zur Ausgangslage des Handlungsfelds Industrie und Gewerbe in der Region Bamberg gehört schließlich die Frage, welche Effekte die seit dem Frühjahr 2020 vorherrschende **Corona--Krise** haben wird. Eine abschließende Bewertung der wirtschaftlichen Folgen ist zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Gutachtens (Oktober 2020) immer noch nicht möglich. Angesichts teils existentieller Probleme ganzer Branchen bestehen hier viele Unsicherheiten und Unwägbarkeiten.

In diesem Jahr wurden von den Wirtschaftsförderungen Umfragen zur Lage und zu den **Perspektiven der Unternehmen** nach Corona durchgeführt (Landkreis-bamberg.de, 2020b; Stadt Bamberg, 2020b). Es zeigte sich, dass die „Coronakrise" substanzielle Variablen der Unternehmenspraxis (z. B. Finanzierung, Sicherung der Beschäftigung, Vorantreiben von Innovationen) sehr stark beeinflusst hat und dass Zukunftsaussichten allenfalls verhalten optimistisch, oftmals aber auch durch hohe Unsicherheit geprägt sind. Zum anderen deutet sich an, dass Themen, die nicht als Kern des Geschäftsmodells betrachtet werden (z. B. Gesundheits- oder Umweltschutz), aktuell auf der Prioritätenliste der Unternehmen nach hinten gerückt sind.

Es ist von daher relativ offen, wie die Bamberger Wirtschaft aus der aktuellen Corona-Krise herauskommen wird. Sicher aber ist, dass der Klimawandel eine mindestens ähnlich gravierende, wahrscheinlich deutlich größere Herausforderung darstellt, die die Rahmenbedingungen des Wirtschaftens in der Region langfristig verändern wird. Sicher ist damit auch, dass nur eine an veränderte klimatische Bedingungen angepasste Wirtschaft den bisher so erfolgreichen Pfad der regionalen Wirtschaftsentwicklung wird fortsetzen können – Corona hin oder her.

Klimawirkungen

Bevor die Verwundbarkeit des Wirtschaftsraumes Bamberg hinsichtlich verschiedener Aspekte näher untersucht wird, gibt das sogen. Klimawirkungsgeflecht einen Gesamtüberblick über das Handlungsfeld (Abbildung 47). Ausgehend von den relevanten Klimasignalen werden in schematischer Weise wesentliche Wirkungsketten sowie die resultierenden Verwundbarkeiten (Vulnerabilitäten) und Chancen dargestellt.

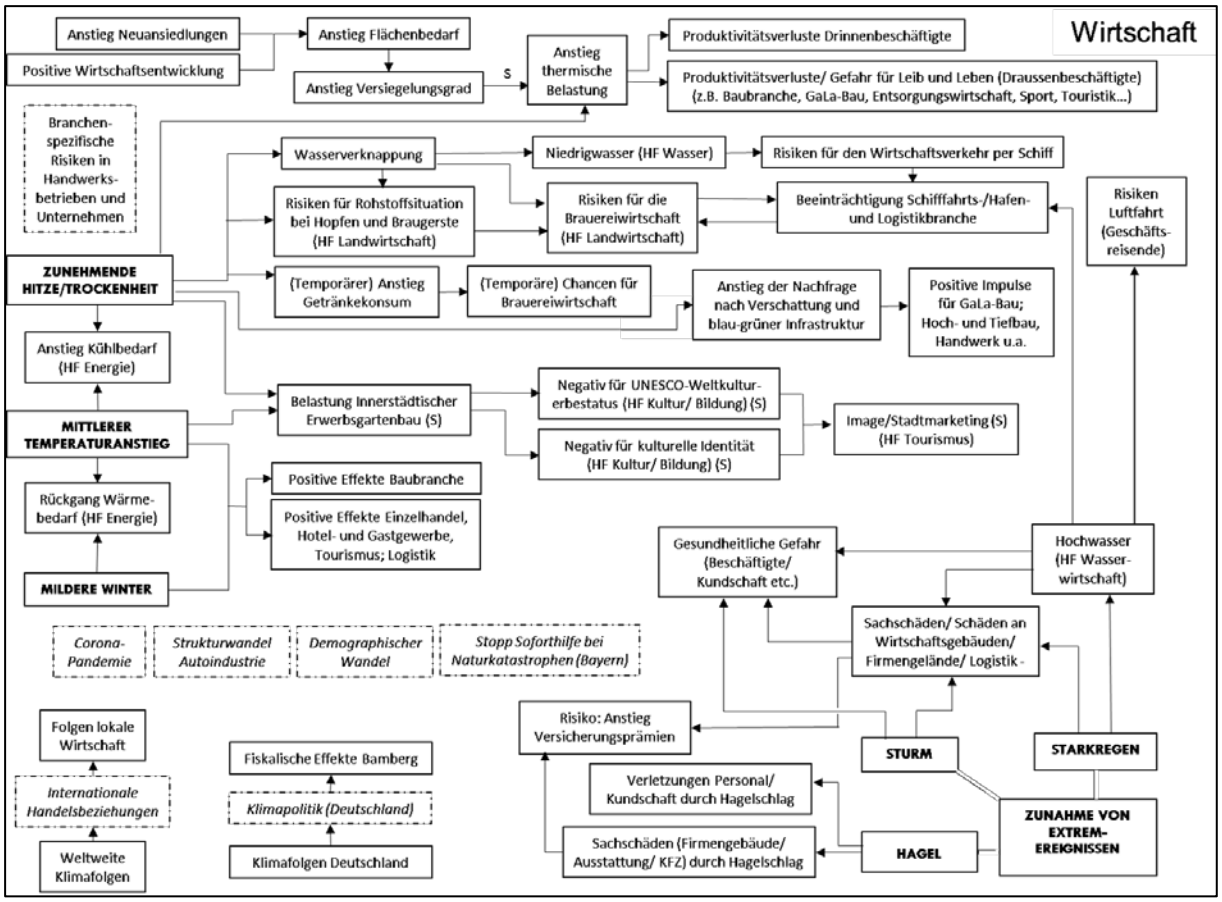


Abbildung 47: Klimawirkungsgeflecht im Handlungsfeld Industrie/ Gewerbe. Dabei bezeichnen die grau gefüllten Kästen die Klimasignale. Relevante Randbedingungen sind durch gestrichelte Kästchen gekennzeichnet. Auch ausgewählte Wechselwirkungen zu anderen HF sind erkennbar. Die Wirkungsketten gelten grundsätzlich für den gesamten Wirtschaftsraum; nur in einigen Fällen ist primär die Stadt betroffen (S).

Einflüsse auf Betrieb und Produktionsprozess, Liefer- und Absatzbeziehungen

Die potenzielle Betroffenheit der Wirtschaft durch den Klimawandel ist vielfältig und hängt von einer Reihe von Faktoren ab: Neben der geographischen Lage (z. B. Hanglagen, Hochwasserrisikogebiete) spielen die jeweilige Branche sowie die wirtschaftliche Lage des Einzelbetriebs die Hauptrolle. Neben den Risiken des Klimawandels sind auch die Chancen zu betrachten.

In einer bayernweiten Unternehmensbefragung aus dem Jahr 2016 (N=163) wurde eine Risiko-/ Chancenverteilung angegeben (Abbildung 48). Deutlich wird aus dieser eher explorativen, nicht repräsentativen Befragung, dass es vor allem die Zunahme von Extremwetterereignissen ist, die die bayerischen Unternehmen als Risiko bewerten. 72,4 % der befragten Unternehmen sehen das so, nur 9,8 % sehen hier auch Chancen für die Wirtschaft. Hitze, Trockenheit und geringere Niederschläge im Sommer rangieren auf den vorderen Risiko-Plätzen, während der prognostizierte Rückgang der Frosttage eher als Chance bewertet wird.

Schon vor über zehn Jahren hat die IHK München/Oberbayern eine branchenspezifische Befragung zu den Folgen des Klimawandels bei ihren Mitgliedsunternehmen durchgeführt (N=1.167). Am stärksten betroffen zeigt sich hier das Gastgewerbe, gefolgt von Verkehrsunternehmen, Finanzdienstleistern, dem produzierenden Gewerbe, dem Einzelhandel, dem Großhandel und sonstigen Dienstleistungen. Infrastrukturschäden, Versorgungsengpässe und Probleme bei Verkehr und Transport werden als wichtigste mögliche Schäden genannt.

Tatsächlich ist die Wirtschaft in mehrfacher Hinsicht anfällig gegenüber den Folgen des Klimawandels, je nach geographischer und wirtschaftlicher Lage des Einzelbetriebs und der Branche generell.

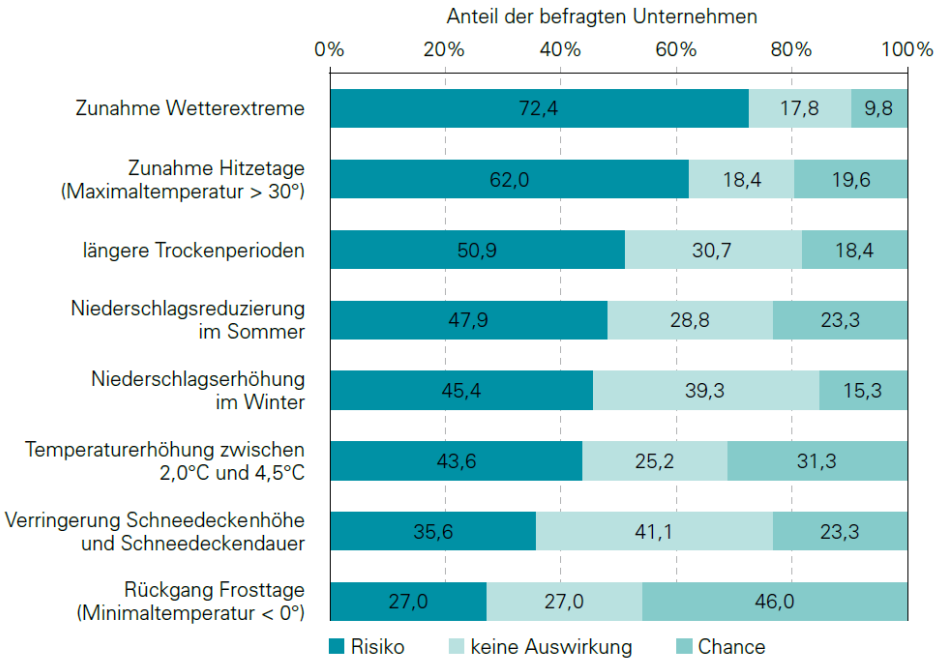


Abbildung 48: Einschätzung verschiedener Klima-Trends nach Risiko oder Chance (Quelle: Schmude et al. 2017: 10)

Man unterscheidet zwischen **physischen, Transformations- und Haftungsrisiken**. Mögliche Folgen sind etwa im Einzelnen:

- Die Zerstörung oder Beschädigung von Betriebskapital (Gebäude, Maschinen, Fahrzeuge, Lagerbestände etc.) durch klimatische Einflüsse.
- Die Unterbrechung oder Beeinträchtigung der betrieblichen Prozessen (Produktions- und Liefervorgänge), insbesondere bei längeren Wertschöpfungsketten und Just-in-Time-Prozessen mit geringen Pufferkapazitäten.
- Die Beeinträchtigungen des Wirtschaftsverkehrs durch Extremwetterlagen.
- Die steigende Nachfrage nach Energie für die Kühlung von Gebäuden (Produktion, Verwaltung, Lager).
- Eine zunehmende Wasserknappheit bzw. Preissteigerungen bei Wasser in wassersensiblen Bereichen (etwa Lebensmittel- und Getränkeindustrie, Prozesskühlwasser, Bewässerung). (→ HF Wasser).

Generell gilt, dass die Unternehmen beim Thema Klimawandel stärker sensibilisiert sind, während das Thema Klimaanpassung noch immer etwas „stiefmütterlich“ behandelt wird. Mangelnde Sensibilität für das Thema „Klimaanpassung“ seitens der Unternehmen kann selbst als Risikofaktor begriffen werden, der die Verwundbarkeit des Wirtschaftssektors tendenziell erhöht.

Ein weiterer wichtiger Aspekt sind **überregionale bzw. internationale Handelsbeziehungen von Unternehmen**. Viele lokale Unternehmen sind z. B. in den Bereichen Beschaffung oder Absatz mit internationalen Lieferanten oder Kunden verbunden. Sind diese von Folgen des Klimawandels betroffen,

pflanzen sich Effekte leicht fort und treffen auch die heimische Wirtschaft (Peter, Guyer und Füssler, 2020). Selbst anlässlich der Coronakrise in 2020 hat sich diese Problematik schon gezeigt: In der im Landkreis durchgeführten Unternehmensbefragung zum Thema „Corona“ gaben immerhin 30 % der Unternehmen an, dass ihnen die Aufrechterhaltung bzw. Verkürzung von Liefer- und Wertschöpfungsketten sehr wichtig sei (Landkreis-bamberg.de, 2020b). Prognosen sind angesichts vieler Unbekannter schwierig, aber vieles spricht dafür, dass die Ausfälle durch den Klimawandel in den kommenden Jahrzehnten um ein Mehrfaches höher sein werden als die gegenwärtigen, Corona-bedingten Einbußen. Dies ist umso gravierender, als der Wirtschaftsraum Bamberg – im Vergleich zu vielen anderen Standorten – als „stark international verankert“ bezeichnet werden muss: Allein der Exportanteil hat sich in der Region in den letzten 20 Jahren fast verdoppelt: Betrachtet man etwa die Absatzbeziehungen der Unternehmen im Wirtschaftsraum Oberfranken, so stieg der Exportanteil von knapp unter 30 % im Jahr 2008 auf knapp unter 50 % im Jahr 2018 (Mündl. Mitteilung IHK Oberfranken).

Arbeitsproduktivität

Der Anstieg der Temperaturen insbesondere in den Sommermonaten führt auch zu einem **Rückgang der Arbeitsproduktivität** bei Menschen, die in Büros und Werkstätten arbeiten („**Drinnenbeschäftigte**“). In einer Auswertung von 24 Studien – am Arbeitsplatz wie im Labor – zur Auswirkung von Temperaturänderungen auf die Leistungsfähigkeit von Personen im Dienstleistungsbereich in den USA kommen Seppanen et al. (2006) zu dem Ergebnis, dass das Leistungsoptimum bei ca. 22 °C erreicht wird. Abweichungen nach unten und nach oben führen zu einem Leistungsabfall. Bei einer Temperatur von 25 °C werden nur noch 98 % der optimalen Leistung erreicht, bei 30 °C fällt das Niveau auf 90 %, bei 35 °C auf unter 80 %. Zu ähnlichen Werten kommt Bux (2006): Hier wird die Verringerung der Produktivität im Temperaturbereich 26 bis 36 °C mit zwischen 3 % und 12 % angegeben. Hubler et al. (2008) kommen für ganz Deutschland zu Ertragsminderungen von rd. 0,5 %.[24]

Den Berechnungen dieses Gutachtens zufolge, wird sich die jährliche Mitteltemperatur in der Region Bamberg bis 2050 um 1-2 °C erhöhen, im Sommer um 1,6-1,8 °C. Zudem wird die Zahl der Hitzetage (Höchsttemperatur mindestens 30 °C) sich deutlich erhöhen: von 6,8 Tagen pro Jahr (Referenzperiode 1971-2000) auf 13,5-16,6 Tage (2050) bzw. 27-34,3 Tage (2100) (vgl. Kap. 2). Auf der Grundlage der Werte von Seppanen et al. (2006) entspräche dies einem Produktivitätsverlust von rd. 4%, der aber nur im Sommerquartal wirksam wird, also nur ein Viertel dieses Wertes ausmacht (= 1%). Im Jahr 2017 betrug die Bruttowertschöpfung der Wirtschaft in der Stadt Bamberg 4.347 Mio. €; das Wachstum der Wertschöpfung zwischen 2005 und 2017 betrug im Schnitt 4 % pro Jahr (IHK Oberfranken 2020). Geht man davon aus, dass Bambergs Wirtschaft bis 2050 in der Größenordnung weiterwachsen wird, in der die deutsche Wirtschaft zwischen 2005 und 2017 insgesamt gewachsen ist (+3 %), dann beträgt die Bamberger Bruttowertschöpfung im Jahr 2050 11.528,24 Mio. €. Der Verlust von 1 % macht damit 115,28 Mio. € in 2050 aus. Zum Vergleich: Die gesamten Steuereinnahmen der Stadt Bamberg (incl. Schlüsselzuweisungen) für das Jahr 2017 betrugen rd. 161 Mio. €; d. h., der Verlust ist etwa so hoch wie zwei Drittel der Steuereinnahmen der Stadt. Diesen Verlust gilt es durch geeignete Anpassungsmaßnahmen in Büros, Geschäften und Werkstätten zu minimieren.

Von Hitzeereignissen besonders betroffen sind insbesondere „**Draußenbeschäftigte**“, Menschen

[24] Es kann davon ausgegangen werden, dass rd. 50 % der Büro- und Dienstleistungsarbeitsplätze in klimatisierten Gebäuden liegen. Gewerbliche Arbeitsplätze und Industriearbeitsplätze weisen einen geringeren Klimatisierungsgrad auf. In Bamberg sind diese Arbeitsplätze überdurchschnittlich häufig zu finden.

also, die vorwiegend im Freien arbeiten. Neben der Hitzeproblematik tritt dabei noch ein anderes Risiko auf: das von Hautkrebs infolge erhöhter Exposition durch UV-Strahlung. So verdoppelt sich das Risiko des nicht-melanomen Weißen Hautkrebses, wenn die Strahlungsexposition um 40 Prozent zunimmt. Beschäftigte in Außenberufen werden je nach Tätigkeit im Vergleich zu Beschäftigten im Innenbereich um ein Mehrfaches an UV-Strahlung belastet. Wegen der langen Latenzzeiten zwischen erstmaliger Exposition und der Manifestation eines Hautkrebses wird die Gefahr häufig unterschätzt. Präventionsmaßnahmen sind wegen dieser Latenzzeit besonders wichtig.

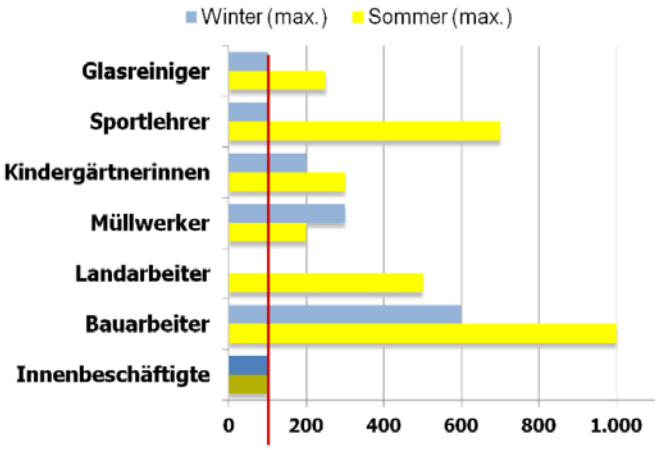


Abbildung 49: Durchschnittliche UV-Exposition von Beschäftigten im Freien Relativwerte in Prozent (Innenbeschäftigte = 100%), Quelle: MUKE 2015: 109 (auf Basis von Knuschke et al. 2007).

Wenn mit den steigenden Durchschnittstemperaturen vermehrt Vektoren, Infektionskrankheiten, Schadpflanzen und -tiere auftreten (➢ Gesundheit), sind Berufsgruppen, deren Tätigkeit draußen in der Natur stattfindet (GaLabau, Land-/Fortwirtschaft, Landschaftspflege u. ä.) besonders betroffen.

Aus kommunaler bzw. Landkreissicht verdienen hierbei die Angestellten der **öffentlichen Betriebe** mit hohem Anteil von Draußenbeschäftigten besondere Aufmerksamkeit. Im Bereich der Abfallwirtschaft (Entsorgungs- und Baubetrieb der Stadt Bamberg (EBB)) entstehen die stärksten Beeinträchtigungen der Abfallsammlungen gegenwärtig durch große, länger anhaltende Hitze (v. a. in Verbindung mit Trockenheit und starker Sonneneinstrahlung) und durch hohes Schneeaufkommen. Bei o. g. Hitzeereignissen kommt es allgemein zu einer erhöhten körperlichen Belastung der mit der Sammlung beschäftigten Mitarbeitenden. Wesentlich sind hier Kreislaufveränderungen und erhöhter Flüssigkeitsbedarf zu nennen. Dabei ist zu beachten, dass die EBB-Angestellten gleichzeitig die Sicherheitsvorschriften einhalten müssen – dazu gehört das Tragen von ausreichender Schutzkleidung, die eher fest und lang sein sollte und somit die Belastung bei Hitze weiter erhöht.

Gewerbegebiete

Gewerbegebiete sind beim Thema „Klimafolgen“ auf zweifache Weise relevant: Zum einen weisen sie eine besondere Anfälligkeit für bestimmte Klimaänderungen auf: Die Betriebe sind hinsichtlich Gewerbebauten, Infrastrukturen, Ausrüstungen und nicht zuletzt der Beschäftigten besonders betroffen. Zum anderen können Faktoren wie ein hoher Flächenverbrauch bzw. Versiegelungsgrad zu einer Verschärfung der Klimarisiken für das Gewerbegebiet selbst, aber auch für die Allgemeinheit beitragen.

Das klassische, klimatisch nicht gut angepasste Gewerbegebiet weist in der Regel einen hohen Versiegelungsgrad, eine kompakte Bebauung, eine geringe blau-grüne Infrastrukturausstattung, eine

hohe Verkehrsdichte (auch Lkw-Verkehr) sowie – je nach Branche – einen hohen zusätzlichen Wärmeeintrag durch Produktionsprozesse auf (Abbildung 50). Dadurch erwärmt sich ein Gewerbegebiet besonders stark bei Hitze und es ist besonders anfällig für urbane Überflutungen bei Starkregen. Solche Flächen erhitzen sich im Sommer regelmäßig auf bis zu 50 °C. Punktuell können die Oberflächentemperaturen aber sogar auf bis zu 80 °C steigen (WILA Bonn 2019).

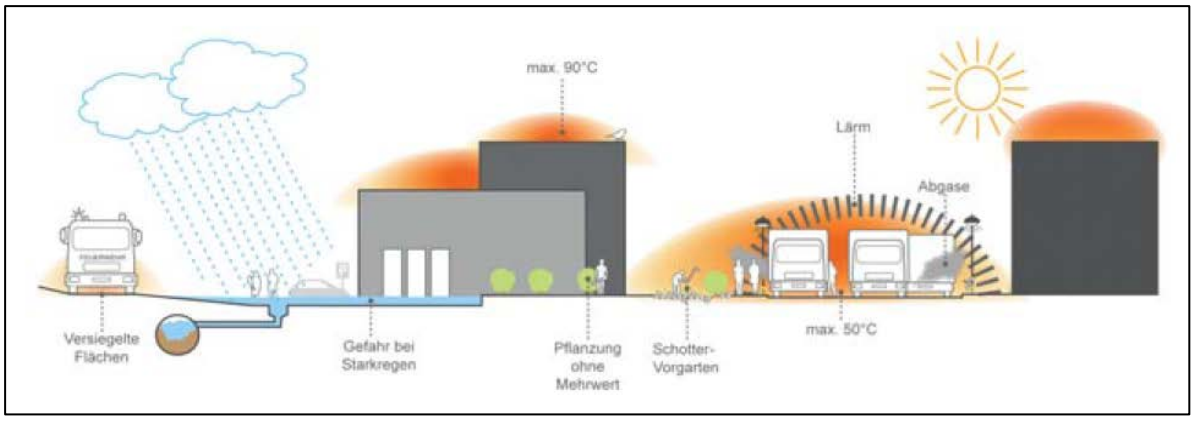


Abbildung 50: Der hohe Versiegelungs- und Bebauungsgrad vieler Gewerbegebiete erhöht die Anfälligkeit der Wirtschaft für mehr Hitze und mehr Starkregen im Klimawandel (Siebert, 2019).

In Gewerbegebieten ist oft auch die Schadstoffkonzentration der Luft höher, bedingt durch Abgase aus Produktionsprozessen oder aus Lkw-Transporten (z. B. Logistikzentren). Die hohe Versiegelung und der Mangel an blau-grüner Infrastruktur verhindert die örtliche Versickerung von Niederschlagswasser in den Boden, mindert auch die Evapotranspiration, und führt schnell zu einer Überlastung der Kanalisation, speziell bei Hanglagen.

Es stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage nach der zukünftigen Entwicklung der Gewerbegebiete. Der Landkreis bietet Gewerbeflächen auf einem Online-Portal der IHK an[25] und verfügt als flächenhafte kommunale Einheit naturgemäß über mehr und auch sehr unterschiedliche Flächenpotenziale, während die Stadt Bamberg schon länger über Gewerbeflächenmangel klagt und in einem Gutachten die möglichen Standorte im Stadtgebiet sehr genau hat untersuchen lassen (Acocella, Kahlert und Helbig, 2016). Allerdings teilen auch einige Gemeinden des Landkreises mit, dass sie mittlerweile genau auswählen, welche Flächen sie an welche Branchen/Unternehmen vergeben. Insbesondere die Nachfrage nach weiteren Logistikstandorte in Autobahnnähe wird zunehmend skeptisch bewertet, da hier das Verhältnis von Flächenverbrauch (und Versiegelung) zu Arbeitsplätzen und Steuereinnahmen als ungünstig gesehen wird (Mitteilung mehrerer Bürgermeister aus Landkreis Bamberg auf dem Bürgermeister-Workshop).

Für eine aktive Gewerbepolitik – d. h. Bestandspflege/ -entwicklung und Neuansiedlung von Gewerbebetrieben – sind in der Stadt Bamberg laut Gutachten zusätzlich zu den bestehenden Flächenangeboten weitere Flächen erforderlich (Acocella, Kahlert und Helbig, 2016). Der zusätzliche Gewerbeflächenbedarf für Bamberg bis 2025 wird im gleichen Gutachten auf 52,2 ha beziffert, wovon jeweils rd. 1/5 auf das emissionsintensive Gewerbe, das emissionsarme Gewerbe sowie Logistik/ Lagerei entfallen. Der Flächenverbrauch der einzelnen Branchen in der Stadt Bamberg ist sehr unterschied-

[25] Siehe: https://standortportal.bayern/de/standortsuche/index.jsp?reload=1#sortField=&start=1&q=&f=&f=&f=facet_type:gg&f=regionHierarchy_level2:Oberfranken&f=regionHierarchy_level3:Lkr.\+Bamberg

lich (vgl. Acocella et al. 2016: 70)[26], z. B. Verkehr und Lagerei: 30.800 m²; Verarbeitendes Gewerbe: 29.350 m2; Dienstleistungen: 13.000 m²; Groß- und Einzelhandel: 12.650 m²; Kfz-Gewerbe: 11.650 m².

Vor diesem Hintergrund – und mit Blick auf die erwähnten Folgen des demographischen Wandels – ist es ein Gebot der klugen Abwägung, ob bzw. welcher Branche/ welchem Unternehmen mit welchem Flächenbedarf tatsächlich in der Stadt „der Boden bereitet" werden soll. Zudem kommt es hinsichtlich der Vulnerabilität von Gewerbegebieten allgemein entscheidend auf deren zukünftige Gestaltung und klimatische Qualifizierung an.

Teilstrategie

Die Klimaanpassungs-Teilstrategie im Handlungsfeld Industrie und Gewerbe muss die Tatsache berücksichtigen, dass neben dem Klimawandel immer auch unvorhersehbare Ereignisse, wie etwa der Ausbruch der Corona- Pandemie im Frühjahr 2020 oder auch eher planbare weitere Entwicklungen wie der demographische Wandel auftreten. Das macht die Suche nach möglichst Resilienz-steigernden Strategien notwendig, die auch unter verschiedenen Zukunftsszenarien machbar und sinnvoll sind.

Die wichtigsten Bausteine der Klimaanpassung im Handlungsfeld Industrie und Gewerbe in der Region sind zum einen der Schutz von Betriebsvermögen und betrieblichen Abläufen insbesondere vor den Folgen von Wetterextremen (IG 02) sowie der Schutz der Beschäftigten insbesondere vor den Folgen von Hitzeereignissen (IG 04).

Weiterhin ist ein Fokus auf Gewerbegebiete zu legen. Hier geht es um die Entwicklung von möglichst kostengünstigen und effizienten Lösungen zum Schutz vor Hitze und Starkregen in bestehenden und geplanten Gewerbegebieten sowie andererseits den Beitrag der Gewerbegebiete zur Klimaanpassung (IG 03).

Auch sind (öffentliche) Finanzen vermehrt in solche Investitionen zu platzieren, die den Klimawandel nicht noch weiter befördern, sondern bestenfalls aktiv zur Stärkung der Resilienz beitragen (IG 05).

Schließlich gilt es auch – angesichts des aktuellen, ökonomischen Corona-Folgen noch vermehrt-intensiv danach zu suchen, welche (neuen) Potenziale sich aus dieser vorhersehbaren Klimaentwicklung einschließlich den gesellschaftlichen Folgen für unternehmerisches Handeln ergeben könnten und wie diese ggf. aktiv zu heben sind (IG 06). Diese Teilstrategien setzen voraus, dass Unternehmen in Stadt und Landkreis möglichst breitflächig über die Risiken und die Chancen des Klimawandels insgesamt informiert werden (IG 01).

Maßnahmen

IG 01 INFORMATION UND SENSIBILISIERUNG DER UNTERNEHMEN

Kurzbeschreibung
Durch die Folgen des Klimawandels ist die Wirtschaft in Stadt und Landkreis in den kommenden Jahren mit neuen Herausforderungen konfrontiert. Darunter sind teils Risiken, aber auch einige Chancen (vgl. IG 06). Im Bereich der Risiken ist zwischen physischen Risiken, Transformationsrisiken und Haftungsrisiken zu unter-

[26] Diese Daten beruhen auf einer Unternehmensbefragung und sind wahrscheinlich nicht repräsentativ für die jeweilige Branche insgesamt.

scheiden. Aus gutachterlicher Sicht stellt sich die Beschäftigung mit der Thematik durch die relevanten Akteure bislang sehr heterogen dar: Risiken und Chancen werden vor Ort teils sehr intensiv, teils kaum bis gar nicht wahrgenommen. Insgesamt gilt: Während Klimaschutz bei den Unternehmen weitgehend „angekommen" ist, spielt Klimaanpassung noch eine eher untergeordnete Rolle. Das erhöht aber die Verwundbarkeit der Bamberger Wirtschaft. Hier ist Abhilfe zu schaffen durch eine Informations- und Sensibilisierungskampagne, die den noch nicht aktiven Unternehmen hilft, ihre eigene Exposition sowie mögliche Anpassungsmaßnahmen weitgehend eigenständig zu ermitteln.

In anderen Kommunen wurde hierbei mit dem Format eines Runden Tisches gearbeitet. Die Wirtschaftsförderungen in Stadt und Landkreis Bamberg favorisieren ein modifiziertes Modell: Im Rahmen einer Kick-Off-Veranstaltung werden alle relevanten Akteure zusammengebracht und es werden dort die Formate identifiziert, mit denen in der Folge Information und Sensibilisierung in der Wirtschaftsregion Bamberg erfolgen soll. Die Kick-Off Veranstaltung „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wirtschaft in der Region Bamberg" dient dazu, alle relevanten Akteure zusammen zu bringen, den Prozess der Sensibilisierung und des Austausches von Informationen anzustoßen, eine gemeinsame Problemdiagnose zu entwickeln, aus denen sich Maßnahmen bzw. Handlungen der Akteure ergeben, die die Klimaresilienz des Wirtschaftssektors erhöhen und Chancen nutzen. Die in der Folge des Kick-Offs zu entwickelnden Formate (Workshops, Arbeitsgruppen etc.) haben auch die Funktion, Erfahrungsaustausch (Peer-to-peer-learning) zwischen Unternehmen zu ermöglichen. Über die Ergebnisse wird mindestens einmal im Jahr berichtet, um relevante Stellen in der Stadtverwaltung, im Wirtschaftssektor, aber insbes. auch einzelne Unternehmen und Betriebe sowie die interessierte Öffentlichkeit auf dem Laufenden zu halten.

Cluster III: Wirtschaft	**Handlungsfeld Industrie und Gewerbe**
Verantwortlichkeit	Amt für Wirtschaft Stadt Bamberg sowie FG Wirtschaft Landkreis Bamberg
Aufwand für Akteure	Mittel Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Bewertung als „mittel" hier auf dem Vergleich aller Anpassungsmaßnahmen untereinander beruht (also z. B. auch im Vergleich mit größeren Infrastruktur- oder Baumaßnahmen zu sehen ist) (*relative* Bewertung). Betrachtet man hingegen den *absoluten* Aufwand für die Akteure selbst, so ist er durchaus als „hoch" zu bewerten; dies gilt in finanzieller wie personeller Hinsicht und betrifft Aufgaben wie Organisation, Kommunikation und die Konzeption, Implementierung sowie die fortlaufende Betreuung der Formate.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Die Umsetzungsschritte bestehen aus inhaltlichen Aufgaben (Identifikation des Teilnehmerkreises, Formulierung des Zwecks, der Agenda für den Kick-Off Workshop etc.) sowie organisatorischen Aufgaben (Einladung, Veranstaltungsorganisation und –dokumentation, Einladung von Expertise). Wichtig ist auch die breite Kommunikation über den Prozess (Breitenwirkung) einschl. der Veröffentlichung der Ergebnisse. Schließlich sind ggf. unterschiedliche. Arbeitsgruppen oder Formate für Untergruppen zu konzipieren und zu implementieren, falls sich der Bedarf ergeben sollt. Auch eine Befragung der Betriebe kann ein probates Mittel der Sensibilisierung und Informationsgewinnung sein.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Thematisch berührt sind auch andere Handlungsfelder (Tourismus, Raumplanung/Gebäude und Stadtentwicklung, Naturschutz/Biodiversität, Verkehr, Energie). Grundsätzlich hat eine resilientere Wirtschaft positive Nebeneffekte auf diese Handlungsfelder. Im Einzelfall können aber auch Konflikte auftreten (z. B. bei der Frage, ob bestimmte Flächennutzungen dem Ziel einer klimaangepassten Wirtschaft entgegenstehen).
Robustheit und Flexibilität	Sehr flexibel
Maßnahmenindikator	Häufigkeit der Treffen, Zahl der Teilnehmenden Regelmäßige Berichterstattung Zahl und Wirkung der durch diese Maßnahme angestoßenen Einzelprojekte

Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	Beginn: kurzfristig Dauer: laufend
Best-Practice Beispiele	• IHK-Berlin: Befragung der Mitgliedsunternehmen zum Thema Klimaanpassung (URL: https://www.ihk-berlin.de/politische-positionen-und-statistiken-channel/innovation/energie/klimaanpassungspolitik-4790544) • Webinar: Folgen des Klimawandels für Unternehmen der IHK Detmold (https://www.detmold.ihk.de/system/vstdetails/4196978?id=344365&terminId=577039)

IG 02 ERSTELLUNG VON BRANCHENSPEZIFISCHEN ANPASSUNGSKONZEPTEN

Kurzbeschreibung

Der Klimawandel trifft nicht alle Unternehmen im gleichen Maße. Die besondere Verwundbarkeit eines Unternehmens hängt stark von seiner Branchenzugehörigkeit ab, die sein Tätigkeitsprofil stark prägt. Dies sei an einigen Beispielen verdeutlicht:

- *So macht extreme Hitze einem Gartenbaubetrieb oder dem Bauhandwerk mit vielen Draußenbeschäftigten mehr zu schaffen als einem Finanzdienstleister, der nur in klimatisierten Büros arbeitet.*
- *Starkregen wird Unternehmen mit großen versiegelten Flächen stärker betreffen als solche, die nur über einen kleinen innerstädtischen Immobilienbestand verfügen.*
- *Die „Indirekte Klimafolgen" betreffen unmittelbar Geschäftspartner an einem anderen Ort, z. B. im Ausland. Negative Folgen werden mittelbar – z. B. in Form von Lieferverzögerungen und –ausfällen an das Bamberger Unternehmen weitergegeben; diese indirekten Klimafolgen sind für Betriebe mit langen Wertschöpfungsketten wichtiger als für einen regional operierenden Lebensmittelhersteller (vgl. Kind et al. 2014).*
- *Mindestens ein Teil der Zukunft der Individualmobilität wird elektrisch sein; Hitzespitzen verkürzen die Lebensdauer von Autobatterien und der Akkus von E-Bikes, eine Zunahme solcher Ereignisse sollte von den entsprechenden Komponentenherstellern berücksichtigt werden.*
- *Niedrigwasserstände an Rhein und Donau berühren die viele Branchen im Bamberger Land nicht, wohl aber den Bayernhafen Bamberg sowie die Branchen, die Waren mit den Schiffen transportieren (wie z. B. Schüttwaren wie Düngemittel, Lebensmittel (Braugerste), Touristen (Hotelschiffe) und Baumaterialien).*

Diese Beispiele zeigen: Die unterschiedlichen Branchen sollten unterschiedlich auf den Klimawandel vorbereitet werden, sei es wegen ihrer Bedeutung für die regionale Wertschöpfung oder die lokale Beschäftigung (Automobilzulieferindustrie, Gesundheitswesen, Logistik, Tourismus, etc.), sei es weil sie grundlegende infrastrukturelle Bedeutung (z. B. Bayernhafen Bamberg, Flugplatz Bamberg Breitenau) oder auch historisch/ kulturelle Bedeutung haben (Brauereiwesen, Gartenbau etc.). Diesen Branchen ist besondere Bedeutung beizumessen. Auch Klein-und mittleren Unternehmen (KMU) gebührt gesonderte Beachtung, weil sie einerseits in der Region Bamberg das Gros der Unternehmen bilden, es ihnen andererseits aber oft an Zeit und Ressourcen für die Befassung mit nicht tagesaktuellen Themen mangelt.

Dabei sind stets beide Facetten zu berücksichtigen: die oben erwähnt spezielle Betroffenheit der Branche sowie ihre möglichen Beiträge zur Entschärfung der Klimaproblematik. Als Beispiel für Letzteres sei die Vermeidung von Verkehrsleistungen (kostensparend und klimafreundlich) im Rahmen von Last-Mile-Logistic (Maßnahme V 05) genannt.

Es kann nicht die Aufgabe der Wirtschaftsförderung in Stadt und Landkreis sein, solche branchenspezifischen Vulnerabilitätsanalysen vorzunehmen und Anpassungslösungen zu entwickeln. Das können am Ende des Tages nur die betroffenen Unternehmen/Branchen selbst, oder von ihnen beauftragte Experten. Unternehmen und Betriebe sind (neben allgemeinen, siehe Maßnahme IG 01) auch auf branchenspezifische Informations- und Beratungsangebote durch etwa die zuständigen Fachämter in Stadt und Landkreis sowie die Kammern und branchenspezifische Organisationen angewiesen. Außerdem haben sich auch einige Forschungsvorhaben mit der Wirkung des Klimawandels auf verschiedene Branchen befasst (vgl. https://www.umweltbundesamt.de/themen/wie-der-klimawandel-indirekt-die-deutsche). Auch die kommunalen Spitzenverbände in Bayern plädieren dafür, die Zunahme von Naturkatastrophen durch den Klimawan-

del nicht zu unterschätzen und werben – zusammen mit der Bayerischen Staatsregierung, der Spitzenverbänden der Wirtschaft und der Versicherungswirtschaft – für mehr Eigenvorsorge durch Elementarschadensversicherungen (https://www.elementar-versichern.de/).

Es wird daher vorgeschlagen, dass sich die Wirtschaftsförderungen von Stadt und Landkreis gemeinsam darum bemühen, die für die Region wichtigen Branchen gezielt für die Folgewirkungen des Klimawandels auf ihre Geschäftsmodelle zu sensibilisieren und dann geeignete branchenspezifische Anpassungsmaßnahmen durch die Unternehmen selbst bzw. die Verbände erarbeiten zu lassen. Dies kann auch als eine besondere Aktivität im Rahmen der vorgeschlagenen Informationskampagne für die Bamberger Wirtschaft allgemein (vgl. IG 01) erfolgen.

Cluster III: Wirtschaft	**Handlungsfeld: Industrie und Gewerbe**
Verantwortlichkeit	Wirtschaftsämter von Stadt und Landkreis, unterstützt durch IHK/ HWK, Klimaallianz Bamberg, Umweltämter Zielgruppe: Unternehmen und Betriebe aus den für die Region Bamberg relevanten Branchen
Aufwand für Akteure	mittel
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Die Maßnahme IG 02 trägt dazu bei, die Eigenvorsorge der Unternehmen zu verbessern, wodurch Schäden (und damit Kosten) durch Klimafolgen tendenziell reduziert werden. Diese positiven wirtschaftlichen Effekte tragen (z. B. über Steuern, Einkommen und Beschäftigung) zum Wohlergehen in der Region bei. Initiiert durch die Wirtschaftsförderungen und möglichst unterstützt durch die genannten Partner wird eine branchenspezifische Sensibilisierung initiiert, ggf. im Rahmen von IG 01.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Bezug zu IG 01, die branchenübergreifende Informationen und Beratungsangebote bereitstellt. Im Einzelnen können auch Synergien mit den Handlungsfeldern Tourismus, Wasser, Energie und Verkehr auftreten.
Robustheit und Flexibilität	Sehr flexibel
Maßnahmenindikator	• Zahl der Teilnehmenden bzw. Anzahl der Veranstaltungen (Breite des Branchenspektrums Bamberg) • Ausgelöste Maßnahmen, vermiedene Schäden
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn**: kurzfristig **Dauer:** laufend; da sich Randbedingungen im Zeitverlauf ändern können (z. B. das Wissen über den Klimawandel, das tatsächliche Klimageschehen, technologische Entwicklungen), ist eine gewisse Anpassung des Informations- und Beratungsangebots einzuplanen
Best-Practice Beispiele	• Orientierung bietet das Themenfeld „Klimaschutz/ Energieeffizienz“: Hier ist vielen Akteuren die Entwicklung branchenspezifischer Beratungsangebote und Informationen sehr geläufig, sodass eine Art „Muster“ auch für das Themenfeld „Anpassung an den Klimawandel“ existiert. • Ein Ergebnis der Post-Corona-Umfrage (Landkreis Bamberg 2020) war, dass sich ein Großteil der befragten Unternehmen Informationen zu Fördermöglichkeiten sowie den Austausch untereinander wünscht. Die Maßnahmen IG 01 und IG 02 kommen diesen Wünschen in einem zukünftig bedeutsamen Bereich nach.

IG 03 KLIMARESILIENTE GEWERBEGEBIETE

Kurzbeschreibung

Gewerbegebiete sind ein räumlich fokussiertes Rückgrat der regionalen Wirtschaft. Der gesamte Bamberger Raum hat mit seiner Lagegunst die Ansiedlung deutschlandweit und international operierender Unternehmen befördert, die – je nach Branche und Geschäftsmodell – verschieden dimensionierte Gewerbeflächen zur Verfügung haben. Im Bamberger Stadtgebiet besteht weitere Nachfrage, die allerdings aufgrund der räumlichen Nähe zu den Funktionen Wohnen und Erholung in einem klugen Abwägungsprozess differenziert bedient werden muss. Mit dem Vorrat an ehemals militärisch genutzten Arealen (z. B. Muna, Schießplatz) stehen der Stadt zwar beachtliche Flächen als theoretisches Potenzial zur Verfügung, aber die jüngere Vergangenheit hat auch gezeigt, dass hier unterschiedliche Nutzungsvorstellungen und Konfliktpotenziale bestehen. Auch im Landkreis, der naturgemäß über mehr Flächen verfügt, wägen Gemeinden immer mehr ab, für welche Branchen sie Flächen zur Verfügung stellen, wenn der ökologische, wirtschaftliche und soziale Nutzen für die Gemeinde explizit mit berücksichtigt wird.

Viele Bestandsgewerbegebiete, die in den 1960er-1980er Jahren etabliert wurden, weisen ökologische und städtebauliche Defizite auf: Sie heizen sich zu stark auf, sie sind zu stark versiegelt, bieten zu wenig grüne und blaue Infrastruktur, ihre Rolle beim Schutz der Biodiversität ist mangelhaft, ihre Aufenthaltsqualität ist gering, sie sind nur unzureichend mit ihren Nachbargebieten verknüpft, die Erreichbarkeit über den ÖPNV ist oft mangelhaft, die digitale Infrastrukturausstattung ist nicht zeitgemäß. Das Gewerbegebiet 'Laubanger" wäre ein Beispiel, da es trotz einer sehr guten digitalen Infrastruktur und ÖPNV-Anbindung einen eher trostlosen Eindruck ohne Aufenthaltsqualität vermittelt. Aber Gewerbegebiete besitzen substanzielle Bedeutung für die Städte und Gemeinden; ihre nachhaltige Weiterentwicklung muss auf allen (Planungs-)Ebenen als stadtentwicklungspolitisches Ziel verankert werden.

Es wird mit dieser Maßnahme vorgeschlagen, den Aspekt der Klimaresilienz in den Fokus der Ertüchtigung bestehender sowie der Planung neuer Gewerbegebiete zu stellen. Hitzeschutz und Starkregenmanagement stehen dabei im Zentrum. Es geht zum einen um Risikomanagement der Unternehmen im Gebiet, zum anderen aber auch um den einzufordernden Beitrag dieser Gebiete zu einer klimaangepassten, nachhaltigen Stadt- und Regionalentwicklung. In die Planung einzubeziehen sind Themen wie passiver Wärmeschutz, Entsiegelung, dezentrale Entwässerung, Dach- und Fassadenbegrünung, Kombination mit erneuerbaren Energien (Klimaschutz), Grünausstattung, Verkehrsanbindung, Bau- und Oberflächenmaterialien etc.

Da aufgrund der Flächen-Eigentumsverhältnisse und der Eigenlogik unternehmerischen Handelns eine Sensibilisierung und aktive Mitwirkung der entsprechenden Unternehmen unabdingbar ist, kommt der Kommune hier – zusätzlich zu ihrer planerischen Rolle – auch die Rolle einer Moderatorin und Kommunikatorin zu. Hier sind Informations- und Beratungsangebote für die im Gewerbegebiet ansässigen Eigentümer und Unternehmen sowie das Bereitstellen fachlicher Expertise gefragt, um gemeinsam getragene Zielsetzungen und Maßnahmen zur Modernisierung der Betriebe umzusetzen.

Cluster III: Wirtschaft	**Handlungsfeld Industrie und Gewerbe**
Verantwortlichkeit	Koordiniertes Vorgehen: Stadt- und Regionalplanung, Grün- und Freiflächenämter, Wirtschaftsämter von Stadt und Landkreis, Entwässerung, Verkehrsbetriebe, unterstützt durch IHK/HWK; Kommunen im Landkreis
Aufwand für Akteure	Mittel/ hoch
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Die Übertragung der erprobten Instrumente und Prozesse der Stadterneuerung auf Gewerbegebiete mit Erneuerungsbedarf bietet vielfältige Anknüpfungspunkte für einen Aufwertungs- und Qualifizierungsprozess. Um die planungsrechtliche Zulässigkeit von Einrichtungen der Nahversorgung oder der sozialen Infrastruktur zu gewährleisten, müssen die Unterschiede in den rechtlichen Rahmenbedingungen bei der Ausweisung von Gewerbegebieten nach § 8 Baunutzungsverordnung (BauNVO) und Industriegebieten nach § 9 BauNVO berücksichtigt werden. Mit einer vorbereitenden Untersuchung und/oder einem integrierten städtebaulichen Entwicklungskonzept können wesentliche Problemlagen und Handlungserfordernisse analysiert, Ziele und Leitbilder für

	die zukünftige Entwicklung abgeleitet sowie Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Über die städtebaulichen Gebote wie das Baugebot (§ 176 BauGB), das Modernisierungs- oder Instandsetzungsgebot (§ 177 BauGB), das Pflanzgebot (§ 178 BauGB) oder das Rückbau- oder Entsiegelungsgebot (§ 179 BauGB) kann die Bestandsentwicklung gezielt beeinflusst werden. Für kleinteilige und grundstücksbezogene Maßnahmen, beispielswiese zu Klimaschutz und Ressourceneffizienz, Klimaanpassung und Risikovorsorge oder Natur- und Umweltschutz, können Praxishandbücher und Leitfäden Hilfestellung für Kommunen, Unternehmen und Eigentümer leisten. Auch Gestaltungsstandards lassen sich über solche Broschüren und Praxishilfen kommunizieren. Gestaltungsauflagen können über eine Gestaltungssatzung für Neu- oder Umbauten oder auch über privatrechtliche Verträge eingefordert werden. Der Flächennutzungsplan kann stadtklimatische Vorgaben machen. Auf Ebene des Bebauungsplans tragen Festsetzungen, beispielsweise zu Baumpflanzungen und Begrünung, zur Begrenzung der Versiegelung oder zur Regelung des Niederschlagsabflusses auf Baugrundstücken zur Anpassung an den Klimawandel wie auch zur Risikovorsorge bei. Größere Gebiete könnten ein Gewerbegebietsmanagement analog dem Quartiersmanagement etablieren, das eine Scharnierfunktion zwischen Stadt und Unternehmen übernimmt. Die Wirtschaftsförderung kann im Rahmen ihrer Aktivitäten in IG 01 und IG 02 auch sensibilisieren, Informationen über ihre bestehenden Kanäle verteilen, einen Sprechtag einrichten und Veranstaltungen organisieren. Hierbei müssen sie die jeweiligen Fachämter (z. B. Stadtplanung, Umweltamt) unterstützen. Bundes- und landesweite Förderprogramme sollten zukünftig die Kommunen hier stärker unterstützen.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Bezug zu Maßnahmen IG 01 und IG 02. Klimaangepasste Gewerbegebiete tragen zur Klimaentlastung der Stadt/Gemeinde insgesamt bei, fördern die Biodiversität, und sie können zur Lebensqualität vor Ort beitragen. Eine auch ökologisch angepasste Fortentwicklung von Gewerbegebieten kann helfen, den häufig auftretenden Konflikt zwischen Wirtschaftsförderung und Naturschutz/Klimabelangen zu entschärfen.
Robustheit und Flexibilität	flexibel
Maßnahmenindikator	• Zahl der Veranstaltungen/ der Teilnehmenden • Umgesetzte Maßnahmen
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurz- bis mittelfristig **Dauer:** laufend: da sich Randbedingungen im Zeitverlauf ändern können (z. B. das Wissen über den Klimawandel, das tatsächliche Klimageschehen, technologische Entwicklungen), ist eine gewisse Anpassung des Informations- und Beratungsangebots einzuplanen
Best-Practice Beispiele	Literaturquellen: BBSR 2019, Von Hauff 2012, Sieber 2019

IG 04 BETRIEBLICHEN HITZESCHUTZ VERBESSERN

Kurzbeschreibung

Für die kommenden Jahre haben sich die Wirtschaftsakteure in besonderem Maße auf die Zunahme von Hitzeereignissen (Häufigkeit, Dauer, Intensität) einzustellen. Dies führt zu ansteigenden Belastungen in verschiedenen Unternehmensbereichen, angefangen von gesundheitlichen Belastungen/ Rückgang der Arbeitsproduktivität der Beschäftigten bis hin zu einer möglichen Beeinträchtigung von Betriebsabläufen. Das Thema „Betrieblicher Hitzeschutz" ist ein Querschnittsthema im Handlungsfeld Industrie/ Gewerbe und vergleichbar mit den „Hitze-Aktionsplänen", die von öffentlicher Hand zu entwickeln sind.

Dem ist durch die Förderung des betrieblichen Hitzeschutzes entgegenzutreten. Lösungen betreffen verschiedenen Bereiche und beinhalten z. B. die bauliche Anpassung (Gebäudeausrichtung, Architektur/ Baumaterialien, Verschattung etc.), natur-basierter Schutzmaßnahmen (wie Dach- und Fassadenbegrünung der Betriebsstätte, Bäume, Wasser auf Betriebsgelände), technologische Maßnahmen (Verwenden elektrischer Geräte mit verminderter Wärmelast, Nutzung solarer Kühlung oder thermische Lösungen ((durch Abwärme angetriebene) Kältemaschinen bzw. organisatorische Anpassung (Arbeitszeiten, Pausenzeiten, Getränke).

Finden Tätigkeiten außerhalb des Betriebsgebäudes statt, sind auch hier Schutzmaßnahmen zu überprüfen bzw. einzurichten. Dies gilt insbes. für Draußenbeschäftigte (GaLaBau, Land- und Forstwirtschaft, Hoch- und Straßenbau etc.)

Cluster III: Wirtschaft	**Handlungsfeld Industrie und Gewerbe**
Verantwortlichkeit	Koordinierte Aktion: Bau- und Umweltämter, Gesundheitswesen, unterstützt durch Wirtschaftsförderung und ggf. Gewerberecht. Zu prüfen ist die Koordination mit der Wirtschaftsregion Bamberg-Forchheim, Stadt Bamberg als Arbeitgeber kommunaler Betriebe
Aufwand für Akteure	mittel
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Mit Bezug auf den Schutz der Beschäftigten sind bereits gegenwärtig etwa die Verpflichtungen aus dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) von den Betrieben zu beachten. Die Wirtschaftsförderung in Stadt und Landkreis könnte im Rahmen ihrer Klimaanpassungs-Initiativen (IG 01, 02) eine Auftaktveranstaltung organisieren; IHK, HWK, Gewerkschaften/Berufsgenossenschaften und auch Krankenkassen dürften ein Eigeninteresse an Mitwirkung haben.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Synergie mit Maßnahmen IG 01, 02 und 03. Die Bedeutung des präventiven Gesundheitsschutzes ist durch die Corona-Krise noch einmal drastisch unterstrichen worden.
Robustheit und Flexibilität	flexibel
Maßnahmenindikator	• Zahl der Veranstaltungen/ der Teilnehmenden • Entwickelte und umgesetzte Maßnahmen
Regionalisierung	• Stadt und Landkreis • Ggf. auch Wirtschaftsregion Bamberg-Forschheim
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurz- bis mittelfristig **Dauer:** laufend: da sich Randbedingungen im Zeitverlauf ändern können (z. B. das Wissen über den Klimawandel, das tatsächliche Klimageschehen, technologische Entwicklungen), ist eine gewisse Anpassung des Informations- und Beratungsangebots einzuplanen
Best-Practice Beispiele	StMUV (2019): Folgen des Klimawandels - Strategien für das bayerische Handwerk - Ein Leitfaden, München.

IG 05 KLIMAWANDEL ALS „FINANZRISIKO“ ERKENNEN

Kurzbeschreibung

Der Klimawandel und seinen Folgen können nicht nur materielle und systemische, sondern auch finanzielle Risiken und Chancen für Betriebe und öffentliche Hand hervorrufen. IG 05 umfasst daher zwei Teilmaßnahmen: Zum einen sind insbes. die Kammern gefragt, wenn es um eine bessere Informiertheit der Unternehmen geht (IG 05-1). Eine weitere Herausforderung stellt sich schließlich im Bereich „Klimawandel und öffentliche Finanzen“ (IG 05-2).

Teilmaßnahme IG 05-1*: Neben den unmittelbaren Folgen (IG 91, IG 02) sind Unternehmen und Betriebe auch von finanziellen Risiken durch den Klimawandel betroffen (in Einzelfällen ergeben sich auch Chancen). Hier ist eine zusätzliche Information/ Sensibilisierung durch die Kammern bzw. die Wirtschaftsförderung notwendig.*

Dabei sind zwei Aspekte zu unterscheiden:

(1.) Versicherungen – Im Zuge des Klimawandels machen sich die zunehmenden Risiken und Schäden auch für die Versicherungsbranche bemerkbar und führen dazu, dass insbesondere die Versicherungen der Erstversicherer (die sogenannten „Rückversicherungen") mit seit Jahren ansteigenden Schadensummen konfrontiert sind (Munich Re NatcatService).

Dadurch stellt sich zum einen die Aufgabe für die Kammern, ihre Betriebe und Unternehmen über diese Art von wachsendem Risiko zu informieren. Ist die Versicherungswirtschaft als Branche in weltweitem Maßstab mit immer höheren Schadensummen durch Naturkatastrophen konfrontiert, werden die Versicherungen diese klimawandelbedingt ansteigenden Schadensummen auch an die versicherten Unternehmen und Betriebe weitergeben müssen. Davon sind tendenziell auch die in Bamberg angesiedelten Versicherungsnehmer betroffen (Anstieg Versicherungsprämien). Im Extremfall (z. B. Ansiedlung im Risikogebiet) wird durch die Versicherungen kein Versicherungsschutz gegen Elementarschäden angeboten. Elementarschäden bedürfen einer gesonderten Versicherung und betreffen in Bamberg insbes. Schäden durch Starkregen, Überschwemmung und durch Schneedruck.

Vielen Betroffenen ist noch nicht bekannt, dass die staatlichen Soforthilfen im Fall von Naturkatastrophen in Bayern für die Zukunft nicht mehr vorgesehen sind. Laut eines Beschlusses der bayerischen Staatsregierung wurde die Soforthilfe für Unternehmen – ebenso wie für Privatpersonen – im Fall von Schäden durch Naturkatastrophen ab Sommer letzten Jahres (1.7.2019) gestoppt. Damit soll angesichts der zunehmenden Risiken der verstärkte Aufbau individuellen Versicherungsschutzes für Elementarschäden angeregt werden. Die Betriebe in Bamberg sollten über diese Zusammenhänge verstärkt informiert werden. Auch wäre jeder Betrieb aufgefordert, die eigene Gefahrensituation einzuschätzen und mit dem individuellen bestehenden Versicherungsschutz abzugleichen.

(2.) Finanzierung/ Investition - Im Bereich Finanzierung deutet sich an, dass der Klimawandel Marktbedingungen stark verändern wird. In der Finanzbranche werden zudem sehr schnelle Umbrüche am Finanzmarkt für möglich gehalten (z. B. ein „Platzen der fossile-Energien-Blase"), die eine weitere Form von klimabedingten Finanzrisiken darstellen und auch die Vulnerabilität der in Bamberg ansässigen Unternehmen tendenziell erhöht. Schon seit einigen Jahren ist daher ein verändertes Investitionsverhalten der große Vermögensverwalter zu erkennen, die mehr und mehr zum „fossilen Divestment" (Desinvestition aus Unternehmen, deren Geschäftsfeld mit Extraktion, Verarbeitung oder Vertrieb fossiler Energieträger zusammenhängt). So stellt die Europäische Investitionsbank, die schon seit Jahren keine Finanzmittel mehr für Kohle- und Ölprojekte vergibt, ab 2022 auch die Finanzierung von Gaskraftwerken ein. Diesem Trend folgend wird (1.) auch von Unternehmen immer mehr Transparenz bezüglich der Emission von CO2 verlangt werden, da Banken das Klimawandelrisiko minimieren wollen (vgl. „Green banking" im Bankensektor) (Weeber, 2020) und (2.) ist im Zuge des „Green Banking" auch eine Zunahme von Investionen in das Geschäftsfeld „Klimaanpassung" zu erwarten.

Teilmaßnahme IG 05-2: *Die Teilmaßnahme IG 05-2 betrifft den Zusammenhang Klimawandel und kommunalen Finanzen und richtet sich speziell an die Stadt Bamberg – Jede Kommune hat als Investorin die Aufgabe, finanzielle Risiken vermeiden, um ihrer treuhänderischen Pflicht nachzukommen. Immer mehr Kommunen stellen sich aber gezielt auch ihrer Verantwortung hinsichtlich der Verwendung ihrer Geldanlagen. Ein Fokus auf nachhaltige Geldanlagen hilft, Risiken zu reduzieren und fördert neben vielen anderen zukunftsorientierten Verwendungen auch Investitionen in Projekte zum Schutz vor Klimafolgen. Die Stadt ist mit dieser Maßnahme eingeladen, im Bereich der Kommunalfinanzen eine Geldanlage nach Standards der Nachhaltigkeit zu prüfen. Damit träten zu den klassischen Anlagekriterien (Rentabilität, Liquidität, Sicherheit) zusätzlich soziale/ethische aber auch ökologische Bewertungspunkte hinzu. Letztere enthalten auch die Klimawandelthematik, wodurch sich ein positiver Beitrag zum Schutz der Stadt und ihrer Einwohnerschaft vor den Folgen des Klimawandels herstellen lässt.*

Cluster III: Wirtschaft	**Handlungsfeld Industrie und Gewerbe**
Verantwortlichkeit	**Teilmaßnahme IG 05-1** Kammern/ Wirtschaftsförderung informieren/ sensibilisieren die Unternehmen **Teilmaßnahme IG 05-2** Politische und administrative Akteure in Stadt aus dem Bereich Kommunalfinanzen/ Geldanlage (z.B. Kämmerei); (ungeeignet für Landkreis)

Aufwand für Akteure	**Teilmaßnahme IG 05-1** Mittel: Die Umsetzung von IG 05-1 ist mit nicht geringem Aufwand für die Informationsbeschaffung und –verarbeitung verbunden, da es sich um eine Thematik handelt, die als Spezialgebiet aufgefasst werden kann. Ggf. ist Expertenwissen aus dem Banken- oder Versicherungsbereich hinzuzuziehen. **Teilmaßnahme IG 05-2** Mittel: Angesichts der großen Bedeutung und der hohen rechtlichen Regelungsdichte sind Veränderungen im Bereich der Anlagestrategie bei kommunalen Vermögen ebenfalls mit einem gewissem personellen Aufwand verbunden, der sich besonders durch die notwenigen Informations-,Abstimmungs- und Meinungsbildungsprozesse ergibt.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	
Querverweise, Konflikte und Synergien	**Teilmaßnahme IG 05-1** Bezug zu Maßnahmen IG 02 und IG 03, die Informations- und Beratungsangebote für Betriebe und Unternehmen zu Klimafolgen und –anpassung allgemein vorsieht
Robustheit und Flexibilität	**Teilmaßnahme IG 05-1**: flexibel
Maßnahmenindikator	**Teilmaßnahme IG 05-1** Es findet eine systematische Information der Bamberger Betriebe und Unternehmen zum Thema „Klimawandel als Finanzrisiko“ statt, was sich in für die Zielgruppe erreichbaren Informationsangeboten (Webseite, Infobroschüren, Veranstaltungen) ablesen lässt **Teilmaßnahme IG 05-2** Beschlussfassung Nachhaltige Geldanlage
Regionalisierung	**Teilmaßnahme IG 05-1:** Stadt und Landkreis **Teilmaßnahme IG 05-2:** Stadt (nicht Landkreis, da diese einen sehr differenten Finanzierungsmodus aufweisen: Wesentliche Einnahme ist die Kreisumlage, die der Landkreis von den kreisangehörigen Gemeinden erhebt. Sie wird jedes Jahr in der Haushaltssatzung neu festgesetzt und dient zum Ausgleich des ungedeckten Finanzbedarfs des Landkreises. Rücklagen anzusammeln, die längerfristig angelegt werden könnten, ist für den LK nicht vorgesehen; vielmehr dienen die vorhandenen Mittel dienen zum allergrößten Teil der Aufrechterhaltung der dauernden Erhaltung der Liquidität und müssen deshalb relativ kurzfristig verfügbar sein).(Quelle: Stakeholder)
Zeitliche Dringlichkeit	**Teilmaßnahme IG 05-1** - Beginn: Die Maßnahme sollte kurzfristig anlaufen. Zum einen bedarf sie einer gründlichen Vorbereitung, die zwangsläufig mit Zeitaufwand verbunden ist. Zum anderen kommt in einer Zeit konjunktureller Brüche dem Bereich Finanzen/ Investition eine besondere Bedeutung zu und es bieten sich aus Sicht der Unternehmen besondere Gelegenheitsfenster, um sich auch langfristig gut aufzustellen. - Dauer: Es wird ein fortlaufender Informationsbedarf gesehen **Teilmaßnahme IG 05-2** - Beginn: Ein Prüfung der Anlage gemäß Kriterien der Nachhaltigkeit sollte angesichts der Bedeutung von Finanzen für eine sicherer Zukunft kurzfristig erfolgen - Dauer: fortdauernd
Best-Practice Beispiele	**Teilmaßnahme IG 05-1** • Informationen des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie auf einer extra zu dieser Thematik eingerichteten Webseite (https://www.elementar-versichern.de/)

	• Informationen auf der Webseite der Bundesaufsicht für das Finanzwesen (BaFin) (online unter: https://www.bafin.de/DE/PublikationenDaten/Jahresbericht/Jahresbericht2016/Kapitel2/Kapitel2_10/kapitel2_10_node.html) • Empfehlungen der Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) für Unternehmen (online unter: https://www.fsb-tcfd.org/) **Teilmaßnahme IG 05-2** Best-Practice Beispiele im Bereich öffentliche Finanzen: • Best-Practice-Beispiele auf Landesebene sind die Bundesländer Baden-Württemberg, Brandenburg, Hessen und Nordrhein-Westfalen. Diese Bundesländer werden die Mittel ihrer Pensionsfonds künftig nach miteinander abgestimmten nachhaltigen Kriterien anlegen. (https://finanzen.hessen.de/pressearchiv/pressemitteilung/pensionsfonds-investieren-nachhaltige-aktienindizes) • Städte z. B.: Heidelberg, Stuttgart, Nürnberg, Münschen Informationsquellen: • Ein vom Bundesumweltministerium im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) gefördertes Forschungsvorhaben stellt viele Informationen und Städtebeispiele zur Verfügung (siehe https://kommunales-divestment.de/re-investment/vorreiterstaedte).Hier findet sich auch ein speziell für kommunale Bedürfnisse erarbeiteter Leitfaden. Auch die Milliardenvermögen der Kirchen werden zunehmend in nachhaltige und ethisch vertretbare Geldanlagen geleitet; siehe z.B. den durch den Arbeitskreis Kirchlicher Investoren erarbeiteten Leitfaden (www.aki-ekd.de)

IG 06 POTENZIALE HEBEN: CHANCEN FÜR UNTERNEHMEN IDENTIFIZIEREN UND NUTZEN

Kurzbeschreibung

Mit der bevorstehenden Klimaänderung in der Region Bamberg sind Risiken (s. o.), aber auch Chancen für die Wirtschaft verbunden. Die Ausweitung der Saison durch verkürzte und mildere Winterphasen zum Beispiel bietet Chancen für Tourismus und Gastgewerbe, aber auch das Baugewerbe. Der Getränkeabsatz könnte steigen. Die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen im Gebäude- und Gewerbebereich bietet dem regionalen Handwerk neue potenzielle Aufträge. Schließlich könnten sich auch neue Produkt- und Geschäftsmodellideen aus dem Zusammenspiel von Klimawandel und demographischem Wandel ergeben, die auf überregionalen Märkten nachgefragt werden.

Unternehmen haben ein Eigeninteresse an der Erschließung neuer Geschäftsfelder und der Ausnutzung von wirtschaftlichen Chancen. Bei dieser Maßnahme geht es daher auch nicht darum, ein ohnehin zu unterstellendes Geschäftsinteresse zu wecken. Es gilt vielmehr, das immer (latent) vorhandene Geschäftsinteresse auf ein bisher nicht oder zu wenig bekanntes Phänomen zu lenken, den globalen Klimawandel und seine regionale Ausprägung. Gerade kleine und mittlere Unternehmen (KMU), zu denen in der Regel die Handwerksbetriebe gehören, haben oft nicht die Kapazitäten, sich auf die eher schleichende und nicht immer richtig zugeordnete Klimaänderung einzustellen.

Hier sind Sensibilisierungsmaßnahmen gefragt, die neben der generellen Information über den kommenden Klimawandel auch unternehmensspezifische Marktnischen skizzieren und Best-Practice Beispiele vermitteln. Dadurch sollen die Unternehmen der Region Bamberg dazu angeregt werden, eigene Geschäftsideen zu entwickeln und ggf. Netzwerke zu deren gemeinsamer Erschließung zu bilden.

Die Corona-Krise hat nicht zuletzt auch den Endverbraucherinnen und –verbrauchern gezeigt, wie groß die Abhängigkeit von globaler Warenproduktion ist. In der Folge boomt gegenwärtig der lokale Handel, was mit Chance für lokale Anbieter verbunden ist. Konzepte zur Förderung lokaler Wirtschaftskreisläufe durch innovative Methoden (z.B. durch lokalen Onlinehandel; siehe Beispiele unten) sollten konstruktiv geprüft werden. Auch die Verbreitung der (stetig wachsenden) Regio-App (https://www.regioapp.org/regionales-finden/) vom Bundesverband regionale Bewegung, der zahlreiche Initiativen für lokale Dienstleistende, Handwerks- und Produzierende Betriebe in Bayern (noch nicht in Bamberg!) vereint und fördert, scheint prüfenswert.

Cluster III: Wirtschaft	Handlungsfeld Industrie und Gewerbe
Verantwortlichkeit	Wirtschaftsförderung aus Stadt und Landkreis
Aufwand für Akteure	mittel
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Die Wirtschaftsförderung kann diese Maßnahme als Schwerpunkt im Rahmen ihrer sonstigen Klimaanpassungs-Aktivitäten (IG 01, 02) durchführen. IHK und HWK sollten einbezogen werden.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Querverweis: Bezug zu Maßnahmen IG 01, IG 02 und IG 03
Robustheit und Flexibilität	Sehr flexibel
Maßnahmenindikator	Zahl der Veranstaltungen und Teilnehmenden Zahl der entwickelnden Geschäfts- und Produktideen (nebst deren Umsetzung)
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	Beginn: kurzfristig Dauer: fortlaufend
Best-Practice Beispiele	Förderung der lokalen Wirtschaft (Handel) über Beteiligung an entsprechenden Onlineportalen wie z. B. • https://lokal-einkaufen.nrw/ (auf NRW ausgerichtet; jedoch als Beispiel hilfreich) • *https://atalanda.com/ueber-uns* • https://www.buylocal.de/impressum/ • Regionalkampagne (www.region.bamberg.de; www.genuss-landkreis-bamberg.de) Speziell mit Fokus Einzelhandel: https://www.einzelheld.de/

3.4.2. Handlungsfeld Tourismus

Ausgangslage

Der Tourismus spielt im Landkreis Bamberg eine wichtige, in der Stadt Bamberg eine sehr wichtige Rolle. Ein tabellarischer Blick auf einige Kennwerte macht das deutlich (alle Zahlen beziehen sich auf das Jahr 2017 und sind gerundet (dwif, 2018b, 2018a).

Tabelle 12: Kennwerte der Tourismusbranche in Stadt und Landkreis Bamberg 2017.

Kennwert	Stadt Bamberg	Landkreis Bamberg
Einwohner	80.000	150.000
Ankünfte	400.000	220.000
Übernachtungen	700.000	400.000
Durchschnittliche Verweildauer	1,75 Tage	1,8 Tage
Tagesbesucher[27]	7,8 Mio.	5 Mio.
Bruttoumsatz Übernachtungsgäste	124 Mio. €	60 Mio. €
Bruttoumsatz Tagesbesucher	206 Mio. €	104 Mio. €
Vollzeitäquivalentstellen im Tourismus[28]	6.000	2.700



Abbildung 51: Bamberg, Altes Rathaus.

Sowohl in der Stadt als auch im Landkreis profitieren vor allem das Gastgewerbe (knapp 50 %), gefolgt vom Einzelhandel (rd. 30 %) und dem Dienstleistungssektor (ca. 20 %) vom touristischen Geschehen. Für Stadt und Region war die Ernennung zum UNESCO-Welterbe im Jahr 1993 ein wichtiger Markstein, der zu einem stetigen Anstieg der Touristenzahlen beigetragen hat, die insbesondere seit dem Jahr 2009 (rd. 400.000 Übernachtungen in der Stadt Bamberg) deutlich gestiegen sind (+75 % in 10 Jahren). Das „Epizentrum" des städtischen Tourismus stellt denn auch das **Welterbe-Gebiet** dar, das sich auf drei Stadtteile verteilt: die Bergstadt, die Inselstadt und die Gärtnerstadt. Besondere Attraktionen wie der Kaiserdom, die Neue Residenz, das Alte Rathaus oder Klein-Venedig betten sich ein in eine sehr attraktive und von vielen Besuchern als besonders „romantisch" wahrgenommene historische Altstadt. Hinzu kommen zahlreiche Museen (z. B. Historisches Museum, Sammlung Ludwig, Villa Dessauer) und Veranstaltungsorte mit deutschlandweiter, ja internationaler Strahlkraft (z. B. die Bamberger Symphoniker). Bamberg wirbt aber auch mit Aktivangeboten wie Wandern und Radfahren, die sich nahtlos in den Landkreis erstrecken.

[27] Unter der Rubrik „Tagesbesucher" werden sowohl Touristen im engeren Sinn gerechnet (z.B. aus Bus- oder Schiffsreisen), aber auch Besucher, die zum Einkaufen oder zu einem Besuch im Gasthaus kommen. Der genuin touristische Anteil an den Tagesbesuchern ist daher geringer.

[28] Diese Zahl entspricht nicht der Zahl der tatsächlich im Tourismus Beschäftigten, da gerade in diesem Sektor auch viele Menschen arbeiten, die keine Vollzeit- bzw. Ganzjahresstelle haben.

Neben dem klassischen Individual- und Bustourismus erfreuen sich in den letzten Jahren die **Flusskreuzfahrten** immer größerer Beliebtheit. Zahlreiche Veranstalter bieten längere oder kürzere Touren an. Eine beliebte Tour bei internationalen und etwas zahlungskräftigeren Touristen führt etwa von Amsterdam nach Budapest. Bamberg ist dabei attraktive Zwischenstation (oft ein ‚hidden champion', da viele Reisende aus den USA oder Australien zum ersten Mal etwas von Bamberg hören und sehen). Aber auch kürzere Touren, etwa von Frankfurt am Main oder Regensburg (mündliche Auskunft TKS[29]) sind möglich. 2018 legten im Bamberger Hafen 764 Kreuzfahrtschiffe mit einer Kapazität von rund 124.000 Passagieren an. Bamberg wurde mit einem Cruise Critic® „Cruisers' Choice Destination Award 2019" ausgezeichnet. Zusammen mit Avignon, Wien, Köln und Würzburg zählt Bamberg zu den Top 5 der europäischen Flusskreuzfahrt-Ziele. Zum Standardprogramm der Kreuzfahrer gehört eine Führung in die Altstadt, die in die rd. 3 bis 4 Stunden Aufenthaltszeit passt – unter besonderer Berücksichtigung des meist höheren Alters der Teilnehmenden. Der Schiffstourist lässt im Schnitt 29 € pro Person an Land, ein normaler Tagestourist 24 € (mündliche Auskunft TKS).

Bamberg ist aber auch ein **Zentrum des Messe- und Tagungstourismus,** denen die Stadt mit der Konzert- und Kongresshalle, der Brose-Arena und vielen anderen Tagungshotels und Eventlocations ein sehr differenziertes Angebot macht, das durch die Atmosphäre der Stadt und das gastronomische Angebot abgerundet wird.

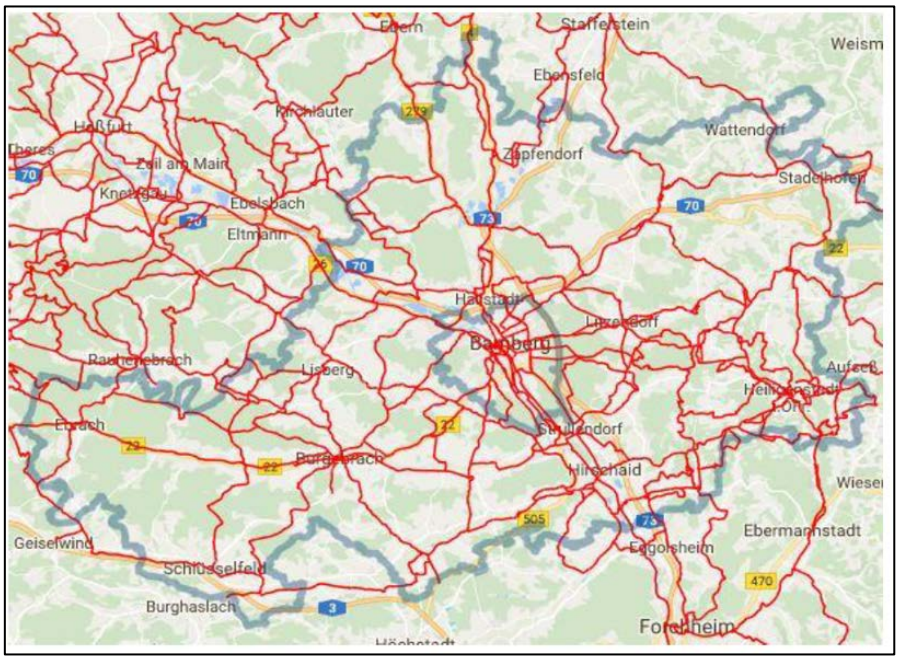


Abbildung 52: Touristisches Radwegenetz in Stadt und Landkreis Bamberg *(Landratsamt Bamberg, 2019b).*

Im Landkreis Bamberg spielt der Tourismus insgesamt eine etwas geringere Rolle und verteilt sich auch geographisch auf ein größeres Gebiet. Unter dem Motto „Natur, Kultur, Genuss" wirbt der zur bayerischen Tourismusregion Steigerwald gehörende Landkreis mit einem ähnlichen Profil wie die Stadt. Mit kulturell bedeutsamen Einzelzielen, wie Schloss Seehof (über 40.000 Besucher jährlich), Schloss Weißenstein (ca. 35.000 Besucher), der Giechburg bei Scheßlitz, der Zisterzienser Klosterkir-

[29] Ein schneller Überblick zeigt, dass die Bamberg ansteuernden ein- bis zweiwöchigen Schiffstouren zwischen 700 und 5.000 € kosten. Viele Flussschiffe sind – dem Vorbild der Kreuzfahrtschiffe auf den Weltmeeren folgend – als schwimmende Luxushotels ausgebaut. Aber es gibt natürlich auch die einfacheren Schiffe für Tagestouren.

che Ebrach (ca. 100.000 Besucher) oder Kloster Kirchschletten kann der Landkreis punkten. Auch Kleinode wie das Levi Strauss Museum (ca. 15.000 Besucher), das Bauernmuseum Bamberger Land oder das Fränkische Fischereimuseum ziehen alljährlich viele Besucher an. Naturnahe Attraktionen wie der Baumwipfelpfad Steigerwald (ca. 300.000 Besucher) oder der Kletterwald Vellbronn bieten familienfreundliche Aktivitäten an. Sehr wichtig sind für den Landkreis der **Wandertourismus**, der **Fahrradtourismus** (immer mehr auch im E-Bereich), die Frei- und Hallenbäder (Freibad Hallstadt etwa rd. 100.000 Besucher pro Saison) sowie viele Badeseen. Auch **Wintertourismus** gibt es im Landkreis, aber dieser hat hauptsächlich lokale Bedeutung.

Eine ganz wichtige Facette des Tourismus für Stadt und Landkreis Bamberg ist das **Bier**. Der Landkreis rühmt sich, mit rund 70 Brauereien die höchste Brauereidichte der Welt zu haben und hat 2015 eine eigene Marke („36 Kreisla“ – nach den 36 Gemeinden des Kreises) auf den Weg gebracht. In der Stadt Bamberg ist man stolz darauf, ein eigenes Reinheitsgebot zu haben, das älter ist als das Bayerische. Das berühmte Rauchbier, aber auch viele andere Bierspezialitäten (rd. 50 Sorten) haben Bamberg deutschland-, ja weltweit berühmt gemacht. Die neuere Nachfrage nach Craft-Bieren aus kleinen, lokalen Brauereien passt gut in die Bamberger Braulandschaft und sorgt für einen stetigen Nachwuchs für die Bier-Gemeinde auch aus der jüngeren Generation.

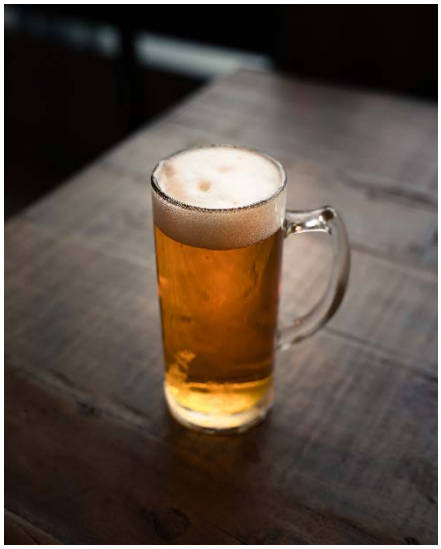


Abbildung 53: Bier und Bamberg gehören zusammen.

Die Erfolge Bambergs im Tourismus gehen mit steigenden Besucherzahlen in einer historisch definierten Altstadt einher. So sehr die Einwohnerschaft Bambergs die Vorteile der wachsenden touristischen Attraktivität wertschätzt, so sehr werden dort zunehmend auch die negativen Seiten gesehen. Das Stichwort vom „**Overtourism** geht auch in Bamberg um. Unter diesem Schlagwort, mit dem sich immer mehr beliebte Ziele weltweit beschäftigen müssen, versteht man den Zustand, wenn sich Tourismus in negativer Weise auf eine Destination oder Teile einer Destination auswirkt, dauerhaft oder zeitweise, so dass bei den Bürgern eine Minderung der Lebensqualität wahrgenommen wird und letztlich auch die Qualität der Erfahrungen von Besuchern darunter leidet (WTO, 2018; Christel, 2019; Tallinucci, 2019): “Permanent congestion without destination governance can causes tourist dissatisfaction and loss of quality of life, which in the medium- and long-term are internal factors directly connected to the decline of a mature tourism destination.” (Tallinucci, 2019: 103)

Einem **Phasenmodell der Tourismusforschung** zufolge durchlaufen (zu) stark nachgefragte Destinationen mit Blick auf die Einstellungen der Einheimischen zum Tourismusgeschehen einen Prozess, der von anfänglicher Euphorie über Gleichgültigkeit und Verärgerung bis zum Widerstand führen kann (Gilbert und Clark, 1997). In anderen vielbesuchten Städten Europas gibt es Anzeichen dafür, dass diese vierte Phase erreicht ist – so in Venedig, Rom, Barcelona oder Amsterdam. Umfragen speziell in Bambergs Mitte deuten darauf hin, dass dort Phase drei erreicht ist: 34 % der Befragten in einer repräsentativen Studie aus dem Jahr 2016 finden die Zahl der Touristen in Bamberg etwas, 30,7 % finden sie viel zu hoch. Viele Befragte monieren, dass der Aufschwung des Bamberg-Tourismus mit persönlichen Belastungen für sie selbst einhergeht, insbesondere mit der Überfüllung von Straßen und Plätzen, mit Verkehrsbelastung und einer Verschlechterung der Parksituation. Auch die Steigerung der Lebenshaltungskosten, die Verknappung des Wohnraums sowie die Lärm- und Umweltbelastung

werden genannt.

Eine wichtige Maßzahl in diesem Zusammenhang ist die Tourismusintensität. Sie misst das zahlenmäßige Verhältnis von (kommerziellen) Übernachtungen zur Wohnbevölkerung. Für das Jahr 2018 und das gesamte Stadtgebiet kommt man auf einen Wert von ca. 9 (= 9 Touristen auf einen Einheimischen, vgl. dazu Tab. 12). Zum Vergleich: Venedig, die „Welthauptstadt" des „Overtourism", kommt auf einen Wert von 460, Südtirol auf 14, Amsterdam auf 22, Barcelona auf 21, Las Vegas auf 66, Mallorca auf 11, die muslimische Pilgerkapitale Mekka auf 10, Orlando (Florida) auf 22 und die Metropolregion Paris auf 3 (Volgger, 2019). Bamberg „schlägt" so gesehen also nur Groß-Paris, Mekka und Südtirol, aber liegt ansonsten unter der Tourismus-Intensität der meisten anderen Destinationen. In der historischen Innenstadt könnten die Zahlen noch höher sein, aber die offizielle Messung bezieht sich stets nur auf das Stadtgebiet insgesamt. Eine Befragung in Bamberg zeigt: Unterm Strich sehen rd. 45 % der Befragten die Auswirkungen des Tourismus auf Bamberg (eher) positiv, rd. 35 % (eher) negativ. Besonders kritisch eingestellt waren dabei die Befragten aus dem Sandgebiet und dem Altstadtrand, besonders positiv die Befragten aus der Gartenstadt und dem Babenbergerviertel (Wittig, 2017; Bätzing and Hanzig-Bätzing, 2019; Schäfer, 2019)

Ob „Overtourism" vorliegt oder nicht, ist allerdings nicht nur eine Frage der Touristen-Zahlen, sondern auch eine der Qualitäten sowie der Wahrnehmung und Bewertung durch die Betroffenen (DTV 2016, WTO 2018) und kann politisch gestaltet werden: „Der Schlüssel zur Verbesserung der Tourismusakzeptanz sowie auch der Vermeidung von „Overtourism" liegt demnach in nutzenstiftenden und ausgewogenen Austauschprozessen zwischen den Akteuren aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Bürgerschaft." (Herntrei, 2019: 119)

Halten wir abschließend fest, dass der Tourismus in Bamberg ein sehr wichtiger Wirtschaftsfaktor ist, der von Teilen der betroffenen Bevölkerung gleichwohl zunehmend kritisch gesehen wird. Die Tourismus-Verantwortlichen in der Stadt haben dies als Problem erkannt und erste Lösungsansätze entwickelt (Christel, 2019). Diese Konstellation ist mit Blick auf die Verwundbarkeit Bambergs für den Klimawandel im Hinterkopf zu behalten.

Die Corona-Krise hat im Jahr 2020 auch den Bamberg-Tourismus getroffen. Insbesondere Gruppenreisen sowie der Kreuzfahrttourismus sind stark eingebrochen. Nach dem Lockdown im Frühjahr wurde das Tourismusgeschäft im Sommer und Herbst 2020 hauptsächlich von Einzelreisenden getragen. Die Einbrüche in Stadt (-14,9%) und Landkreis (-7%) waren zwar weniger massiv als in anderen kreisfreien Städten Bayerns (Nürnberg: -50%, München: -59%), aber dennoch empfindlich für die Tourismuswirtschaft, das Beherbergungs-, Gast- und Transportgewerbe sowie den Einzelhandel.

Sowohl in der Stadt als auch im Landkreis kann man ein ähnliches Bild beim Vergleich der 2019er mit den 2020er-Zahlen erkennen: Das Frühjahr zeigte einen massiven Einbruch bei den Übernachtungen (analog auch: den Ankünften), erst im Juni und vor allem im Juli trat eine Erholung auf das Vorjahresniveau ein. Im Landkreis war der August 2020 sogar besser als der August 2019. Vermutlich spielen hier die Faktoren „Abstand halten" und „Urlaub in Deutschland" (und nicht so sehr: Städtetourismus) eine Rolle. Corona hat in 2020 also eher zu „Under-„ als zu „Overtourism" geführt. Die im Herbst 2020 einsetzende zweite Welle von Corona macht aber die Hoffnungen zunichte, in der (ohnehin etwas ruhigeren) Spätherbst- und Wintersaison wieder Boden gut zu machen. Falls der Bamberger Weihnachtsmarkt 2020 abgesagt werden muss, fehlt ein ganz wichtiger Ankerpunkt und alle Hoffnungen konzentrieren sich damit auf die Osterzeit 2021.

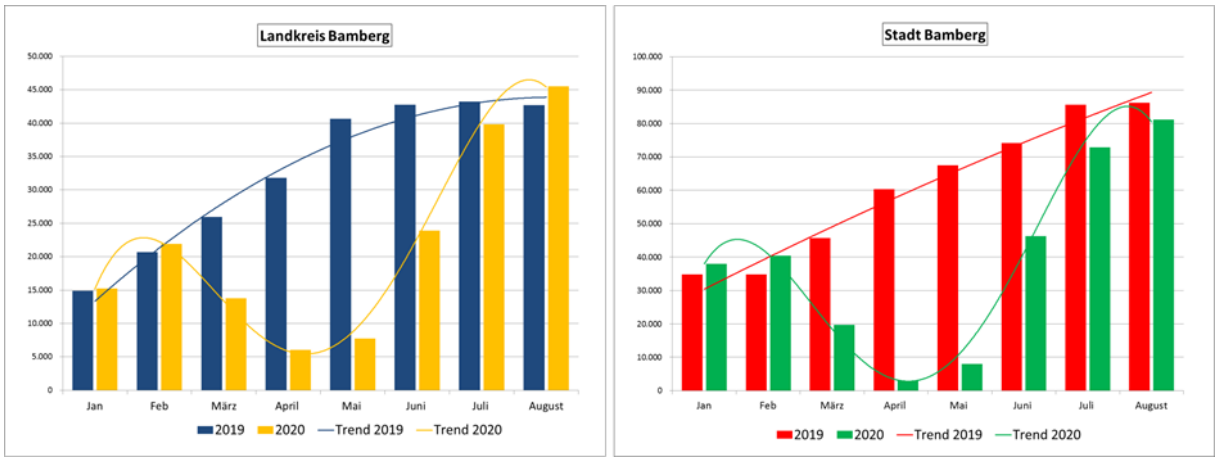


Abbildung 54: Übernachtungsentwicklung im Vergleich 2019 –2020 (Jan-August) (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, nach TKS)

Mittelfristig ist davon auszugehen, dass Impfstoffe und Medikamente gegen das COVID-19-Virus gefunden werden und damit auch der Tourismus in der Bamberger Region sich wieder in den Vor-Krisen-Bahnen einpendeln wird. Umso wichtiger ist es, sich auf den kommenden Klimawandel vorzubereiten, gegen den man sich leider nicht impfen lassen kann.

Klimawirkungen im Handlungsfeld Tourismus

Wie die Klimaszenarien für die Region zeigen (vgl. Kap. 2.2), werden sich auch die klimatischen Rahmenbedingungen für den Tourismus allmählich verschieben. Es sind vor allem drei Klimasignale, die den Tourismus in und um Bamberg besonders treffen können: (1) steigende Mitteltemperaturen, (2) Zunahme von Hitze und Trockenheit, (3) mehr Extremereignisse wie Starkregen, Sturm oder Hagel. Das in Abbildung 55 dargestellte Klimawirkungsgeflecht versucht, alle in Stadt und Region relevanten möglichen Klimafolgen für den Tourismus vor dem Hintergrund möglicher Schäden in ihrer Folgenstruktur aufzulisten.

Die Zunahme der Mitteltemperatur in der Region, die sich in allen Jahreszeiten ungefähr gleichermaßen ausprägt, führt zu einer Ausweitung der touristischen Saison, was grundsätzlich eine Chance für die Region darstellt. Diese kann aber nur ergriffen werden, wenn es gelingt, die touristische Angebotsstruktur im Sinne eines Ganzjahrestourismus auszuweiten. Bei dieser Ausweitung ist allerdings zu beachten, dass bestimmte relative Ruhephasen des Stadttourismus (von Anfang Januar bis etwa März) von vielen Tourismusakteuren als sinnvoll und notwendig erachtet werden. Diese Periode sollte also möglichst nicht auch noch ‚bespielt' werden (Ergebnis Maßnahmenworkshop, 5.3.2020).

In der Klimabetrachtung wurde deutlich, dass in der Region Bamberg die Durchschnittstemperaturen im Sommer deutlich zunehmen werden. Außerdem wird sich die Anzahl der Hitzeereignisse bis 2050 ungefähr verdoppeln, bis 2100 vier- bis fünf Mal so häufig auftreten wie derzeit. Die Niederschläge im Sommer nehmen leicht ab (vgl. Kap. 2.3). Gerade in der Hauptsaison (von Mai bis Oktober über 60 % aller Übernachtungen) wird damit die **Aufenthaltsqualität für Touristen und Draußen-Beschäftigte** der Branche deutlich gemindert, das Risiko von hitzebedingten **Gesundheitsschäden** nimmt zu (vgl. Kap. 3.3.1). Dies gilt vor allem mit Blick auf ältere Menschen, die die Region besuchen (z. B. Bus- oder Kreuzfahrttourismus), und mit Nachdruck in den etwas wärmeren Bereichen der Bamberger Innenstadt („Urban Heat Island Effect", siehe Handlungsfeld Stadt- und Raumplanung). Es gilt aber auch für den Rad- und Wandertourismus, der insbesondere im Landkreis wichtig ist. Das Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko steigt.

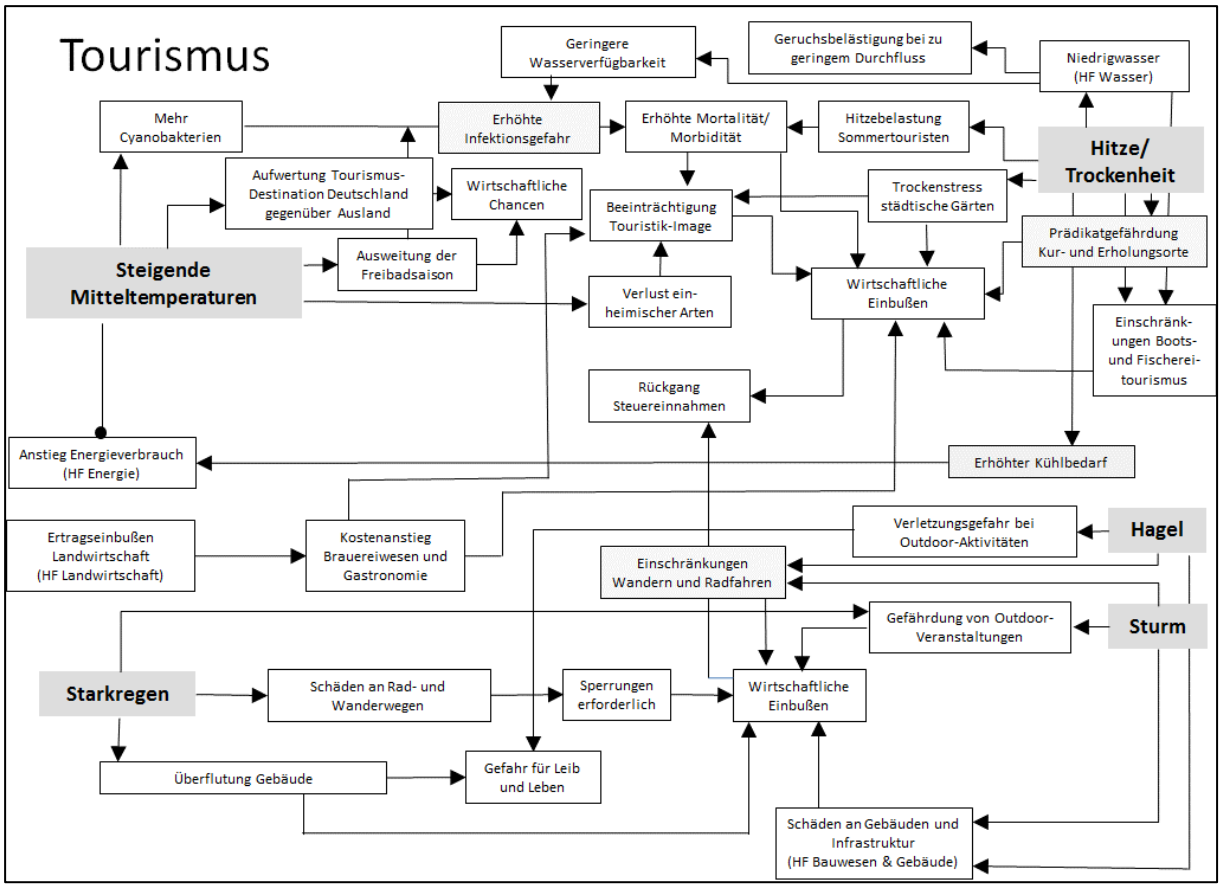


Abbildung 55: Vulnerabilitäts-Wirkungsgeflecht im Handlungsfeld Tourismus (Eigene Darstellung).

Veränderte klimatische Bedingungen im Jahresgang treffen direkt wie indirekt die **Bamberger Bierkultur**. Laut Reinheitsgebot gehören nur Wasser, Gerste und Hopfen ins deutsche Bier. Genau diese drei Komponenten sind aber sowohl in Deutschland als auch weltweit im Zeichen des Klimawandels in Gefahr. Eine internationale Studie beziffert die weltweiten Ernteverluste durch den Klimawandel bei Braugerste auf 3 - 17 % (je nach Erzeugerregion) und rechnet mit teilweise massiven Preissteigerungen aufgrund von Knappheit. Der sehr trockene und heiße Sommer 2018 hat auch die Hopfenernte in der Hallertau – der Hauptzulieferregion – beeinträchtigt, vor allem der brautechnisch wichtige Gehalt an Alphasäure war in diesem Jahr unzureichend. Die Branche setzt nun auf mehr Bewässerung und die Züchtung trocken- und hitzeresistenter Sorten (BrauBeviale, 2019; LfL, 2019).

Wichtig ist noch zu beachten: Die einfache Gleichung „wärmere Außentemperaturen bedeuten mehr Bierkonsum“ geht nicht auf. Zwar wird dann auch das eine oder andere Bier mehr getrunken, aber da die Wirkung von Alkohol bei höheren Temperaturen stärker durchschlägt, gehen die meisten Menschen, auch viele Bierliebhaber, ab einem bestimmten Temperatur-Schwellenwert auf alkoholfreie Getränke (Wasser, Säfte, Schorlen…) über. Eine weltweit vergleichende Studie zeigt, dass in den mittleren Breiten am meisten Alkohol getrunken wird, während die Menschen in wärmeren Klimazonen weniger davon konsumieren (Ventura-Cots, 2019). Ein heißeres Bamberger Land kann also auch ein Land werden, in dem *ceteris paribus* (unter sonst gleichen Umständen) weniger Bier getrunken wird. Damit gehen gesundheitliche Vorteile einher.

Hitze und Trockenheit werden insbesondere dem **Wassertourismus** und der **Schifffahrt** (z. B. Flusskreuzfahrten) zu schaffen machen. Niedrige Wasserstände haben schon in der Vergangenheit solche Effekte gehabt (z. B. Rückgang Kanuwandern in Markt Zapfendorf; mündliche Mitteilung auf dem Bürgermeister-Workshop, Bamberg, 22.11.2019). Da insbesondere ältere Menschen an Kreuzfahrten

teilnehmen, ihre physiologische Verfassung sie aber anfälliger machen für Hitze und Trockenheit, ist auch hier mit einem Anstieg von Morbidität und Mortalität zu rechnen. Schließlich werden sich die zu erwartenden niedrigeren Wasserstände im Rhein und der Donau negativ auf den Tourismus in Bamberg auswirken – trotz der relativ stabilen Wasserstandsituation durch den (Rhein-) Main-Donaukanal[30] (➢ Wasser).

Kur- und Erholungsorte müssen regelmäßig bestimmte klimatische Parameter nachweisen, um ihre Prädikate zu erhalten. Im Landkreis gilt dies für Ebrach und Heiligenstadt. Wärmere Sommertemperaturen könnte dies erschweren. Für die Stadt Bamberg und ihre berühmten städtischen Gärten sind zunehmender Hitze- und Trockenstress ebenfalls negativ (➢ Landwirtschaft bzw. Gebäude und Stadtentwicklung).

Hagel, Sturm und Starkregen werden aller Voraussicht nach in der Region zunehmen. Das trifft zum einen die **Veranstaltungen** unter freiem Himmel (Outdoor) – vom Open-Air-Konzert über die Sandkerwa bis zum Antikmarkt oder dem Kontakt-Festival. Und natürlich für alle Stadtführungen zu Fuß. Im Landkreis ist primär der Radfahr- und Wandertourismus betroffen, aber auch die knapp 60 Zelt- und Campingplätze oder der Baumwipfelpfad Steigerwald.

Wetterextreme gefährden auch die touristischen Infrastrukturen – vom unterspülten Rad- oder Wanderweg bis hin zur Bushaltestelle oder dem überfluteten Busparkplatz. Auch die (historischen) Gebäude sind gefährdet.

Diese sechs Facetten der Verwundbarkeit des Bamberger Tourismus müssen angegangen werden, um Schaden von der Tourismuswirtschaft und damit der ganze Region möglichst abzuwenden oder diesen deutlich zu mindern. Wie in Abbildung 55 dargestellt, drohen ansonsten – neben den direkten Schäden – auch wirtschaftliche Einbußen und in der Folge ein Rückgang von wichtigen Steuereinnahmen.

Teilstrategie

Die Teilstrategie in diesem Handlungsfeld muss von den Gegebenheiten und Möglichkeiten hier und heute ausgehen. Dazu gehört eine starke Konzentration des Tourismus auf die Bamberger Innenstadt und ihre baulichen, kulturellen und gastronomischen Highlights, nicht zuletzt auf eine weltweit bedeutsame traditionsreiche, aber lebendige Bierkultur. Ein prägendes Element sind eine relativ kurze Aufenthaltsdauer und ein wachsendes Segment des Tagestourismus. Es gibt Anzeichen von wahrgenommenem „Overtourism“ in der Stadt, die sich vor dem Hintergrund der Wachstumsraten in den letzten Jahren rasch von der Stufe ‚Verärgerung‘ zur Stufe ‚Widerstand‘ weiterentwickeln können – analog zu Städten, die bei einer vergleichbaren Tourismusintensität bereits heute schon Anzeichen dafür aufweisen. Gleichzeitig besteht bei vielen Gemeinden im Landkreis Bamberg eine Unterauslastung, die auf strukturelle Probleme zurückzuführen ist (Bekanntheit, Erreichbarkeit, Infrastrukturausstattung, Personalknappheit etc.). Eine stärkere zeitliche und räumliche Entzerrung des Bamberg-Tourismus ist daher sowohl aus strukturellen wie aus klimatischen Gesichtspunkten heraus geboten.

Die Maßnahmen dieses Handlungsfelds sollten daher eine strukturell-transformative und eine opera-

[30] Bei Niedrigwasser von Rhein und Donau müssen die großen Schiffe ihr Fahrt unterbrechen und die Gäste werden meist mit Bussen weitertransportiert. Davon haben bisher auch Busunternehmen aus der Region profitiert (z. B. aus Hallstadt) (mündliche Mitteilung auf dem Bürgermeister-Workshop, Bamberg, 22.11.2019). Ein Imageverlust der Fluss-Kreuzfahrten aufgrund wiederholter Unterbrechungen würde sich aber langfristig auch negativ auf die lokale Wirtschaft auswirken.

tiv-inkrementelle Komponente aufweisen. Der operativ-inkrementelle Ansatz versucht, das bestehende ‚System des Bamberg-Tourismus' (bezieht sich auf Stadt *und* Landkreis) durch eine schrittweise Optimierung seiner Parameter an zukünftige Herausforderungen anzupassen. Hätte Bamberg eine Deichlinie wie viele Anrainerkommunen an der Nordsee, dann wäre das passende Bild dafür die schrittweise Erhöhung des Deiches. Angesichts der langfristigen Zeitperspektive, die man beim Klimawandel wählen muss, und angesichts möglicher Überraschungen (sogen. Kipp-Elemente im Klimasystem, vgl. Otto, et al., 2020) kann man es bei diesem Ansatz aber nicht bewenden lassen. Eine langfristige Planung, die den Klimawandel mit ins Kalkül zieht, muss auch Änderungen am Gesamtsystem Bamberg-Tourismus in Betracht ziehen.

Die Verlängerung der Tourismuskooperation zwischen Stadt und Landkreis um weitere 10 Jahre im Dezember 2019 ist dafür ein guter institutioneller Ansatzpunkt. Für die kommenden Jahre will die Kooperation unter dem Markenbegriff „Faszination Welterbe" das Bamberger Land und die gesamte Tourismusregion als herausragende Destination überregional noch bekannter machen. Mit neuen zielgruppennahen Angeboten und digitalen Serviceleistungen soll das Destinationsmarketing verstärkt und zusätzliche Besucher aus dem In- und Ausland in die Region gelockt werden, um Natur, Kultur, Kulinarik und Aktivangebote genießen und erleben zu können. Parallel dazu muss das Übernachtungs- und Gastronomieangebot unter qualitativen und nachhaltigen Aspekten weiterentwickelt werden (Landratsamt Bamberg, 2019a). Die nachfolgend erläuterten Maßnahmenvorschläge sollten Eingang in den Kooperationsprozess zwischen Stadt und Landkreis finden.

Maßnahmen

T 01 RUNDER TISCH ZUKUNFTSFÄHIGER TOURISMUS

Kurzbeschreibung: *Der Tourismus in Stadt und Landkreis ist durch die Folgen des Klimawandels bedroht und muss sich zukünftig darauf stärker einstellen. Zudem prägen Ungleichgewichte das Bild: Während sich in der Stadt erste Symptome von ‚Overtourism' zeigen, klagen große Teile des Landkreises über eine Strukturschwäche des Tourismus-Sektors. Als institutionelle Antwort auf diese doppelte Herausforderung soll mit dem Runden Tisch (RT) ein Diskussions- und Koordinierungsorgan für die strategische Zukunftsentwicklung des Tourismus in der gesamten Region etabliert werden. Grundlage dafür ist die jüngst erneuerte Kooperationsvereinbarung zwischen Stadt und Landkreis im Bereich Tourismus. Bereits heute werden Runde Tische abgehalten, aber zivilgesellschaftliche Akteure gehören ihnen nicht an. Der hier vorgeschlagene Runde Tisch nimmt neben der Verwaltung auch die Tourismuswirtschaft und die Zivilgesellschaft sowie die Wissenschaft mit. Die Stadt Bamberg verfügt mit ihren Bürgervereinen über eine bundesweit einzigartige ‚Sozialkapitalausstattung', die es hier unbedingt einzubinden gilt, zumal gerade bei den vom Tourismus besonders ‚betroffenen' Vereinen das Gefühl besteht, unter ‚Overtourism' schon zu leiden. Ziel des Runden Tisches ist die Erarbeitung einer gemeinsame Problemdiagnose und von zukunftsfähigen Lösungsansätzen, die sowohl die Qualität als auch die Klimaresilienz des Bamberg-Tourismus erhöhen sollen. Auch die Ungleichgewichte zwischen Stadt und Landkreis sind anzugehen. Die Initiative könnte von Stadt und Landkreis gemeinsam ausgehen, wichtiger Träger könnte die Tourismus & Kongress Service (TKS) sein. Der Tourismusverband Franken sollte mindestens informatorisch eingebunden werden. Der RT sollte sich mindestens zweimal im Jahr treffen. Es wird vorgeschlagen, dass der RT regelmäßig über seine Aktivitäten Stadt und Landkreis berichtet sowie Handlungsempfehlungen abgibt, zu denen seitens der zuständigen Verwaltung Stellung genommen werden sollte.*	
Cluster III: Wirtschaft	**Handlungsfeld Tourismus**
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis, Tourismus & Kongress Service (TKS). Bei Bedarf können weitere Akteure (z.B. Busunternehmen, Reedereien) hinzugezogen werden. Zielgruppe: Tourismus / Politik, Verwaltung, Tourismuswirtschaft, Zivilgesellschaft

Aufwand für Akteure	Aufwand für Stadt und Landkreis gering, für TKS mittel
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Seit 2010 arbeiten Stadt und Landkreis Bamberg im Tourismusmarketing sehr erfolgreich zusammen. Am 16.12.2019 wurde der Kooperationsvertrag für weitere 10 Jahre verlängert. Im Rahmen dieser Kooperation wurden in der Vergangenheit bereits viele Themen gemeinsame angegangen (z. B. Landesgartenschau 2012, 2016 500 Jahre bayerisches Reinheitsgebot, Kulturtourismus). Mit dem RT wird ein weiteres wichtiges gemeinsames Zukunftsthema in einer innovativen Form institutionalisiert. Beim Klimawandel handelt es sich nicht in erster Linie um ein Marketing-Thema, sondern um die sektorspezifische Übernahme von Verantwortung für ein lokales Gemeingut, und dann auch um eine strategische Geschäftsfeldentwicklung.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Synergien ergeben sich zu den Handlungsfeldern Gesundheit und Wirtschaft. Um den Bamberg-Tourismus zukunftsfähig zu machen, braucht es auch strukturelle Maßnahmen, etwa zur Verbesserung der touristischen Infrastruktur im ländlichen Raum oder der Besucherlenkung in der Stadt. Konflikte sind u. U. bei der Frage zu erwarten, ob es sich beim ‚Overtourism' um ein messbares Phänomen oder nur um einen subjektiven Eindruck handelt. Unabhängig davon gilt die alte soziologische Weisheit: Auch gefühlte Wahrheiten wirken als soziale Tatsachen.
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist sehr flexibel, da es sich nicht um eine konkrete Investitionsentscheidung handelt, sondern um die Einrichtung eines Diskussions- und Koordinierungsorgans (informelle Planung). Dieses kann seine Themen und Anregungen sehr flexibel selbst wählen.
Maßnahmenindikator	Anzahl und Herkunft der Teilnehmenden, Anzahl der Treffen, Berichte und Anregungen, Monitoring der umgesetzten Empfehlungen.
Regionalisierung	Die Maßnahme betrifft Stadt und Landkreis gemeinsam.
Zeitliche Dringlichkeit	Hitze- und Trockenperioden wie im Sommer 2018 zeigen ebenso wie die deutlich anwachsenden Tourismus-Zahlen der letzten Jahre, dass die zeitliche Dringlichkeit hoch ist. Da der TKS bereits über gute Vorerfahrungen mit dem Instrument RT verfügt, kann mit der Umsetzung zügig begonnen werden.
Best-Practice Beispiele	Die Stadt Berlin hat auf der Grundlage einer Studie der HU Berlin ein Tourismuskonzept erarbeitet, mit dem die Touristenströme stärker in die Außenbezirke gelenkt werden sollen, um die Innenstadt zu entlasten – denn Berlin hat mehr zu bieten als Mitte und Kreuzberg.

T 02 SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ FÜR GÄSTE

Kurzbeschreibung

Hitzeperioden beeinträchtigen den Tourismus, speziell im innerstädtischen, höher verdichteten und stark frequentierten Bereich als auch beim Aktivtourismus im Landkreis (z. B. Radfahren, Wandern, Baumwipfelpfad). Besonders betroffen sind einerseits ältere Menschen, aber auch Kleinkinder und ‚Draußen-Aktive' (Gäste, Beschäftigte). Stadt und Landkreis verbessern mit der Aufenthaltsqualität indirekt auch die wirtschaftliche Nachhaltigkeit des Tourismus in der gesamten Region. Hierbei kommen verschiedene Einzelmaßnahmen zum Einsatz: Mehr Bänke in Schattenbereichen, mehr Stadtgrün in besonders exponierten touristischen ‚Hot-Spots' (falls dauerhafte Baumpflanzungen nicht realisierbar sind: z. B. Bäume oder Palmen in mobilen Pflanzkübeln), Sonnensegel oder schattenspendende Skulpturen oder architektonische Elemente über exponierten Straßen und Plätzen, mehr Wasser in die Stadt bringen (z.B. Brunnen, gestaltete Installationen), Trinkbrunnen ausbauen.

. Im Landkreis ist über Begrünung oder sonstige schattenspendende Elemente besonders exponierter Rad- und Wanderwegabschnitte nachzudenken. Die Flussschifffahrtsgesellschaften sollten eingebunden werden. Die Maßnahmen können in Infomaterialien der Stadt aufgenommen werden. Außerdem sollten Touristen über Risiken und individuelle Schutzmöglichkeiten aufgeklärt werden. Das kann an zentralen Informationsstellen geschehen, sollte aber auch bis zur Ebene der einzelnen Führungen erfolgen. Neben dem Thema

*Wärme sollte auch der Schutz vor UV-Strahlung angesprochen werden (siehe HF Gesundheit). Viele Teilmaßnahmen aus T 02 gehören in den Aufgabenbereich der Stadt oder anderer Akteure, zumal kühlende und schattenspendende Maßnahmen allen – Anwohner*innen und Tourist*innen – zugutekommen. Aber der Tourismus sollte eingebunden werden und sich auch sichtbar um Gesundheit und Wohlergehen der Gäste m Zeichen des Klimawandels kümmern.*	
Cluster III: Wirtschaft	**Handlungsfeld Tourismus**
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis, Tourismus & Kongress Service (TKS), Stadtwerke Bamberg, Stadtplanungsamt, ggf. Bauordnungsamt (Stadt), GB 4 (Planen, Bauen, Umwelt) (Landkreis) Zielgruppe: Politik, Verwaltung, Tourismuswirtschaft, Tourist*innen, Zivilgesellschaft
Aufwand für Akteure	Aufwand für Stadt und Landkreis mittel; Kosten dienen auch der Imageverbesserung. Aufwand für Tourismus-Verantwortliche gering bis mittel.
Umsetzungsgrundlagen/ -schritte	Eine Abstimmung mit stadtplanerischen und baurechtlichen Belangen ist häufig notwendig. Beim Bereich Stadtgrün ist ggf. das Garten- und Friedhofsamt einzubeziehen.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Obwohl die Maßnahme primär auf Gäste zielt, profitieren auch Einheimische davon. Synergien bestehen zum Gesundheitsbereich, Synergien, aber auch mögliche Konflikte bestehen mit dem Bereich Stadtplanung (Stichwort: Konflikte um konkurrierende Flächenansprüche), der aber täglich Abwägungsfragen entscheiden muss.. Trinkwasserbrunnen werden in den letzten Jahren seitens der Stadtwerke wieder in Betrieb genommen (den Anfang machte die „Humsera“ 2015); dieser Trend sollte verstärkt fortgesetzt werden. Die Tourismus-Verantwortlichen sollten die Gäste auf die Schutzmaßnahmen sowie die eigenen Vorsorgemöglichkeiten hinweisen, vorzugsweise in einem Flyer in den Infoständen und im Internet. Eine positive Imagewirkung kann erwartet werden.
Robustheit und Flexibilität	Die Einzelmaßnahmen dieses Maßnahmenpakets können flexibel gewählt werden und „funktionieren“ auch, wenn der Klimawandel etwas weniger massiv kommen wird als in den RCP8.5-Szenarien, die diesem Gutachten zugrunde liegen.
Maßnahmenindikator	Umsetzung der einzelnen Maßnahmenteile, mögliche Touristenbefragung, Bürgerbeteiligung, Befassung in Gremien (Plenum, Ausschüsse).
Regionalisierung	Die Maßnahme betrifft Stadt und Land gemeinsam, mit Schwerpunkte im städtischen Bereich.
Zeitliche Dringlichkeit	Hitze- und Trockenperioden wie im Sommer 2018 zeigen ebenso wie die deutlich anwachsenden Tourismus-Zahlen der letzten Jahre, dass die zeitliche Dringlichkeit hoch ist. Planerische Vorläufe bei einzelnen Maßnahmen können deren Beginn verzögern, so dass der Beginn kurz- bis mittelfristig anzusetzen ist. Die Dauer kann als mittelfristig bewertet werden.
Best-Practice Beispiele	

T 03 BAMBERGER BIERKULTUR SCHÜTZEN

Kurzbeschreibung
Der Klimawandel bedroht die Bierproduktion (Hopfen, Gerste, Wasser) und damit auch die weltberühmte Bierkultur der Region Bamberg. Das Ursprungskonzept des Bierkellers – ein kühler, unterirdischer Ort, beschattet durch Bäume, Ausschank im Garten – sollte wiederbelebet bzw. klimaresilient und zukunftsfest gemacht werden. Dazu gehört zum einen das Experimentieren mit neuen, besser an den Klimawandel angepassten Gersten- und Hopfensorten (an denen weltweit und nicht zuletzt in Bayern geforscht wird), zum

anderen der direkte Schutz der Bierkeller und -gärten durch zusätzliche Kühl- und Verschattungsmaßnahmen. Beides erfordert zusätzliche Investitionen, an deren Finanzierung sich die Gäste durch einen ‚Biercent' beteiligen könnten - falls der Markt eine solche Finanzierung hergibt. Bambergs Bierkultur, die Tradition und Moderne (Stichwort Craftbier) verbindet, ist besonders geeignet für das Experimentieren mit neuen, besser angepassten Sorten.	
Cluster III: Wirtschaft	**Handlungsfeld Tourismus**
Verantwortlichkeit	Angeregt durch Stadt und Landkreis sollte sich die regionale Bierwirtschaft und die dazugehörige Gastronomie über Anpassungsmaßnahmen Gedanken machen Zielgruppe: Bierwirtschaft, Gastronomie, Gäste
Aufwand für Akteure	Aufwand für Stadt und Landkreis gering; Kosten für Wirtschaft gering bis mittel (je nach Aufwand). Maßnahme könnte als Imagefaktor wirken.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Es handelt sich um eine freiwillige Maßnahme der Bier- und Gastronomiewirtschaft, die durch Stadt und Landkreis angeregt wird. Für den Check der Bierkeller und -gärten könnte das Grün- und Friedhofsamt unterstützend tätig werden.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Eine Verbesserung der Aufenthaltsqualität in den Bierkellern und -gärten trägt zur Verbesserung des Stadtklimas insgesamt bei. Die Aufenthaltsqualität in besonders exponierten Kellern/Gärten wird verbessert, mögliche Umsatzeinbußen bei Hitzespitzen wird entgegengewirkt (Wirtschaft).
Robustheit und Flexibilität	Da sich bei dieser Maßnahme Marktakteure selber organisieren müssen, ist die Flexibilität quasi eingebaut. Hitzesommer wie der 2018 zeigen, dass Hitzeschutz-Maßnahmen auch bei weniger drastischen Klimawandel sinnvoll sind.
Maßnahmenindikator	Anzahl gepflanzter Bäume, neue Biersorten, Einnahmen über einen (frewilligen) Biercent.
Regionalisierung	Die Maßnahme betrifft Stadt und Land gemeinsam.
Zeitliche Dringlichkeit	Hitze- und Trockenperioden wie im Sommer 2018 zeigen ebenso wie die Einbrüche bei der Hopfenproduktion im selben Jahr, dass die zeitliche Dringlichkeit mttel ist. Die Maßnahme kann dauerhaft laufen.
Best-Practice Beispiele	

T 04 SCHUTZ DER TOURISTISCHEN INFRASTRUKTUR

Kurzbeschreibung *Die Zunahme von Wetterextremen (z. B. Hitze, Starkregen, Hagel) kann direkt oder vermittelt über Sekundärfolgen wie Hangrutschungen oder Überflutungen auch die touristische Infrastrukturen (Wander- und Radwanderwege, Hütten, Parkplätze, Gebäude…) schädigen, was zu Reparaturkosten und zu Umsatzeinbußen führt. Zur Vermeidung/Minimierung dieser Schäden wird ein Verwundbarkeits-Check der touristischen Infrastruktur vorgenommen und es werden Unterhalts-/Pflege- sowie Notfallpläne entsprechend angepasst. Eine Zusammenarbeit zwischen Tourismusträgern, Stadt und Landkreis sowie interkommunalen Kooperationen sind hierfür erforderlich.*	
Cluster III: Wirtschaft	**Handlungsfeld Tourismus**
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis bilden eine temporäre Task-Force und identifizieren die Eigentümer*innen bzw. Betreibende sensibler touristischer Infrastrukturen, sensibilisiert diese für die Klimawandel-Risiken und erarbeitet gemeinsam mit ihnen Unterhalts-/Pflege- sowie Notfallpläne. Dabei werden die Gemeinden als häufige Baulastträger und fallweise auch der Katastrophenschutz (Feuerwehr, THW) eingebunden. Es werden auch Verantwortliche benannt, die einen solchen Check periodisch (z. B. je nach Dringlichkeit jährlich oder alle 5 Jahre)

	wiederholen. Zielgruppe: Stadt und Landkreis
Aufwand für Akteure	Aufwand für Stadt und Landkreis gering bis mittel; Kosten für Tourismuswirtschaft gering. Maßnahme könnte als Imagefaktor wirken. Maßnahme ggf. förderfähig im Rahmen der bayerischen Tourismusförderung.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Es handelt sich um eine informelle Koordinierungsaufgabe für Stadt und Landkreis, um Gemeinden und weitere Infrastrukturverantwortliche zu aktivieren. Es sollte ein periodischer Bericht über die Checks sowie die Reparaturen erfolgen.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Es wird auch das Handlungsfeld Katastrophenschutz berührt. Eine klimaresiliente Tourismus-Infrastruktur stellt einen positiven Imagefaktor dar.
Robustheit und Flexibilität	Da sich bei dieser Maßnahme die Akteure selber organisieren müssen, ist die Flexibilität quasi eingebaut. Hitzesommer wie der 2018 zeigen, dass Hitzeschutz-Maßnahmen auch bei weniger drastischem Klimawandel sinnvoll sind.
Maßnahmenindikator	Häufigkeit von Überprüfungen, Anzahl überprüfter/reparierter Anlagen
Regionalisierung	Die Maßnahme betrifft Stadt und Land gemeinsam, Schwerpunkt aber im Landkreis.
Zeitliche Dringlichkeit	Beginn: kurz- bis mittelfristig; hohe/mittlere zeitliche Dringlichkeit; mit zunehmenden Klimawandel steigt Dringlichkeit der Umsetzung. Dauer: mittelfristig / periodisch
Best-Practice Beispiele	

T 05 VERSTÄRKTE LENKUNG DER TOURISTENSTRÖME

Kurzbeschreibung
*Klimawandel, Stadtwachstum und erste Anzeichen von Overtourism in der UNESCO-Welterbe-Stadt verlangen nach Lenkung und Entzerrung durch verschiedene Teilmaßnahmen in Fortsetzung bereits bestehender guter Ansätze. Im vollen Bewusstsein der gerade auch wirtschaftlichen Bedeutung des Tourismus in der Region gilt es, dessen Nachhaltigkeit zu sichern, indem die starke Ballung von Besucher*innen an bestimmten Orten und zu bestimmten Zeiten entzerrt wird. Damit kann die Aufenthalts- und Erlebnisqualität sowohl für Besuchende als auch für Anwohner*innen verbessert werden. Außerdem kann so dem sich weiter verbreitenden Eindruck entgegen gewirkt werden, es gebe ‚zu viel Tourismus' in der Stadt. Dieser Eindruck kann sich ohne eine solche Maßnahme leicht zu einer sozialen und dann auch politischen Bewegung verdichten (siehe Beispiele aus anderen hochfrequentierten Tourismus-Städten), die zu drastischen und wirtschaftlich nicht rasch verkraftbaren Einschnitten führt. Die Teilkomponenten dieser Maßnahme sollen das verhindern. Hinzu kommt, dass in Stadt (z.B. Gärtnerstadt) und Landkreis noch Potenziale für Tourismus-Destinationen brachliegen, die es durch eine geschickte Lenkung zu nutzen gilt, was auch im Sinne einer gleichgewichtigen Entwicklung der Lebensverhältnisse in der Region Bamberg ist. Dadurch entstehen Vorteile sowohl für die Stadt als auch den Landkreis.*

Cluster III: Wirtschaft	**Handlungsfeld Tourismus**
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis (Tourismuskooperation), TKS, Zentrum Welterbe Bamberg, Verkehrsplanung Zielgruppe: Träger der Tourismuswirtschaft, Anwohner*innen, Gäste
Aufwand für Akteure	Der Aufwand für den Landkreis und die Stadt ist als mittel einzustufen, wobei neben der finanziellen und personellen Seite auch noch die rechtliche und letztlich politische Dimension zu beachten ist. Teilmaßnahmen sind von Art und Umfang her sehr unterschiedlich in ihrem Aufwand. Die TKS Bamberg verfügt bereits heute über sehr gute Erfahrungen im Bereich der Besucherlen-

	kung.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Ein erster Schritt könnte darin bestehen, die Gruppengrößen bei Stadtführungen durch Vereinbarungen mit touristischen Anbietern nach dem Vorbild der städtischen Gästeführer*innen des Tourismus- und Kongress Service (TKS) weiter zu reduzieren. Weitere Regelungen bei Parkplätzen für Busse und Privat-Pkws (Zonierung, Aufenthaltsdauer, Kosten) unter Fortsetzung bereits ergriffener Maßnahmen wären ein zweiter Schritt. Im Zuge der Entwicklung anderer Stadtteile jenseits der historischen Altstadt sollte auch der Ausbau touristischer Attraktionen und Infrastrukturen gefördert werden. Zum Beispiel könnte sich das Lagarde-Gelände auch zu einer Tourismus-Destination für bestimmte Zielgruppen entwickeln. Die Gärtnerstadt arbeitet schon länger an einer Attraktivitätssteigerung, und sie würde aufgrund ihrer thematischen Ausrichtung sowie ihrer klimaentlastenden Funktion auch gut zum Thema Anpassung passen. Der Landkreis ist hier unbedingt zu beteiligen, da die Attraktivitätssteigerung und Vermarktung seiner Angebote zur Entzerrung der Lage in der Stadt Bamberg beitragen kann. Dazu müssen Lösungen für derzeit periphere Standorte (Nachfolgefragen, Investitionsbedarf, Verkehrsanbindung) gefunden werden. Die Wirtschaftsförderung sollte eigene Mittel bzw. solche des Freistaats Bayern gezielt prüfen und nutzen, die diesen bisher peripheren Standorten den Kapazitätsauf- oder -ausbau ermöglichen. Je stärker sich hier ein touristisches Gesamtkonzept nebst Verkehrslösungen herausgebildet hat, desto leichter wird es im Einzelfall sein, Mittel zu beantragen. Das zu entwickelnde konkrete Maßnahmenpaket sollte die Vorschläge des Runden Tisches (T01) berücksichtigen.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Das Maßnahmenbündel hat bei guter Ausgestaltung Synergien zum Handlungsfeld Wirtschaft, da insbesondere der Landkreis davon profitieren kann. Mit Blick auf die räumliche und zeitliche Entzerrung der Touristenströme in der Stadt ist eine enge Abstimmung mit dem Bereich Verkehr erforderlich. Es ist im Vorfeld zu prüfen, ob die Erschließung neuer bzw. bisher wenig genutzter Destinationen (in der Stadt wie im Landkreis) zu übermäßigen Mehrbelastungen führt (Lärm, Verkehr etc.), was eine Einbindung des Runden Tisches (T01) erneut geboten erscheinen lässt. Schließlich muss bei der zeitlichen Entzerrung darauf geachtet werden, dass möglicherweise von der Tourismusbranche erwünschte Phasen relativer Ruhe (in der Stadt etwa zwischen Mitte Januar und Anfang März) evtl. erhalten bleiben.
Robustheit und Flexibilität	Da dieses Maßnahmenpaket aus Einzelkomponenten unterschiedlicher Eingriffstiefe besteht, ist Flexibilität gewährleistet.
Maßnahmenindikator	Frequentierung von Tourismusdestinationen (Besucherzählungen), Ertrag und Verwendung der Tourismusabgabe, Anwohner*innenbefragungen zur Lebensqualität, Gästebefragungen zur Aufenthaltsqualität.
Regionalisierung	Maßnahme betrifft Stadt und Landkreis gleichermaßen. Einige Teilschritte können aber unabhängig eingeführt werden.
Zeitliche Dringlichkeit	Da sich die Klimabedingungen heute schon ändern, die Gästezahlen in den letzten Jahren schon rapide angestiegen sind und das Gefühl von *overtourism* sich ausbreitet, ist ein kurzfristiger Beginn erforderlich. Mit den weniger aufwändigen/kontroversen Maßnahmen (z. B. freiwillige Vereinbarungen) kann begonnen werden. Die Entwicklung der Branche nach dem Einschnitt der Corona-Krise muss berücksichtigt werden.
Best-Practice Beispiele	

T 06 NACHHALTIGKEIT DES SCHIFFFAHRTSTOURISMUS STÄRKEN

Kurzbeschreibung
*Flusskreuzfahrten werden seit Jahren immer beliebter, insbesondere bei älteren Reisenden. Bamberg ist eine beliebte Ziel- und Zwischendestination. 2018 legten im Bamberger Hafen 764 Kreuzfahrtschiffe mit einer Kapazität von rund 124.000 Passagieren an. Zum Standardprogramm gehört dann eine Führung in die Altstadt, die in die rd. 3 bis 4 Stunden Aufenthaltszeit passt – unter besonderer Berücksichtigung des meist höheren Alters der Teilnehmenden. Schiffstourist*innen lassen im Schnitt 29 € pro Person an Land, normale Tagestourist*innen 24 €. (mündliche Auskunft TKS). Um zur räumlichen/zeitliche Entzerrung des Bamberg-Tourismus beizutragen (vgl. T03) und um auch Flusskreuzfahrtkunden in Bamberg besser vor Hitze zu schützen, sollten verschiedene Maßnahmen ergriffen werden, die hier unter dem Stichwort „Nachhaltigkeit im Schifffahrtstourismus" versammelt werden.*

Cluster III: Wirtschaft	**Handlungsfeld Tourismus**
Verantwortlichkeit	Stadt Bamberg, TKS, Bayernhafen GmbH Zielgruppe: Flusskreuzfahrt-Veranstalter und Touristen, Bamberger Tourismus-Anbieter
Aufwand für Akteure	Finanzieller Aufwand für Stadt gering bis mittel, finanzieller Aufwand für Unternehmen mittel bis hoch; investive Maßnahmen mit Rückfinanzierungsmöglichkeit
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Als ersten Schritt sollte die Stadt via TKS die Kreuzfahrtveranstalter ansprechen und überprüfen, wie es dort um den sommerlichen Hitzeschutz für Fahrgäste steht, ggf. die entsprechenden Materialien der Stadt (vgl. T02) bereitstellen. • Zweitens sollte die Gruppengröße (gemäß T05) angepasst werden. Zusammen mit dem Landkreis ist zu überprüfen, welche Destinationen dort durch entsprechende Verkehrsangebote zusätzlich aktiviert werden könnten. Die Kosten müssen dann zusammen mit den Kreuzfahrtanbietern beurteilt werden. • Im Staatshafen Bamberg könnte schließlich ein neues Terminal zur besseren Lenkung und Information der Besucherströme geschaffen werden. Durch virtuelle (z.B. Großbildschirme, 3-D-Brillen, Laserinstallationen…) und analoge Angebote (z. B. typisch lokale Gastronomie, Souvenirläden, Kurzvorträge) in diesem Zentrum könnten besonders gebrechliche Gäste sich auch ‚in' Bamberg aufhalten, ohne physisch an einer anstrengenden Innenstadtführung teilzunehmen. Der Nachteil eines nicht-physischen Besuchs der Welterbestätten kann durch ein anspruchsvolles virtuelles Programm (Zeitreisen, Einbeziehung vieler Attraktionen, die im verfügbaren Zeitfenster nicht zu besuchen wären) weitgehend ausgeglichen werden, dass zudem wetterunabhängig ist. • Das neue Gebäude sollte in direkter räumlicher Nähe des Anlegers errichtet werden (ggf. Absprache mit der Bayernhafen GmbH). Die Anlegestelle für Hotelschiffe befindet sich bei Kai 5, die Erschließung erfolgt über die Regnitzstraße. Die Grundstückssuche muss sich nicht auf die wenigen verfügbaren Brach- und Freiflächen beschränken, sondern kann auch die Teilnutzung von Logistikflächen sowie ein schwimmendes Terminal (z. B. in Hafenbecken II) umfassen. • Schiffstourist*innen lassen im Schnitt 29 € pro Person an Land, normale Tagestourist*innen 24 € (mündliche Auskunft TKS). Bei TimeRide (s.u.) kostet ein Einzelticket ca. 12 € (ermäßigt 10 €).
Querverweise, Konflikte und Synergien	Das neue Reisezentrum kann Impulse für die städtische Gastronomie- und Tourismusbranche setzen. Bamberg als wichtige Anlaufstelle für Kreuzfahrtschiffe könnte sich mit anderen Anlege-Städten zusammentun, um auch im Bereich Klimaschutz (Diesel-Motoren der Schiffe) und generelle Nachhaltigkeit der Branche („sanfter Tourismus" etc.) über die Zeit Wirkungen bei den Reedereien bzw. Veranstaltern zu erzielen.

Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme zielt besonders (aber nicht ausschließlich) auf ältere und gebrechliche Gäste, für die der physische Besuch der Tourismusattraktionen speziell an heißen Tagen schwerfällt und mit Risiken verbunden ist. Diese wachsende Gruppe ist schon heute sehr groß und würde das Angebot annehmen, auch wenn der Klimawandel nicht stärker würde.
Maßnahmenindikator	Anzahl informierte Besucher*innen, Anzahl Besucher*innen im Besucherzentrum
Regionalisierung	Betrifft primär die Stadt Bamberg, falls Destinationen im Landkreis eingebaut werden können, auch diesen.
Zeitliche Dringlichkeit	Infomaßnahmen kurzfristig, Besucherzentrum mittelfristig und dann dauerhaft.
Best-Practice Beispiele	• Als Beispiele für einen historisch orientierten virtuellen Städtetourismus: https://timeride.de/, https://www.lithodomosvr.com/tourism/. • Als Überblick über Virtual Reality im Tourismus folgender Blog: https://www.tourismuszukunft.de/2019/03/virtual-reality-im-tourismus/

3.5. CLUSTER IV: LAND

Das Cluster IV „Land“ umfasst alle naturnahen Sektoren. Der Vulnerabilitätsanalyse (2015) folgend ist nur das Element Wasser in einem weiteren Cluster (V) abgehandelt (vgl. auch 3.1.). In diesem Cluster stehen die natürlichen Lebensgrundlagen im Vordergrund, auf die andere Sektoren in der Regel in existentieller Form angewiesen sind. Im Cluster „Land“ versammeln sich die Handlungsfelder Landwirtschaft (3.5.1.), Wald und Forstwirtschaft (3.5.2.) sowie Biodiversität (3.5.3.).

3.5.1. Handlungsfeld Landwirtschaft

Ausgangssituation

Aufgrund der sehr heterogenen naturräumlichen und geologischen Gegebenheiten ist die Nutzbarkeit der Böden und somit die Landwirtschaft im Projektgebiet regional sehr unterschiedlich. Auf den Hochflächen der Nördlichen Frankenalp im Osten ist eine rentable Landwirtschaft auf leichten, steinigen Böden mit geringer Humusauflage nur schwer möglich, ebenso auf den Keupersandsteinen des Steigerwaldes im Westen des Landkreises. Im Bereich der Flüsse Main und Regnitz steigt die Bodengüte auf den Schwemmsanden an (StMUV Bayern, 2006).

Ein Großteil der Gemarkungen im Landkreis und in der Stadt Bamberg sind daher als „benachteiligte Gebiete“ gemäß ELER-Verordnung gekennzeichnet, d. h. Landwirte bekommen dort aufgrund der ungünstigen Standortbedingungen einen Ausgleich (StMELF Bayern, 2020b). Die Ertragfähigkeit, ausgedrückt durch Acker- und Grünlandzahlen, liegt für Stadt (A: 47, G: 39) und Landkreis (A: 40, G: 44) jeweils nahe des bayernweiten Durchschnitts (A: 47, G:42) (StMUV Bayern, 2014), absolut und verglichen mit Südbayern jedoch eher im unteren Bereich. Dies könnten u. a. die Gründe sein, warum in Bamberg fast alle Betriebe (80 %) im Nebenerwerb geführt werden (Expertengespräche 2020).

Im Detail besagt die Flächenerhebung, dass die landwirtschaftliche Nutzfläche im Landkreis Bamberg einen Anteil von 44,7 % einnimmt (LfStat Bayern, 2019b). Zusammen mit einem Waldanteil von fast 40 % bestimmen die land- und forstwirtschaftliche Nutzung das Bild der Kulturlandschaft im Landkreis. Die landwirtschaftliche Fläche ist zu fast 80 % Ackerland, auf dem überwiegend Weizen und Pflanzen zur Grünernte angebaut werden (ebd.). Die Grünlandbewirtschaftung ist im Vergleich mit Südbayern eher nachrangig zu betrachten und hauptsächlich in den Flusstälern und auf Grenzertragsflächen zu finden, da die Region dafür in der Regel zu trocken ist (Expertengespräche 2020). Die meisten Viehhalter halten Milchkühe und Legehennen, es gibt aber auch Schweinemastbetriebe. Die Rinderhaltung ist ebenfalls nicht vergleichbar mit südbayerischen Verhältnissen. 2016 gab es insgesamt 1.271 landwirtschaftliche Betriebe, die überwiegend 10-20 ha Fläche bewirtschaften (LfStat Bayern, 2019b). Der Anteil des Öko-Landbaus liegt bei 6 % (AELF Bamberg, 2020a). Die Landwirtschaft ist in fast allen Dörfern noch präsent (Winter und Hengelhaupt, 2012).

Der traditionelle Anbau von Wein, Streuobst und Hopfen ist allerdings stark zurückgegangen (StMUV Bayern, 2006). Wein wird derzeit nur noch an den geschützten Hängen der zum Main hin abfallenden Ausläufern der Hassberge angebaut (Winter und Hengelhaupt, 2012). Lange war Bambergs Landschaftsbild durch Obstanbau auf Streuobstwiesen geprägt, der jedoch aus unterschiedlichen Gründen stark abgenommen hat. Wirtschaftlich fallen sie daher nicht mehr stark ins Gewicht, jedoch wird der Erhalt der verbliebenen Bestände aus kulturhistorischen und ökologischen Gründen vorangetrieben und gefördert, beispielweise durch die Direktvermarktung an der „Streuobstbörse“ (KV Gartenbau u. Landespflege Bamberg, 2020). Hopfen wird in Bamberg nicht mehr angebaut, dafür aber Braugerste auf den steinigen Böden der Frankenalp (Winter und Hengelhaupt, 2012). Etwa ein

Viertel der bayerischen Braugersten-Produktion wird in Oberfranken angebaut (ebd.). Die sandigen Bereiche der Talauen von Main und Regnitz sind als Spargelanbaugebiete gut geeignet, z. B. im Bereich Hirschaid.

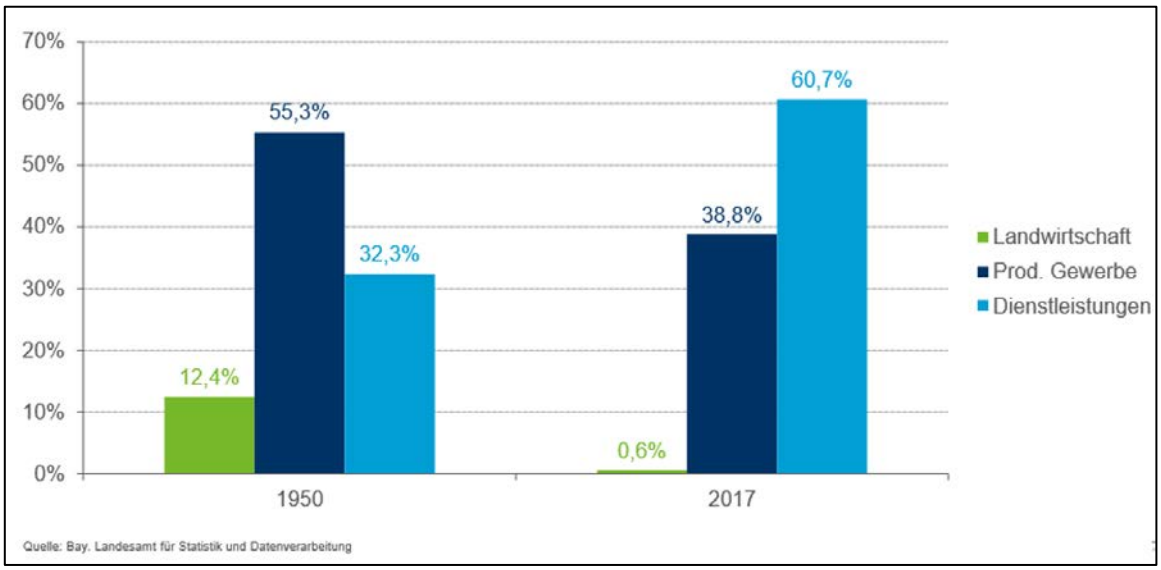


Abbildung 56: Zwischen 1950 und 2017 hat der Anteil der Landwirtschaft an den Wirtschaftsbereichen in Oberfranken extrem stark abgenommen und verbleibt auf einem sehr niedrigen Niveau mit 0,6 %[31] (IHK Oberfranken, 2020).

Die Fläche der Stadt Bamberg wird mit 16,1 % landwirtschaftlich genutzt (LfStat Bayern, 2019a). Fast 80 % der Nutzfläche ist als Ackerland mit überwiegend Weizen- und Gartengewächs-Anbau ausgewiesen (ebd.). Die Bamberger Gärtner*innen bewirtschaften große Flächen innerhalb des Stadtgebietes. Angesichts des milden Klimas östlich der Regnitz, ist der innerstädtische Gartenbau in Bamberg seit dem Spätmittelalter etabliert und mit seinen typischen, das Stadtbild prägenden Freiflächen und Gärtnerhäusern ein Grund für den Titel UNESCO-Welterbe „Altstadt von Bamberg“, den die Stadt seit 1993 führt (Habel, 2014; Stadt Bamberg, 2020c). So haben sich in Bamberg lokale Gemüsesorten wie der Bamberger Knoblauch, das Bamberger Hörnla (Kartoffelsorte) oder der Bamberger Rettich entwickelt, deren Erhaltung sich viele Gärtner widmen. Seit 2016 gehört der innerstädtische Erwerbsgartenbau in Bamberg aufgrund seiner traditionellen Anbauweisen, der alten, heimischen Sortenvielfalt usw. zum immateriellen Kulturerbe von Deutschland (Stadt Bamberg, 2020c). Grünland wird in der Stadt nur auf ca. 20 % der landwirtschaftlichen Fläche bewirtschaftet. Die meisten Tierhalter halten Kleinvieh, wie Legehennen und Schafe. Auch hier gibt es in geringem Umfang Schweinehaltung (LfStat Bayern, 2019a). Die meisten der 36 Betriebe werden als kleinbäuerliche Familienunternehmen mit einer Betriebsgröße von zumeist unter 5 ha betrieben.

Der Anteil der Erwerbstätigen in der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei liegt im Landkreis bei 1,3 %, in der Stadt bei 0,3 % (Regierung Oberfranken, 2017). In Oberfranken hat dieser Wirtschaftssektor einen Bruttowertschöpfungsanteil von 1 % (LfStat Bayern, 2016).

Trotz der niedrigen Zahl der unmittelbar in der Landwirtschaft Beschäftigten ist die Zahl der von der

[31] Wegen der Unterrepräsentation des landwirtschaftlichen Nebenerwerbs in dieser Darstellung und weil die Nahrungs- und Futtermittelindustrie (2017: mit über 2 Mrd. € Umsatz immerhin die Position 4 aller Branchen in Oberfranken) nicht der Landwirtschaft zugerechnet wird, dürfte der dargestellte Trend in der Realität nicht ganz so drastisch ausfallen.

Landwirtschaft abhängigen Beschäftigten mit ca. 14 % für Oberfranken (Winter und Hengelhaupt, 2012) relativ hoch. In der verarbeitenden Industrie gibt es viele Betriebe, darunter auch solche, die sich zu den bayernweit bedeutendsten und größten entwickelt haben wie die Wiesneth-Mühle in Sambach/Pommersfelden. Jedoch hat die Zahl der Kleinbauern in den letzten Jahren abgenommen, ebenso der Erwerbsgartenbau in der Stadt, was sich auch im Vergleich mit den anderen Wirtschaftsbereichen in Oberfranken zeigt (Abbildung 56). Gründe dafür liegen unter anderem in den gestiegenen Auflagen (z. B. Düngemittelverordnung), in der Preispolitik für landwirtschaftliche Produkte (z. B. für Milch), bei Nachwuchsproblemen oder bei der Konkurrenz zu Großbetrieben. Im Projektgebiet liegt die Quote der landwirtschaftlichen Betriebe, die jährlich aufgeben, mit derzeit 2 % trotzdem vergleichsweise niedrig (Expertengespräche 2020). Dazu trägt der hohe Nebenerwerbsanteil, aber auch eine Ausweitung der Geschäftsfelder auf andere Bereiche, Produkte und Dienstleistungen bei (ebd.).

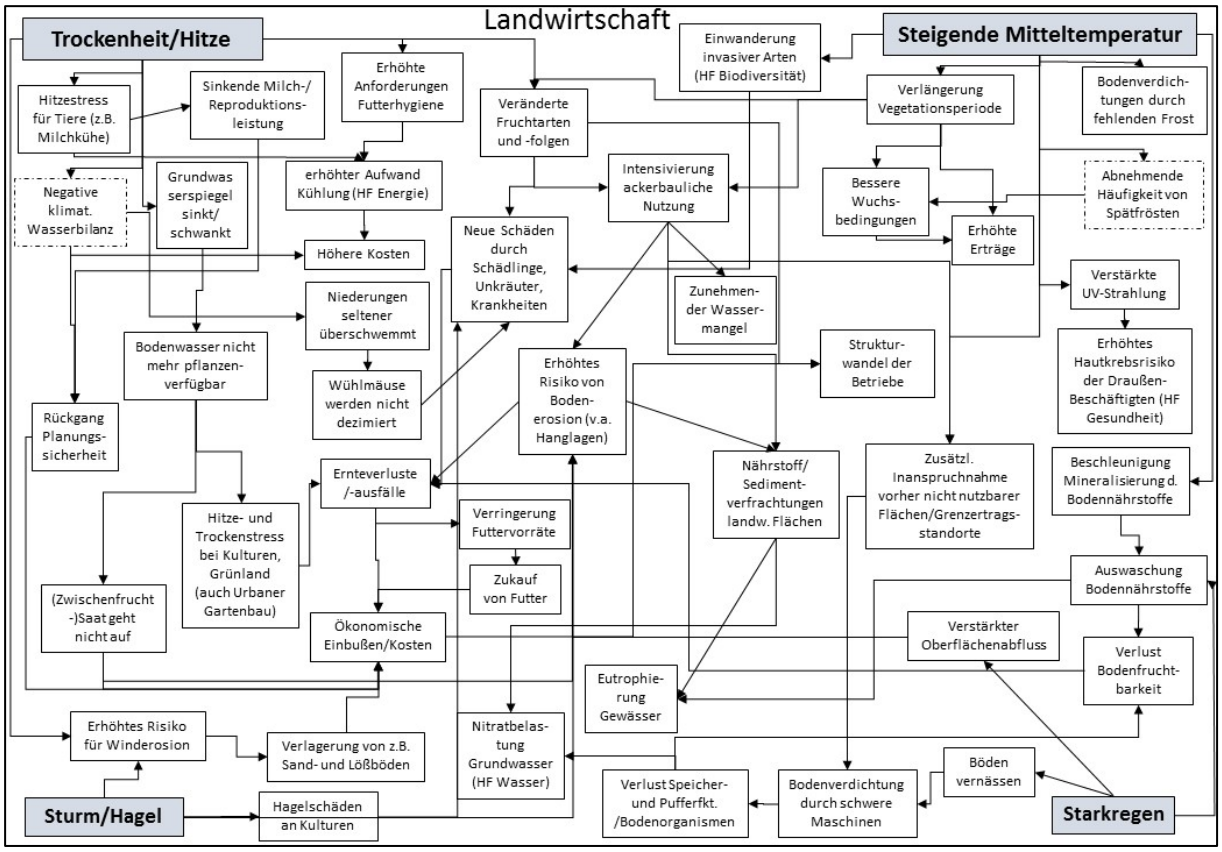


Abbildung 57: Klimawirkungsgeflecht zum Handlungsfeld Landwirtschaft.

In Bezug auf den Klimawandel ist die Landwirtschaft einerseits mitverursachend, andererseits aber auch betroffene. Kein anderer Wirtschaftszweig ist so stark von den klimatischen Bedingungen abhängig – das birgt Risiken, es ergeben sich aber auch Chancen. Gleichzeitig steigen die gesellschaftlichen Erwartungen und politischen Anforderungen ständig an. Der Klimawandel kommt als weitere Herausforderung auf die Landwirtschaft zu.

Die Auswirkungen auf Boden, Pflanzen und Tiere sind komplex und von vielen Faktoren wie beispielsweise Sorte bzw. Rasse, kleinklimatischer Lage, Bewirtschaftungsmethode usw. abhängig.

Das Handlungsfeld Landwirtschaft kann im Hinblick auf Klimawandelanpassung, ebenso wie andere Handlungsfelder, nicht isoliert betrachtet werden. Das gilt auch für die im folgenden Text angesprochenen unterschiedlichen Auswirkungen, die der Klimawandel auf die Landwirtschaft insgesamt, aber

auch auf einzelne Produktionsbereiche, Betriebe, besondere regionale Gegebenheiten und gesellschaftliche Nebenwirkungen haben wird und teilweise bereits hat. Diese Wirkungsketten und ihre Verflechtungen untereinander und mit anderen Handlungsfeldern sind in einer Gesamtdarstellung („Klimawirkungsgeflecht“) zusammengefasst wiedergegeben (Abbildung 57).

Klimawirkungen

Folgen für den Boden und die Nährstoffverfügbarkeit

Ohne die Betrachtung des Einflusses des Bodens auf die Landwirtschaft ist eine Analyse der Klimawandelfolgen nicht möglich. Durch seine Beschaffenheit und Nährstoff- sowie Wasserverfügbarkeit wirkt er direkt und indirekt auf das Agrarökosystem. Im Landkreis Bamberg gibt es, je nach Standort, eine Vielfalt an Bodenarten, die von sandigem Lehm bis zu schwerem Ton reichen (AELF Bamberg, 2020b). Dadurch sind auch die Auswirkungen, insbesondere von Trockenheit und Starkregen, regional sehr unterschiedlich. Im Projektgebiet gibt es bevorzugt ertragreiche Regionen mit Lößböden, die zwar natürlicherweise trocken sind, aber wo die Pflanzen aufgrund des guten Speichervermögens der Böden besser standhalten können (Expertengespräche 2020). Gleichzeitig haben Trockenperioden auf den Sandböden des Regnitztals viel stärkere Auswirkungen, weil Sand kaum Wasser halten kann. Das gleiche gilt für die steinreichen Böden auf der Jurahochebene. Trockenheit führt gerade auf diesen Böden und in Hanglage zu einer starken Austrocknung der Oberfläche, wodurch vor allem oberflächliche Erosion durch Niederschlag begünstigt wird, insbesondere, wenn die Bodenbedeckung der Ackerfrucht (z. B. Mais) im Frühsommer noch nicht ausreichend ausgeprägt ist. Die Gefahr der Auswaschung von Bodennährstoffen und Mineraldüngern, und somit ihre abnehmende Pflanzenverfügbarkeit, steigt damit. Winderosion ist im Projektgebiet weniger entscheidend (StMELF Bayern, 2020a). Die Karten des Erosionsatlas Bayern zeigen, dass sich der mittlere jährliche Bodenabtrag auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen im unteren Bereich befindet (bis ca. 5 t/ha) (LfL Bayern, 2019).

Starkregen kann zu einer Verschlämmung des Bodengefüges führen und die Infiltrierung von Wasser zusätzlich behindern (VLK, 2019). Werden diese Böden dann mit schweren Maschinen befahren, können sie so stark verdichten, dass die Versorgung der Kulturen und somit die Ertragsfähigkeit nicht mehr ausreichend gewährleistet sind. Auch Bodenlebewesen, die für die Bodenfruchtbarkeit essentiell sind, werden durch eine Bodenschadverdichtung gefährdet.

In Hitzeperioden steigt die Bodentemperatur und die biologische Aktivität im Boden erhöht sich. Dadurch werden die Mineralisierung der Bodennährstoffe und der Humusabbau beschleunigt. Dies kann Gase wie CO_2 und Stickstoff freisetzen (VLK, 2019). Diese Auswirkungen stellen sich umso gravierender dar, da bereits jetzt Teile des Projektgebietes, insbesondere die Landkreisbereiche nördlich und südlich der Stadt Bamberg, in der „roten Zone“ der mit Nitrat im Grundwasser belasteten Gebiete nach Ausführungsverordnung der Düngeverordnung (AV DüV) liegen. Führt die Erwärmung dazu, dass Frostperioden zukünftig abnehmen, fehlt dem Boden die für das Bodengefüge wichtige Frostgare, also die Lockerung des Bodengefüges durch Gefrier- und Tauvorgänge des Eises (ebd.).

Folgen für den Pflanzenbau

Neben den schon erwähnten Folgen für den Boden, sind die physiologischen Prozesse in den Kulturpflanzen unmittelbar von Veränderungen im Temperatur- und Niederschlagsregime betroffen. Insbesondere die Wasserverfügbarkeit stellt im Pflanzenbau den limitierenden Faktor dar. Zudem hat jede (Kultur-)Pflanze ein sortenspezifisches Temperaturoptimum, bei dem sie den höchsten Ertrag und die

beste Qualität liefert. Abweichungen davon können zu Stress und schließlich zur Schädigung der Pflanze führen. Studien belegen, dass vorwiegend die Zunahme der Temperaturvariabilität als besonders kritisch angesehen werden kann, also die Schwankungen zwischen Minimal- und Maximaltemperatur (Porter und Semenov, 1999). Die Spannweite möglicher Temperaturen nimmt im Klimawandel zu.

Durch insgesamt steigende Temperaturen sowie Wärmesummen, auch im Frühjahr und Herbst, verlängert sich die Vegetationsperiode für die Kulturpflanzen. In Bayern beginnt die Vegetationsperiode etwa alle 10 Jahre vier Tage früher und ist um drei Tage verlängert (LfU-Bayern, 2020a). Das bedeutet auch, dass sich die phänologischen Phasen der Pflanzen und ihre Entwicklung verschieben – seit 1989 etwa 2 Wochen nach vorn und sie haben ca. 10 Tage mehr Zeit. Beim Gemüseanbau konnte in Bayern im Jahr 2019 daher schon früher geerntet werden (br.de, 2019a). Durch die längere Vegetationsperiode könnten auch mehrere Ernten im Jahr mit anspruchsvolleren Sorten möglich sein, was sich für den Bamberger Erwerbsgartenbau ökonomisch rentieren könnte. Was im Gemüseanbau förderlich sein kann, kann für die Getreideproduktion nachteilig sein. Wenn es im Jahr zu schnell zu heiß wird, kann die für den Ertrag bedeutende Kornfüllungsphase verkürzt werden (UBA, 2017b). Neuere Studien zeigen allerdings, dass diese Effekte erst bei sehr hohen Temperaturen über einen verhältnismäßig langen Zeitraum auftreten können (Erbs *u. a.*, 2015). Möglicherweise hilft eine frühe Blüte von Getreide bei warmen Temperaturen in der vorgezogenen Vegetationsperiode sogar, den Hitzestress im Sommer zu kompensieren (Nendel *u. a.*, 2014). Maispflanzen profitieren durch eine frühere Abreife, wenn ausreichend Wasser vorhanden ist (BLE, 2020c) (Abbildung 58).

Durch die Verschiebung/Verlängerung der Vegetationsperiode steigt aber auch die Planungsunsicherheit für die Landwirte, besonders in Bezug auf Aussaatzeitpunkte und den Anbau von Zwischenfrüchten. Sommerungen und Winterungen bei Getreide, beispielsweise Winterweizen und Sommergerste im Projektgebiet, sind an bestimmte klimatische Ausgangsbedingungen geknüpft, um optimale Erträge zu bringen. Ist es im Herbst und Winter zu lange zu warm, schreitet die Entwicklung der Winterkulturen schon zu weit voran, sodass sie die Überwinterung nicht gut überstehen (UBA, 2017b; VLK, 2019). Fehlt zusätzlich ein ausreichender Kältereiz (Vernalisation) im Winter, kann im Frühjahr die vegetative Phasen nicht in die generative Phase (Schossen, Blütenbildung) übergehen und Ertragsverluste oder ein Totalausfall drohen (VLK, 2019). Für Spargel, wie er im Projektgebiet angebaut wird, gilt das gleiche Prinzip. Sommerungen können bei warmen Temperaturen früher im Jahr ausgesät werden, aber hier erhöht sich die Gefahr von Schäden durch Spätfröste, die noch bis Mitte Mai (Eisheilige) auftreten können. Dies kann auch die Obstbäume auf den Streuobstwiesen in der Region verstärkt treffen, da sich auch ihre Blütezeit nach vorn verschiebt.

Die Klimaprojektionen für Bamberg zeigen, dass Frost-, Eis- und Schneetage zukünftig weiter abnehmen werden (vgl. Kap. 2.3). Im Pflanzenbau wirkt sich diese Entwicklung vor allem negativ auf die Regulierung der Schädlingsbestände aus. Warme Winter können dazu führen, dass bestimmte Schädlinge wie Blattläuse sich ungebremst vermehren und zusätzliche Reproduktionszyklen hervorbringen. Wesentliche Faktoren, die über die endgültige Massenvermehrung entscheiden, sind auch die Niederschläge im Winter, Temperaturschwankungen und das anschließende Frühjahr (sz.de, 2015), z. B. kann es für die Verbreitung des Maiszünslers ruhig kalt sein im Winter, wenn zum Zeitpunkt der Eiablage trockene Bedingungen herrschen (Fuchs, 2018). Die alten Sorten, die Bambergs Gemüseanbau kennzeichnen, sind besonders anfällig gegenüber Schädlingen (z. B. das Bamberger Hörnchen), was sich durch die Klimaänderungen noch verstärken könnte.

Hitze- und Trockenperioden, insbesondere die Frühjahrstrockenheit, führen zu einem verringerten pflanzenverfügbaren Wasserangebot aus Niederschlägen und Grundwasser. Im Jahr 2019 war der Boden im Projektgebiet in 4-5 m trocken – eine Tiefe, die keine klassische landwirtschaftliche Kulturpflanze mehr erreicht (Expertengespräche, 2020). Selbst die Sommergerste, die in der Bamberger Region auf den geringmächtigen Böden des Frankenjura normalerweise gute Bedingungen vorfindet, kann sich ohne ausreichend Wasser im Frühjahr nicht entwickeln. Die indirekten Folgen des klimabedingten Ertragsausfalls bei Braugerste werden in den Ausführungen zum Handlungsfeld „Tourismus“ eingehend diskutiert. Für die Winterkulturen wurde der gleiche Effekt bei der Herbstaussaat beobachtet. Die indirekten Folgen des klimabedingten Ertragsausfalls bei Braugerste werden in den Ausführungen zum Handlungsfeld „Tourismus“ eingehend diskutiert (vgl. Kap. 0). Laut Düngemittelverordnung ist ein Zwischenfruchtanbau vorgeschrieben, aber auch die Zwischenfrüchte wachsen nach der Aussaat nicht an, wenn es zu trocken ist (Expertengespräche, 2020). Die Folgen sind Totalausfälle oder stark verringerte Erträge, denn selbst, wenn die Saat anwächst, kann die Frühjahrs- und Sommertrockenheit dazu führen, dass sich der Entwicklungszeitraum der Pflanze verkürzt, was wiederum

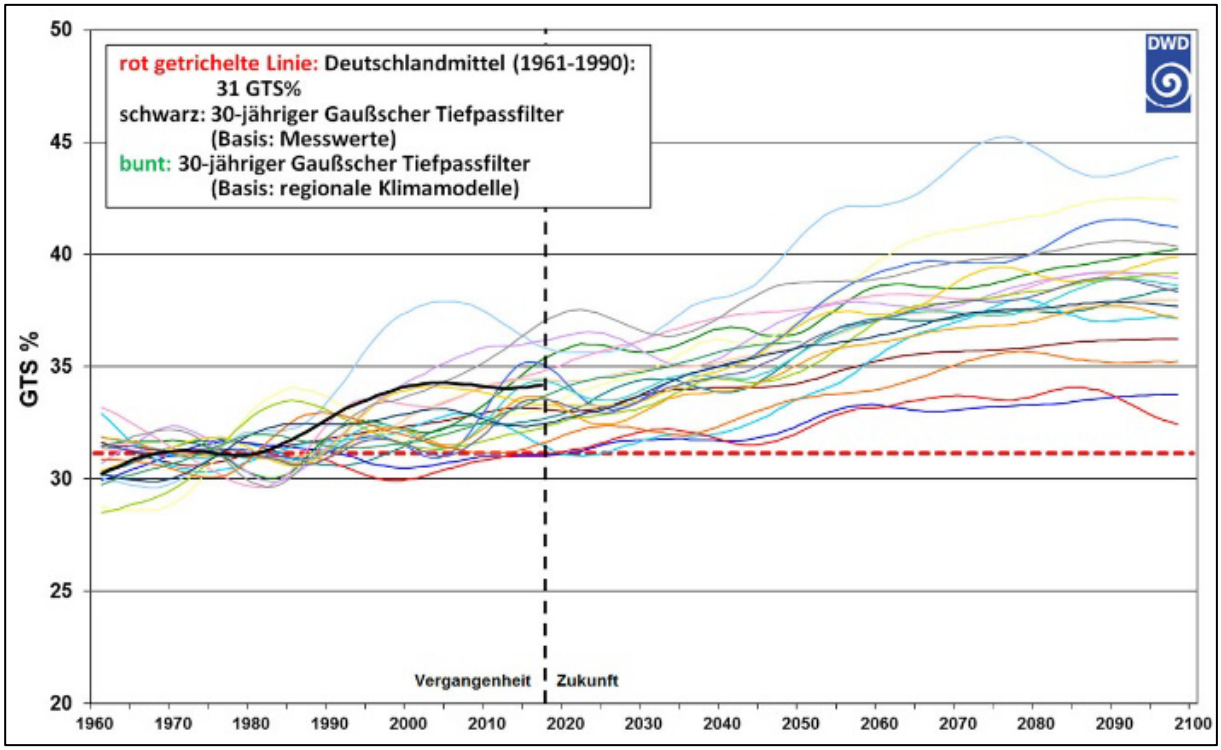


Abbildung 58: Abreife von Mais beschleunigt sich in den Messungen von 1960 – 2019 und wird es den Modellen zufolge auch weiter tun (Trockensubstanzgehalt zum Stichtag 1. Oktober) (BLE, 2020a).

zulasten der Qualität und Fruchtbildung geht (UBA, 2017b). Für Getreidearten und Raps wurden diese Auswirkungen in Oberfranken bereits beobachtet (Heck, 2019). Da Raps für die Fruchtfolge aber so wichtig ist, fallen hier die schwierigen Aussaatbedingungen bei Trockenheit besonders schwer ins Gewicht (br.de, 2019a). Sowieso ist der Rapsanbau schon seit Jahren nicht mehr rentabel und wird daher früher oder später in der Region nicht mehr zu finden sein, was auch für die lokalen Imker problematisch werden könnte (Expertengespräche 2020, (Heck, 2019).

Dem Gemüseanbau in der Stadt schadet die Trockenheit nicht, solange die künstliche Beregnung aufrechterhalten werden kann (Wehner, 2019). Aber auch dieses System hat seine Grenzen und bedarf einer ausreichenden Wasserverfügbarkeit bzw. trägt zu einem Anstieg des Wasserverbrauchs bei. Die Kosten dafür sind zudem nicht zu unterschätzen, sie liegen bei etwa 10 % der Verkaufserlöse

(br.de, 2019a). Vorteilhaft hingegen sind die trockenen Bedingungen bei der Bekämpfung von Pilzkrankheiten. In einigen Regionen Bayerns konnte 2018 und 2019 im Schnitt eine Fungizid-Spritzung beim Getreide eingespart werden (bsz.de, 2019). Der Trockenstress bei den Kulturpflanzen macht sie aber gleichzeitig anfälliger für andere Schädlinge und Krankheiten, denn viele Insektenarten und „Unkräuter" fühlen sich bei diesen Temperaturen besonders wohl und haben dann leichtes Spiel. In der Nord- und Südflur Bambergs war 2019 vor allem der Erdfloh ein Problem beim Kohlrabi-Anbau. Das Fehlen von Niederschlägen und regelmäßigen Überschwemmung der Auenbereiche hat im Norden des Landkreises im FFH-Gebiet entlang der Itz zu einer Massenvermehrung von Wühlmäusen geführt, die die Grünlandkulturen unter der Erde abfressen, die in der Folge dann absterben (Expertengespräche 2020).

Neue Schadinsekten und -pflanzen aus wärmeren, südlicheren Gebieten werden sich noch weiter etablieren und neuartige Schadbilder verursachen sowie Krankheitserreger einschleppen. Da sie sich, u. a. aufgrund von fehlenden Fraßfeinden, ungehindert und invasiv ausbreiten können, ist ihre Bekämpfung oft schwieriger. Für den Obst- und Weinanbau in Franken ist seit 2014 die ursprünglich aus Südostasien stammende Kirschessigfliege ein großes Problem, bei dem chemischen Bekämpfungsmittel nicht helfen (Dieter, 2020). Allerdings benötigt sie neben Wärme auch Feuchtigkeit, was den Landwirten in trocken-heißen Sommern zugutekommt.

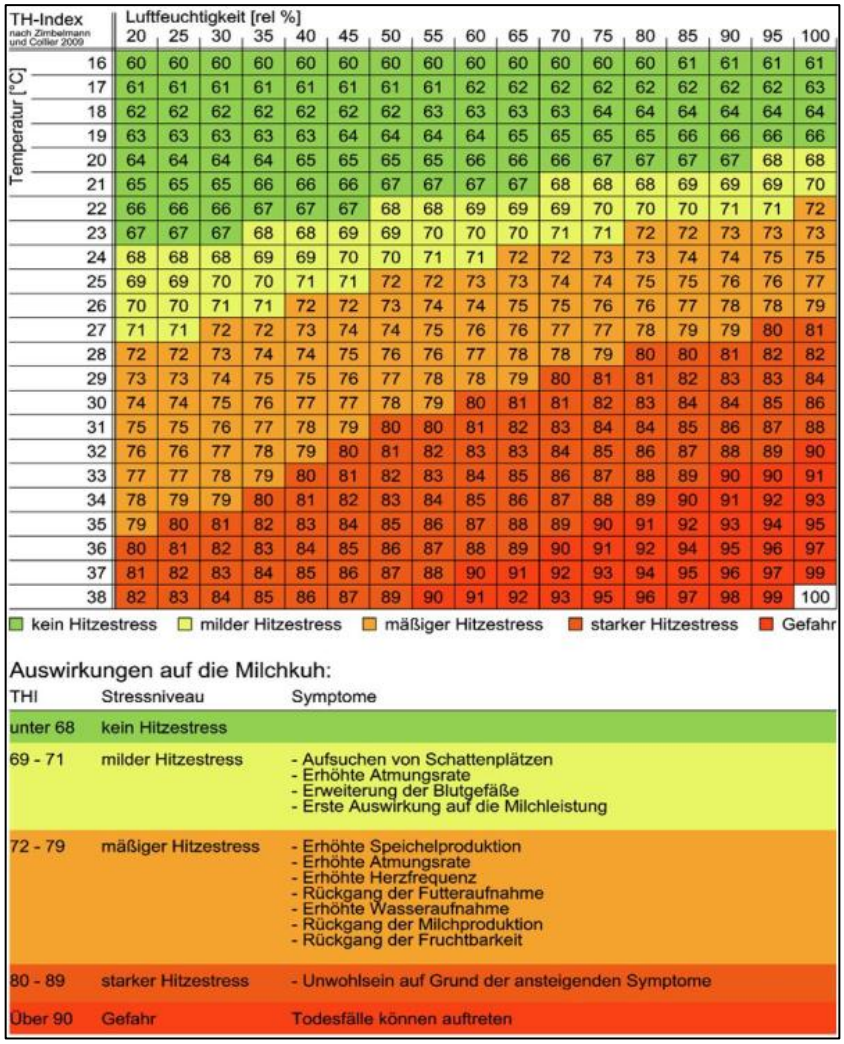
Extremereignisse wie Hagel oder Stürme werden in Zukunft an Intensität und Häufigkeit zunehmen. Für die Landwirte bergen diese Ereignisse große Gefahren hinsichtlich der Ertragssicherheit, zumal sie sich kaum darauf vorbereiten und schützen können. Ein entscheidender Faktor ist der Zeitpunkt des Ereignisses, da es einen großen Unterschied macht, ob die Kulturen schon groß und daher anfälliger gegenüber Sturm bzw. voll entwickelt und daher anfällig gegenüber Hagelschäden sind. Im Raum Frensdorf (Landkreis Bamberg) gab es 2018 ein schweres Hagelereignis und im September des gleichen Jahres ein schweres Sturmereignis in der Region, bei denen der Silomais durch die Schlagkraft der Hagelkörner zerstört wurde und das Getreide sich durch dem Sturm derart gelegt hat, dass es nicht mehr erntewürdig war (Expertengespräche 2020).

In der Wissenschaft wird viel über den sogenannten „CO_2-Düngeeffekt" diskutiert. Die Theorie dahinter besagt, dass eine Erhöhung der CO_2-Konzentration in der Atmosphäre die Photosynthese bei C3-Pflanzen und damit ihre Biomasseproduktion erhöht (Weigel *u. a.*, 2005). Es gibt viele Studien dazu unter künstlichen Laborbedingungen, aber auch in Freiland-Experimenten (UBA, 2017b). Die Zusammenhänge zwischen CO_2 und Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit sind aber noch nicht endgültig verstanden, wobei die beiden letztgenannten wahrscheinlich einen limitierenden Effekt haben (Reich, Hobbie und Lee, 2014). Klar ist, dass die Wassernutzungseffizienz der Pflanzen durch höhere CO_2-Konzentrationen steigen kann und Wachstumsverbesserungen auf niedrigem Niveau erreicht werden können (6 - 14 %), die Qualität der Pflanzen bezüglich der Inhaltstoffe aber sinkt (ebd.).

Grünland und Futterbau

Grünland hat vielfältige Funktionen. In der Landwirtschaft liefern sie das Futter für das Vieh und bilden Futtervorräte für den Winter. Ökologisch gesehen haben besonders extensiv bewirtschaftete Grünländer große Bedeutung für den Arten- und Naturschutz sowie die Biodiversität, denn etwa 40 % aller in Deutschland gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen sind im Grünland zu finden (BfN, 2014). Intensiv bewirtschaftete Grünländer sind artenärmer (ebd.). Außerdem prägen Grünländer das Landschaftsbild, wenn sie große Flächenanteile annehmen, was für die flachen, feuchten bis nassen Tallagen der Flüsse im südlichen Kreisgebiet (z. B. Reiche Ebrach) zutrifft. In Bamberg wird Grünland landwirtschaftlich hauptsächlich zur Futtermittelherstellung genutzt. Weidehaltung findet wenig

bis gar nicht statt (Expertengespräche 2020), denn aufgrund der vergleichsweise geringen Niederschläge in der Region ist das Futter für die Kühe nur einmal im Jahr in einem Zeitraum von zwei Wochen optimal in Bezug auf den Rohfasergehalt (Expertengespräche 2020). In einem Grünlandökosystem dominieren die Pflanzenarten der Gräser, Kräuter und Leguminosen (Weigel, 2016). Im Gegensatz zu Ackerflächen sind Grünländer ganzjährig bewachsen, was unter sich ändernden Klimabedingungen besondere Vorteile in Bezug auf Erosionsgefährdung und Bodenfruchtbarkeit bringt (UBA, 2019a). Studien belegen, dass Grünländer relativ robust gegenüber Extremen wie Dürren und Starkregen (Projekt FORKAST), aber empfindlich gegenüber Klimaveränderungen sind, die mit dem Zusammenwirken von Niederschlag und Temperatur einhergehen. Da Grünländer im Vergleich zu Äckern einen höheren Wasserbedarf haben, sind sie besonders sensibel gegenüber Wassermangel (Weigel, 2016).



TH-Index nach Zimbelmann und Collier 2009

Temperatur [°C] \ Luftfeuchtigkeit [rel %]	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
16	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	61	61	61
17	61	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	62	62	63
18	62	62	62	62	62	62	62	63	63	63	63	64	64	64	64	64	64
19	63	63	63	63	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	66
20	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68
21	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70
22	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
23	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73
24	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
25	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
26	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79
27	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81
28	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
29	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
30	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
31	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88
32	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90
33	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91
34	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
36	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97
37	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	99
38	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100

kein Hitzestress | milder Hitzestress | mäßiger Hitzestress | starker Hitzestress | Gefahr

Auswirkungen auf die Milchkuh:

THI	Stressniveau	Symptome
unter 68	kein Hitzestress	
69 - 71	milder Hitzestress	- Aufsuchen von Schattenplätzen - Erhöhte Atmungsrate - Erweiterung der Blutgefäße - Erste Auswirkung auf die Milchleistung
72 - 79	mäßiger Hitzestress	- Erhöhte Speichelproduktion - Erhöhte Atmungsrate - Erhöhte Herzfrequenz - Rückgang der Futteraufnahme - Erhöhte Wasseraufnahme - Rückgang der Milchproduktion - Rückgang der Fruchtbarkeit
80 - 89	starker Hitzestress	- Unwohlsein auf Grund der ansteigenden Symptome
Über 90	Gefahr	Todesfälle können auftreten

Abbildung 59: Der Temperature-Humidity-Index (THI) verdeutlicht, inwiefern sich eine Kombination aus Hitze und Luftfeuchtigkeit auf die Gesundheit von Milchkühen auswirkt.

Die Folgen sind in Qualität und Quantität des Schnittgutes ablesbar, welches für den Futterbau besondere Eigenschaften besitzen muss (LWK NRW, 2020). Unter längerer Trockenheit leidet besonders das Deutsche Weidelgras, das als Leitgras in Grünlandmischungen vorkommt und die besten Eigenschaften für den Futterbau besitzt (ebd.). Es wird davon ausgegangen, dass sich in Lagen mit weniger als 600 ml Niederschlag die Bestandszusammensetzung auf Kosten der Weidelgrasarten verändert und Ertragseinbußen eintreten (VLK, 2012). In den Jahren 2018 und 2019 lagen die Niederschlagsmengen in Bamberg unterhalb dieser Grenze, was sich besonders in den letzten heißen und trockenen Sommern als problematisch erwiesen hat: 2018 war nur der erste Schnitt noch passabel, die zweiten und dritten Schnitte sind praktisch ausgefallen (Expertengespräche 2020); 2019 war der zweite Schnitt schon nicht so gut und der Dritte ist teilweise ausgefallen (Expertengespräche 2020). Das hat dazu geführt, dass die Futtervorräte in den Silos knapp wurden und zum Teil für den Winter zugekauft werden musste. Da dieser Zustand in vielen trockenen Regionen Deutschlands vorherrschte, hatten sich die Futtermittelpreise im Winter 2018/19 verdoppelt, was neue Herausforderungen

und Planungsunsicherheiten für die Landwirte mit sich brachte. Zusätzlich steigen mit zunehmender Erwärmung die Risiken in der Futtermittelhygiene, da sich Keime sehr viel schneller vermehren können (Miller, 2016).

Folgen für die Tierhaltung

Die tierische Gesundheit und damit, im landwirtschaftlichen Kontext, ihre Leistungsfähigkeit wird ähnlich wie die menschliche Gesundheit besonders durch Hitzeperioden in Verbindung mit hoher Luftfeuchtigkeit beeinträchtigt (THI-Index, siehe Abbildung 59). Tiere haben je nach Tierart, Rasse, Alter, Pigmentierung usw. eine unterschiedliche Toleranz gegenüber hohen Umgebungstemperaturen, wogegen größere Tiere kältere Temperaturen bevorzugen (Fischer, Eulenstein und Werner, 2014; Mertens, 2015). Schweine und Hühner kommen demnach mit höheren Temperaturen besser zurecht als Rinder, können jedoch nicht schwitzen. Ändert sich die Temperatur drastisch und dauerhaft, kann das Auswirkungen auf das tierische Herz-Kreislaufsystem, den Stoffwechsel, das Immunsystem oder die Fruchtbarkeit haben (VLK, 2012). Im Landkreis Bamberg werden überwiegend Milchkühe gehalten, die sich allgemein bei ca. 10 °C Umgebungstemperatur am wohlsten fühlen (Expertengespräche 2020). An heißen Tagen, wie sie in den letzten Sommern im Projektgebiet eher die Regel als die Ausnahme waren, sind bereits 25 °C problematisch, ab 35 °C ist der Hitzestress bei den Tieren enorm (Expertengespräche 2020). Bei einer Luftfeuchtigkeit von über 65 % können schon 24 °C extrem belastend und leistungslimitierend sein, bei 35 °C und 25 % besteht Lebensgefahr für Milchkühe (Abbildung 59; (LfL Bayern, 2020)). Der Zusammenhang zwischen Hitze und Luftfeuchtigkeit gilt auch für andere Tierarten, aber Rinder sind besonders stark betroffen (Expertengespräche 2020). Im Einzelnen führt eine Überhitzung zu einem erhöhten Bedarf an Trinkwasser für die Tiere und die Nahrungsaufnahme und -verwertung ist reduziert (Fischer, Eulenstein und Werner, 2014). Ökonomisch bedeutet das für Milchvieh-Halter, dass die Qualität (Protein-, Fett- und Mineralstoffgehalte) und Quantität der Milch oder des Fleisches sowie der Zuchterfolg durch bspw. eine schlechtere Entwicklung des Fötus verringert sein können (VLK, 2012). Bei Hühnern ist bekannt, dass es bei zu hohen Temperaturen zu Legeproblemen mit kleineren Eiern kommt (Schenkel, 2018). Mastschweine nehmen ab einer Umgebungstemperatur von 23 °C etwa 100 g weniger Futter pro zusätzlichen Grad Temperaturanstieg auf, was sich letztendlich auf die Effizienz der Fleischproduktion auswirkt (BLE, 2020b). Die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutztV) regelt die Haltung von Nutztieren und gibt Vorgaben zu Temperaturgrenzwerten. Im Projektgebiet werden beispielsweise schon seit 20 Jahren Offenställe zur besseren Durchlüftung gebaut, die jedoch den Nachteil mit sich bringen, dass klimaschädliche Gase wie Lachgas und Methan dann vermehrt an die Umwelt abgegeben werden (Expertengespräche 2020). Außerdem steigen mit dem Einsatz zusätzlicher technischer und baulicher Hitzeschutzmaßmahnen die Energie- und Baukosten.

Wie bereits in obigen Abschnitten erläutert, können Schaderreger in der Umwelt, aber auch im Futter durch höhere Temperaturen und längere Vegetationsperioden sowie Folgen durch bestehende Parasiten, wie Nematoden und Bandwürmer (VLK, 2012), zunehmen. Diese können auch für die Tiere gefährliche und bisher unbekannte Schädigungen mit sich bringen, wie z. B. die Blauzungenkrankheit bei Rindern. Wie die Pflanzen, so können auch Tiere, wie oben erläutert, durch die klimatischen Veränderungen geschwächt werden und wären dann entsprechend anfälliger. In Bamberg sind in den letzten Jahren vergleichsweise viele Betriebe aus der Viehhaltung, besonders der Rinderhaltung, ausgestiegen (Expertengespräche 2020). Die Gründe dafür sind vielschichtig, aber der Klimawandel kann durch Verluste bei Ernte und Ertrag sowie der Futtermittelherstellung, ebenso durch neue kostenintensive bauliche Investitionen dazu beitragen, dass sich Landwirtschaft nicht mehr rentiert.

Teilstrategie

Das Handlungsfeld Landwirtschaft spielt in der Stadt Bamberg eher eine untergeordnete Rolle (Fläche ca. 16 %), im Landkreis ist es mit einer Flächeninanspruchnahme von ca. 45 % relevanter. Die Ausführungen zu den Klimafolgen im Handlungsfeld zeigen, dass die Landwirtschaft im Projektgebiet schon kurzfristig stark, insbesondere durch Wassermangel infolge von Trockenheit und Hitze, betroffen sein wird. Gleichzeitig ist sie sehr anpassungsfähig, weil sie seit jeher mit den dynamischen Einflüssen der Witterung zurechtkommen musste und der überwiegende Teil der Betriebe im Projektgebiet Landwirtschaft nur im Nebenerwerb betreibt und somit das ökonomische Risiko etwas gestreut wird. Gleichwohl verstärkt sich diese Dynamik gerade und es zeigt sich, zumindest kurzfristig an den heißen und trockenen Sommern der letzten Jahre, dass akute Probleme auftreten, besonders im Pflanzenbau und der Grünlandwirtschaft. Der Pflanzenbau ist jedoch grundsätzlich flexibler als die Viehzucht, weil sich die Produktionszyklen hier von Jahr zu Jahr anpassen können. Ungeachtet dessen muss für eine rentable landwirtschaftliche Produktion eine längerfristige Ertrags- und Planungssicherheit erhalten bleiben. Daher sollte das oberste Ziel einer Anpassungsstrategie sein, die Schäden durch den Klimawandel möglichst zu minimieren und auch mögliche Chancen zu nutzen, die sich z. B. durch eine verlängerte Vegetationsperiode ergeben können.

Neben den Folgen des Klimawandels wird jedoch immer offensichtlicher, dass weitere Rahmenbedingungen einen ebenso großen Einfluss auf die zukünftige Verwundbarkeit des Handlungsfeldes ausüben werden. Hier spielt das Spannungsfeld zwischen gesellschaftlichen Anforderungen (u. a. Umweltschutz, Tierwohl, günstige Preise), agrar- und umweltpolitischen Voraussetzungen (u. a. Düngemittelverordnung, Bürokratie) und der Sicherung der eigenen Existenz im internationalen Wettbewerb der Agrarmärkte eine entscheidende Rolle. Dieses komplexe Gefüge der zugrundeliegenden Bedingungen wird auch in Zukunft nicht so einfach entzerrt werden können, sondern sich durch den Klimawandel möglicherweise noch verdichten. Für den Raum Bamberg hat es bereits jetzt zur Folge, dass landwirtschaftliche Betriebe aufgeben müssen. Dieser Trend muss gestoppt und die Wettbewerbsfähigkeit der Kleinbauern und Familienunternehmen mindestens erhalten werden, denn die historisch gewachsene Kulturlandschaft ist auch Teil des Landschaftsbildes, sie trägt zur hohen Biodiversität bei und stiftet der Region Identität (vgl. Maßnahmen L 05). Um das zu erreichen, sollte ein Dialog angestoßen werden, der eine andere Form der gesellschaftlichen Wertschätzung für die Erzeugung von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln zum Ziel hat (Maßnahmen L 03). Dieser Dialog sollte auch ein Umdenken der Landwirte beinhalten, denn in den letzten Jahrzehnten wurden die Produktionsmethoden rationeller und intensiver, der Einsatz von Pestiziden ist gestiegen und Grünland wurden umgebrochen.

Die Herausforderungen sind kaum kleinräumig auf regionaler Ebene zu bewältigen und zu bedenken, dennoch gibt es einige Handlungsoptionen. Viele mögliche Maßnahmenansätze wie Erosionsschutz an Hängen, Humusbildung zur Bodenfruchtbarkeit oder ein verbessertes Wassermanagement (vgl. Maßnahmen L 01 und L04) sowie bauliche Anpassungen der Ställe usw., von denen einige als sogenannte „No-Regret-Maßnahmen“ angesehen werden können, können auch kurzfristig von den Landwirten umgesetzt werden. Sie sind teilweise seit Langem bekannt, teilweise etabliert und erhöhen die Resilienz der Produktionssysteme ohne sie nachhaltig zu schädigen. Einige Maßnahmen benötigen jedoch einen längeren Vorlauf, weil zu ihnen erst noch geforscht werden muss und die Risiken eines Nicht-Funktionierens groß sind, z. B. hinsichtlich Sorten und Züchtungen, verbesserten Prognose- und Entscheidungshilfesystemen in Bezug auf Pflanzenschutzmittel, angepassten ackerbaulichen Produktionssystemen usw. Zuletzt lassen sich die schädlichen Auswirkungen des Klimawandels jedoch nicht vollständig vermeiden, weshalb längerfristige Reserven und Versicherungen in

vielerlei Hinsicht immer wichtiger werden (Maßnahmen L 02). Dennoch gilt auch hier, dass zukunftsfähige ökonomische und ökologische Belange sowie eine gesellschaftliche Akzeptanz die Basis für alle getroffenen Maßnahmen bilden müssen. Die im Untersuchungsraum anzutreffende Vielfalt an Standorten in landwirtschaftlicher Nutzung, die großen Unterschiede bezüglich der Ertragspotentiale von flachgründigen armen Grenzertragsböden im Jura bis zu intensiv betriebenen Sonderkulturen in der Ebene bei Hirscheid, ferner die kaum vergleichbaren einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe mit ihren individuellen Betriebszielen, erfordern auf dem Gebiet der Klimawandelanpassung im Grunde eine entsprechende Vielfalt an Maßnahmen, die jedoch nur schwer zu koordinieren und zusammenzufassen ist. Aus praktischen Gründen fand aufgrund von Diskussionen mit ortsansässigen Fachleuten und Bürgern in mehreren Workshops und ergänzenden Kontaktgesprächen die Auswahl derjenigen Maßnahmen statt, die für den Untersuchungsraum als am wichtigsten gelten und für die Ziele der Klimaanpassung als am ehesten zielführend sind.

Maßnahmen

L 01 FÖRDERUNG EINER BODENSCHUTZORIENTIERTEN LANDWIRTSCHAFT

Kurzbeschreibung:
Starkniederschläge bedrohen die Bodenfruchtbarkeit durch Erosion, Dürrefolgen werden verstärkt durch zu intensive Drainage. Ganzjährige Bodenbedeckung, adäquate Fruchtfolgen und hangparallele Bodenbearbeitung können Ackerbetriebe widerstandsfähiger gegen Wetterextreme machen. Die Erhaltung eines ausreichenden Humusanteils im Boden und die gezielte Wasserrückhaltung gehören ebenfalls zu diesen Erfordernissen. Diese Forderungen sind nicht neu, es gibt auch in der bayerischen Erosionsschutzverordnung von 2015 Bestimmungen zu ihrer Erfüllung (Pflugverbote auf bestimmten Standorten, Verpflichtung zum Zwischenfruchtanbau). Das Erosionsschutzkataster weist dafür bis herunter zu Feldstücken drei Gefährdungsklassen aus. Diese Vorgaben müssen aber in der vorherrschenden Nebenerwerbslandwirtschaft noch stärker propagiert und gefördert werden. Aus Gründen des vorsorgenden Verbraucher-, Boden- und Gewässerschutzes (Rückstände von z. B. Schwermetallen, Medikamenten) soll auf eine landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlämmen kommunaler Kläranlagen zur Humusanreicherung verzichtet und seine Verbrennung die bevorzugte Form der Entsorgung werden. Die Wasserrückhaltung in der Landschaft (u. a. für zunehmenden Bewässerungsbedarf) erfordert ein gezieltes, systematisches Programm. Der Verzicht auf Drainage in feuchten Lagen, besonders im Oberlauf von Fließgewässern, kann nur ein kleiner Teil davon sein.

Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Landwirtschaft**
Verantwortlichkeit	Landwirte und Gartenbaubetriebe müssen diese Wirtschaftsform umsetzen und sollen dabei durch das AELF und Bauernverbände beraten und unterstützt werden, insbesondere durch die Wasserberater an den AELF.
Aufwand für Akteure	Die Maßnahme kann mit unterschiedlicher Intensität und entsprechendem Aufwandsniveau erfolgen. Ein mittlerer bis hoher Aufwand sollte im Planungsraum betrieben werden, zumal Erosionsschutz usw. auch unabhängig vom Klimawandel sinnvoll sind. Die Beratung durch die Wasserberater sollte für die landwirtschaftlichen Betrieb kostenfrei sein.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Die Wasserberater sollten vor der Herbstaussaat landwirtschaftliche Betriebe zu den Agrarumweltmaßnahmen (KULAP und VNP) beraten.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Die Handlungsfelder Wasserwirtschaft (Landschaftswasserhaushalt) und Biodiversität würden profitieren.
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist auf jeden Fall sinnvoll (robust) und kann flexibel gehandhabt werden.

Maßnahmenindikator	Fläche der relevanten Agrarumweltmaßnahmen im Landkreis
Regionalisierung	Die Maßnahme ist mit ihren jeweiligen Schwerpunktsetzungen (z. B. Erosionsschutz oder Wasserrückhaltung) überall zu empfehlen.
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren), einige Ansätze mit 5jähriger Laufzeit wurden bereits in Angriff genommen **Dauer:** laufend Wichtig ist, dass ausreichende finanzielle Mittel vom Freistaat Bayern zur Verfügung gestellt werden.
Best-Practice Beispiele	• Das Beispiel Luzerne: Sie ist ein Tiefwurzler (1-2 m) und kommt dadurch mit Trockenheit besser als andere Fruchtarten zurecht. In den Trockenjahren reichte das jedoch nicht mehr. Luzerneanbau ist gut geeignet als Hauptfrucht, etwa 2-3 Jahre und auch zur Stickstoffanreicherung im Boden. • Mögl. Ansprechpartner: Pflanzenbauberater an den AELF

L 02 BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHES RISIKOMANAGEMENT ETABLIEREN

Kurzbeschreibung
Bessere und überbetriebliche Möglichkeiten sind zu schaffen bzw. zu stärken, um Ernteausfälle und finanzielle Ausfälle durch Wetterextreme (z. B. Dürreperioden, Überflutungen) durch eine „Klimarücklage" auszugleichen bzw. zu überbrücken. Selbstorganisierte genossenschaftliche Rücklagenbildungen, Versicherungen gegen Ertragsausfälle durch Folgen von Extremwetterlagen sind erforderlich; Für ihre Einrichtung und Akzeptanzförderung sollte es Subventionen des Bundes geben.

Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Landwirtschaft**
Verantwortlichkeit	Gesetzliche Grundlagen und Rahmenbedingungen sind auf Bundesebene zu schaffen. Bauernverbände müssen als Vertreter der Landwirte und Vermittler zur Bundesebene fungieren.
Aufwand für Akteure	Zu hohe Kosten bei Versicherungen und Versicherten sollten durch Zuschüsse gemildert werden.
Umsetzungsgrundlagen/ -schritte	Bei Anerkennung einer großflächigen Katastrophenlage (Definitions- und Bemessungsprobleme) kann der Bund Ausgleichszahlungen leisten.
Querverweise, Konflikte und Synergien	
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist auf jeden Fall sinnvoll (robust) und wird mit zunehmend stärkeren Folgen des Klimawandels dringlicher.
Maßnahmenindikator	Statistik, Berichterstattung
Regionalisierung	Die Maßnahme ist bundesweit zu empfehlen.
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) Nachdem jahrelang darüber diskutiert wurde, ist die Forderung nach sofortigem Beginn nach den Dürrejahren 2018 und 2019 hochaktuell, zumal die Frühjahrswitterung 2020 Anlass zu Befürchtungen auf ein weiteres Dürrejahr gibt. **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	In anderen Ländern (Österreich, Italien, Spanien, Frankreich, USA) unterstützt der Staat Ertragsausfall- oder Dürreschäden-Versicherungen. Landwirte wären bereit, auf Ausgleichszahlungen der EU (GAP) zu verzichten, wenn in einen Fonds eingezahlt werden könnte (Expertengespräche 2020).

L 03 KONSTRUKTIVER DIALOG ZWISCHEN LANDWIRTEN UND VERBRAUCHERN

Kurzbeschreibung *Das Wissen der Bevölkerung zur landwirtschaftlichen Produktion und zu den Randbedingungen, unter denen landwirtschaftliche Betriebe arbeiten, muss zunächst gestärkt werden, da „romantische" Vorstellungen und raue Wirklichkeit oft stark divergieren. Die Landwirtschaft sollte mehr Transparenz über Klimawandelschäden und ihre Schritte zur Klimaanpassung zeigen, damit „vorausschauendes" Handeln stärker durch die Kunden honoriert werden kann. Klimaanpassung bedarf der Förderung von Akzeptanz und Respekt für die Arbeit der Landwirte; andererseits kann ein Dialog auch bei den Landwirten verstärktes Verständnis für die gegenwärtigen und zukünftigen Erfordernisse (z. B. durch Naturschutz) fördern.*	
Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Landwirtschaft**
Verantwortlichkeit	Bauernverbände u. AELF können als Vermittler auftreten. Engagierte Landwirte können und sollen als Träger von Veranstaltungen (z. B. Tag der offenen Tür, Gläserner Bauernhof usw.) wirken.
Aufwand für Akteure	Abhängig vom konkreten Konzept
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Das Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung verlangt erhebliche Beiträge der Landwirtschaft zur CO_2-Absenkung und viele Maßnahmen der Klimaanpassung, die meist mit Ertragseinbußen verbunden sind. Es gibt auch vielfache Vorschläge zur Kompensation der Verluste durch die Nutzung von Fördermaßnahmen, wobei es oft um die Umgestaltung oder sinnvoll vernetzte Verknüpfung von möglichen Maßnahmen der zahlreichen bereits existierenden Fördermöglichkeiten geht.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Der Naturschutz (HF Biodiversität), Tierschutz und Ernährungskunde (HF Gesundheit), aber auch andere Bereiche können ebenso wie die Landwirtschaft selbst von den gegenseitigen Gesprächen profitieren, da sehr unterschiedliche Themen und lokale Probleme angesprochen werden können.
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist auf jeden Fall sinnvoll (robust) und kann phantasievoll und flexibel gehandhabt werden.
Maßnahmenindikator	Da sehr unterschiedliche Detailziele angesteuert werden können, sind generell gültige Indikatoren kaum vorstellbar.
Regionalisierung	Die Maßnahme ist vorzugsweise für den Landkreis zu empfehlen.
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	Mögl. Ansprechpartner: Verbände des Umwelt- und Naturschutzes, Unternehmen.

L 04 ÖKOLOGISIERUNG DER LANDWIRTSCHAFT

Kurzbeschreibung *Durch extern verursachte Sachzwänge (Strukturänderungen nach dem Prinzip „Wachsen oder Weichen") und „neoliberale" Förderpolitik, insbesondere auf EU-Ebene, ist es in der Landwirtschaft in ökologischer Hinsicht zu Fehlentwicklungen gekommen, die nicht zuletzt unter dem Aspekt der Klimaanpassung korrigiert werden müssen. Auf übertriebene Stickstoffdüngung, insbesondere mit energetisch aufwendigem Mineraldünger, aber auch mit Gülle aus Massentierhaltungen sollte verzichtet werden, ebenso auf Pflanzenschutzmittel, die das Ökosystem gravierend schädigen. Stattdessen sollte der Humusaufbau im Boden gefördert und das Wasserrückhaltevermögen in der Landschaft gesteigert werden. Die Biodiversität sollte wieder durch Ackerrandstreifen („Blühstreifen"), temporäre Brache usw. gesteigert werden.*	
Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Landwirtschaft**
Verantwortlichkeit	Landwirte, die durch staatliche Förderung (MELF) unterstützt und durch spezialisierte Fachleute (z. B. beim AELF) beraten werden müssen.
Aufwand für Akteure	Abhängig vom konkreten Konzept

Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Stufenweises Vorgehen, auch angepasst an die Marktsituation und jeweils aktuelle Förderungsmöglichkeiten.
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Insbesondere das HF Biodiversität, der Tierschutz und eine gesunde Ernährungskunde (HF Gesundheit) würden profitieren. • Die anvisierte Verbesserung der Ertragssituation wirkt sich langfristig positiv in wirtschaftlicher Hinsicht aus (HF Industrie/ Gewerbe).
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist auf jeden Fall sinnvoll (robust) und kann flexibel gehandhabt werden.
Maßnahmenindikator	Monitoring von Bioindikatoren (Artenspektrum, Vorkommen von Leitarten, Bodeneigenschaften wie Humusgehalt), Qualität des Grundwassers und ggf. von Oberflächengewässern.
Regionalisierung	Die Maßnahme ist überall und für alle Bereiche der Landwirtschaft, auch die Tierhaltung zu empfehlen.
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren), Ansätze sind im Landkreis schon vorhanden (z. B. Blühstreifen) **Dauer:** laufend (Daueraufgabe)
Best-Practice Beispiele	• Die Maßnahme wurde von Teilnehmenden der Workshops eingebracht und als dringlich empfohlen. • Mögl. Ansprechpartner: Verbände des Umwelt- und Naturschutzes, Verbraucherverbände, Unternehmen, insb. des Handels (Regionale und ökologisch zertifizierte Produkte)

L 05 ERHALTUNG, SINNVOLLE NUTZUNG UND WEITERENTWICKLUNG DER GÄRTNERSTADT

Kurzbeschreibung
Bedingt sowohl durch die topographische Lage als auch durch die historische Stadtentwicklung besteht die als Welterbe anerkannte Altstadt von Bamberg aus den drei sehr unterschiedlichen Bereichen „Bergstadt" (Klerus), „Inselstadt" (Bürger) und „Gärtnerstadt" (Versorgung). Es ist eine aus der Sicht der Klimaanpassung einmalige und außerordentlich vorteilhafte Situation, dass in der Gärtnerstadt durch den traditionellen und teilweise bis heute aktiven Betrieb von zahlreichen Gärtnereien im Bereich der Innenstadt große unversiegelte und landwirtschaftlich (gärtnerisch) nutzbare Flächen erhalten geblieben sind. Wie das auch in anderen Städten der Fall wäre, stehen diese heute teilweise nur noch extensiv genutzten Freiräume einerseits stark unter dem Druck in Richtung „baulicher Aufwertung". Andererseits sind sie essenzieller Teil des Welterbes und erfahren auch in ihrem jetzigen Bestand zunehmende Wertschätzung für die Stadtentwicklung durch die Belange der Klimaanpassung. Die Erhaltung dieser Flächen im gegenwärtigen Ausmaß ist eine wichtige Aufgabe der Klimaanpassung, die nur durch Fortführung (bzw. Wiedereinführung) der gärtnerischen Nutzung gewährleistet werden kann.
Um den traditionellen Gartenbau dauerhaft rentabel zu halten, sind einige Verbesserungen erforderlich: 1. Bewahrung der Strukturen und Erfahrungen der Modellprojekte „Urbaner Gartenbau" und „Solidarische Landwirtschaft" (SOLAWI) auf Dauer; 2. Bessere Bekanntmachung der Produktionsstätten bei Bürgern und Touristen durch ein überzeugendes Marketingkonzept; 3. Attraktivitätssteigerung der Standorte und ihres Zentrums durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit und die Übernahme von überörtlichen Informationsaufgaben zur ökologisch orientierten Landwirtschaft.

Cluster IV: Land	**Handlungsfeld: Landwirtschaft**
Verantwortlichkeit	• Primär lokale Gartenbaubetriebe und ihr Verbund; • Unterstützung durch Bürgervereine, Stadtverwaltung (Stadtplanung, Landwirtschaft, Tourismus, Kultur und Denkmalschutz) und AELF
Aufwand für Akteure	Es sind mehrere Intensitätsstufen denkbar. Höherer Aufwand ist empfehlenswert (Verstetigung der Aufwendungen des Modellprojekts „Urbaner Gartenbau" von 2010 in Höhe von 1,27 Mio €)
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Vorbereitungen und Grundstrukturen sind dank früherer Modellprojekte vorhanden. Zukunftsperspektiven und daraus zu entwickelnde Projekte sind zu

	erarbeiten.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Die Maßnahme sollte sich nicht auf den Kernbereich Landwirtschaft (Gartenbau) beschränken, sondern sich als echte Querschnittsaufgabe verstehen, indem sie zugleich den Handlungsfeldern Stadtplanung, Biodiversität, Kultur und Tourismus dient.
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist auf jeden Fall sinnvoll (robust) und kann flexibel gehandhabt werden.
Maßnahmenindikator	Umsatz und Betriebsergebnis der beteiligten Betriebe; Anzahl und Teilnehmerzahlen von Veranstaltungen.
Regionalisierung	Die eigentliche Maßnahme betrifft die Stadt Bamberg. Sie könnte sich als Kontaktstelle und Informationsschwerpunkt für Landwirtschaft in Stadt und Kreis etablieren.
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) bis mittelfristig (3 bis 10 Jahre), Vermeidung von Unterbrechungen, da Vorlauf durch Modellprojekte zu verstetigen ist. **Dauer:** laufend (Daueraufgabe)
Best-Practice Beispiele	

3.5.2. Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft

Ausgangssituation

Die Region (Stadt und Landkreis Bamberg) ist zu 39,1 % von Wald bedeckt, etwas mehr als der Freistaat (36,9 %). Schon dieser erhebliche Flächenanteil ist ein Indikator für die bedeutende Rolle, die dem Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ im Rahmen einer regionalen Vulnerabilitätsanalyse und Maßnahmenentwicklung zur Klimafolgenanpassung zukommt.

Der Wald in der Stadt und dem Landkreis Bamberg musste bereits bisher mit relativ niedrigen Werten an jährlichem Niederschlag auskommen: Die durchschnittlichen Jahresniederschläge liegen im Bereich zwischen 580 und 750 mm. Hinzu kommt, dass viele Wälder auf sandigen Böden stocken, die eine geringe Wasserhaltekraft besitzen. Wälder leiden auf diesen Standorten analog zur Landwirtschaft bereits heute unter Trockenstress (➢ Landwirtschaft). Auf Grundlage der Klimaszenarien, die in diesem Gutachten berechnet wurden (s. Kap. 2.3), muss von einer Verschärfung der Situation ausgegangen werden (vgl. auch AELF, 2020). Die beiden direkt aufeinander folgenden Dürre- und Hitzejahre 2018 und 2019 mögen heute noch als einmaliges Zusammentreffen ungünstiger Einflüsse auf die Wälder der Region angesehen werden, aber die dramatischen Folgen dieses Doppel-Ereignisses in Verbindung mit den Voraussagen der Klimamodelle zeigen, was mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Wald und Forstwirtschaft zukommt: Nahezu total ausfallende Baumarten (einstweilen die bisherige „Brotbaumart“ Fichte), Waldbrände, Sturmschäden, Insektenschäden und eine desaströse Störung einer geplanten und geregelten Forstwirtschaft.

Klimawirkungen

In diesem Abschnitt werden zunächst die Klimawirkungen für die Forstwirtschaft untersucht. Im Anschluss werden die speziellen Auswirkungen des Klimawandels für die Wälder in Stadt und Landkreis Bamberg dargelegt.

Forstwirtschaft im Klimawandel

Die totale Abhängigkeit der Forstwirtschaft vom Standort (Naturraum, Boden und Klima) ist allen

damit Befassten (Waldbesitzer*innen, Forstbediensteten, Ökolog*innen usw.) als Selbstverständlichkeit geläufig. Wegen der langen Produktionszeiträume in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft, die ein Jahrhundert umfassen (z. B. Fichtenwirtschaft) oder diese Zeitspanne noch deutlich überschreiten (z. B. Buche mit üblichen Rotationsperioden von ca. 140 Jahren), ist es eine gängige Praxis, Risiken, auch solche von eher seltenen Ereignissen, schon bei der **Baumartenwahl** zu berücksichtigen.

So wird nach Möglichkeit der Anbau der Kiefer dort vermieden, wo regelmäßig mit Nassschnee-Ereignissen zu rechnen ist, weil Kiefernbestände an solchen Standorten – besonders im Stangenholzalter – stark schneebruchgefährdet sind. Ebenso ist bekannt, dass die Fichte auf wechselfeuchten Standorten (Bodentyp Pseudogley) zwar gute Zuwachsleistungen erzielt, aber stark windwurfgefährdet ist; sie sollte (schon bisher) auf solchen Waldstandorten besser gar nicht, zumindest aber nicht in Form von Reinbeständen angebaut werden. Anderenfalls drohte das Risiko für die Bestände, klimabedingt einen Totalverlust zu erleiden, bevor sie einen wirtschaftlich verwertbaren Ertrag erzielen können.

Dies sind seit vielen Jahrzehnten bekannte Fakten und schon traditionelle Routine-Empfehlungen, die aber zeigen, dass es in der Forstwirtschaft ein ziemlich **sensibles Problembewusstsein für langfristige Entwicklungen** gibt, die mit Risiken verbunden sind oder sein können. Bodeneigenschaften und Klimadaten wurden allerdings früher als mehr oder weniger konstant und daher nicht bedrohlich angesehen. Die allermeisten Waldbestände in Deutschland, also auch in Oberfranken, wurden zu einer Zeit gepflanzt oder entstanden aus Naturverjüngung, als vom Klimawandel und den damit verbundenen Risiken noch nichts bekannt war. Die starke **Bevorzugung von Nadelhölzern**, insbesondere der Fichte, in tieferen Lagen Oberfrankens auch der Kiefer, war gut begründet:

- Es handelt sich – zumindest bei der Kiefer - um eine im Raum Bamberg natürlich (wenn auch wesentlich seltener als im heutigen Wald) vorkommende Baumart;
- Die Nadelhölzer zeigen gute Zuwachsleistungen und entsprechende Holzerträge;
- Nadel-Stammholz ist auf dem Markt sehr stark nachgefragt und erzielt gute Preise; die Holzindustrie ist europaweit bisher stark auf gute Nadelholzversorgung ausgerichtet.
- Nadelholzkulturen sind einfacher und preisgünstiger anzulegen als Kulturen aus besonders erwünschten Laubholzarten, z. B. der Eiche; sie gelingen auch bei hohen Wildbeständen ohne Zäune, was bei den meisten Laubholzkulturen nicht möglich ist.

Der Anteil der Nadelhölzer an der Bestockung im Wirtschaftswald ist daher (nicht nur im Landkreis Bamberg) wesentlich höher als das in naturnahen Wäldern der Fall wäre. In Bayern würde z. B. der Anteil der Fichte von Natur aus nur wenige Prozent der Waldfläche einnehmen; ihr tatsächlicher Anteil erreicht heute jedoch 41,8 % (LWF, 2017, 2020b).

Sehr bald nach Bekanntwerden der ersten Forschungsergebnisse zum Klimawandel reagierte die forstliche Forschung mit **Risikoanalysen** für den zukünftigen Fichten-Anbau. In kompakter und anschaulicher Form zeigt die Abbildung 60, „**Klimahülle der Fichte“ für Bayern**, dass es bereits vor dem Bekanntwerden des Klimawandels mit der Fichte nicht zum Besten stand.

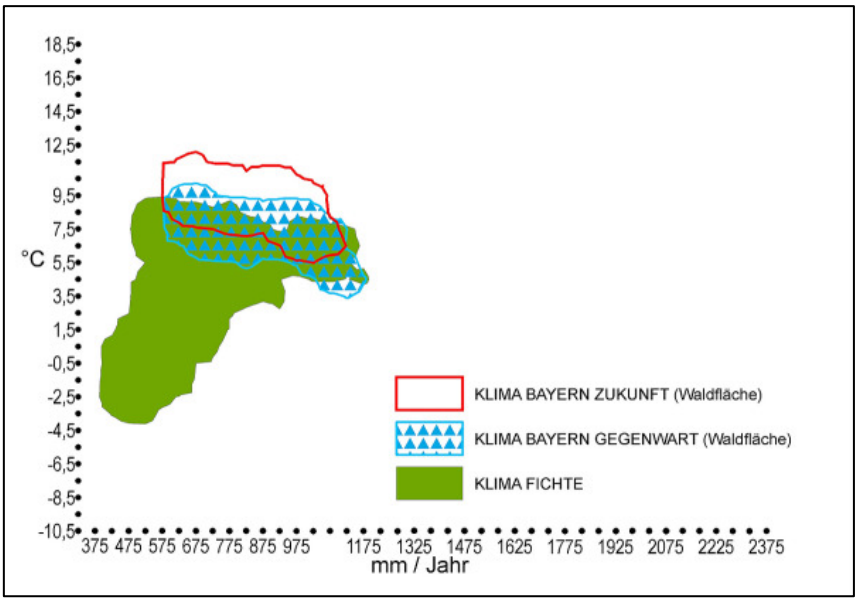


Abbildung 60: **Klimahülle Gemeine Fichte: x-Achse: Jahresniederschlag in mm; y-Achse: Jahresmitteltemperatur in °C; (LWF, 2017). Die Darstellung wurde schon 2007 publiziert; man ging damals noch für die Zeit zwischen 2071 und 2100 von einem Szenario aus, das eine Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um 1,8 °C unterstellte (Kölling, 2007; Kölling, Zimmermann und Walentowaki, 2007).**

Zwischen der X-Achse (Jahresniederschlag in mm) und der y-Achse (Jahresmitteltemperatur in °C) sind als grüne Fläche alle Standorte dargestellt, auf denen die Fichte in ihrem großen Verbreitungsgebiet von Natur aus vorkommt. Überlagert ist diese Darstellung einerseits mit einer entsprechenden Darstellung der Klimawerte für die bayerischen Waldflächen heute (blaue Fläche mit Baumsymbolen) und andererseits mit der Darstellung der Klimawerte derselben Flächen „in Zukunft“ (mit Unterstellung der Erreichung des 2-°C-Limits nach dem Pariser Klima-Abkommen). Man sieht, dass bereits „heute“ (2007) erhebliche Anteile der bayerischen Waldfläche in klimatischer Hinsicht *nicht* geeignet sind für den Fichtenanbau.

Stadt und Landkreis Bamberg gehören komplett in diese Kategorie. In Zukunft wird jedoch nur noch ca. 1/3 der bayerischen Waldfläche als „fichtenfähig“ anzusehen sein. Dies kann auch geographisch konkret dargestellt werden. Die Fichte wird danach auf Hochlagen der Mittelgebirge (z. B. Fichtelgebirge und Bayerischer Wald), den Alpenraum und Teile des Alpenvorlandes zurückweichen müssen. Für den Landkreis Bamberg bedeutet das: Es wird hier in Zukunft praktisch keine Fichten mehr geben dürfen.

Dass es 2018 und 2019 in diesem Raum zu einem starken Fichtensterben kam (Abbildung 61), verursacht teils unmittelbar durch Dürre, teils durch Folgeschädlinge, insbesondere Borkenkäfer, ist daher wenig überraschend.

Lange Zeit galten Laubholzbestände, gewöhnlich dominiert von der Buche, eventuell mit Nadelholzbeimischungen, als optimaler Ersatz für die Fichte. Die Klimahülle für die Buche, analog zur derjenigen für die Fichte aufgebaut (vgl. Abbildung 62) stützt scheinbar diese Annahme (Abbildung 60), denn auch das „zukünftige Klima“ fällt hier noch in den Klima-Toleranzbereich der Buche.



Abbildung 61: Absterbende Fichten in einem Mischbestand, aufgenommen am 20. 6. 2018, nahe der Giechburg im Jura.

Das „zukünftige Klima“ der Darstellung beruhte jedoch auf einem Szenario, das von der Einhaltung des – von der Wissenschaft geforderten und später von der Pariser Weltklimakonferenz akzeptierten – Ziels einer maximalen Erwärmung um 2 °C ausging. Aktuelle Berechnungen mehrerer Klimamodelle kommen jedoch zu dem Ergebnis, dass die Erwärmung nach aller Wahrscheinlichkeit deutlich höher als 2 °C ausfallen wird. Das gilt auch für Stadt und Landkreis Bamberg. Wie dem Kap. 2.2 und 2.3 und dieses Berichts zu entnehmen ist, wird ein Jahr mit Hitze- und Dürrewerten wie 2018 in der Periode 2071 bis 2100 zu den kühleren Jahren gehören. Offiziell wird weiterhin am 2-°C-Ziel festgehalten, obwohl es aktuell nur noch schwer erreichbar ist.

Die LWF in Freising hat inzwischen einen an die aktuellen Klimaszenarien angepassten zweibändigen Leitfaden für die Baumartenwahl als Bestandteil des zukunftsorientierten Waldbaus erarbeitet (LWF, 2019, 2020a). In kompakter Form, als „Baumartensteckbriefe“, sind darin die Eigenschaften und Standortansprüche der jeweils behandelten 16 Baumarten sowie deren Verbreitung in Bayern (Ergebnisse der Bundeswaldinventur) dargestellt. Die ebenfalls wiedergegebenen Klimahüllen berücksichtigen nunmehr bei den Zukunftsaussichten auch die wahrscheinlicher gewordene Möglichkeit, dass das 2-Grad-Ziel der Pariser Klimakonferenz nicht eingehalten wird (Abbildung 63 mit der Kiefer als Beispiel). Aus Baden-Württemberg liegt eine ähnliche Publikation vor (De Avila und Albrecht, 2018); unter den darin vorgestellten 25 Baumarten befinden sich mehr solche, über deren Anbaupotenzial in Mitteleuropa bisher kaum Erfahrungen vorliegen.

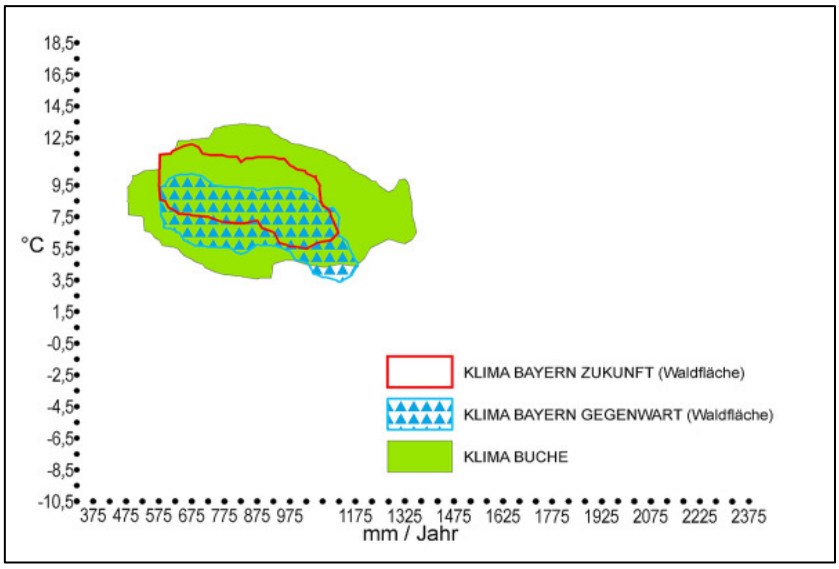


***Abbildung 62: Klimahülle Buche: x-Achse: Jahresniederschlag in mm; y-Achse: Jahresmitteltemperatur in °C (LWF 2017a). Die Darstellung wurde schon 2007 publiziert; man ging damals noch von einer Einhaltung des 2-°C –Ziels aus* (Kölling, Zimmermann und Walentowaki, 2007; Kölling, 2007).**

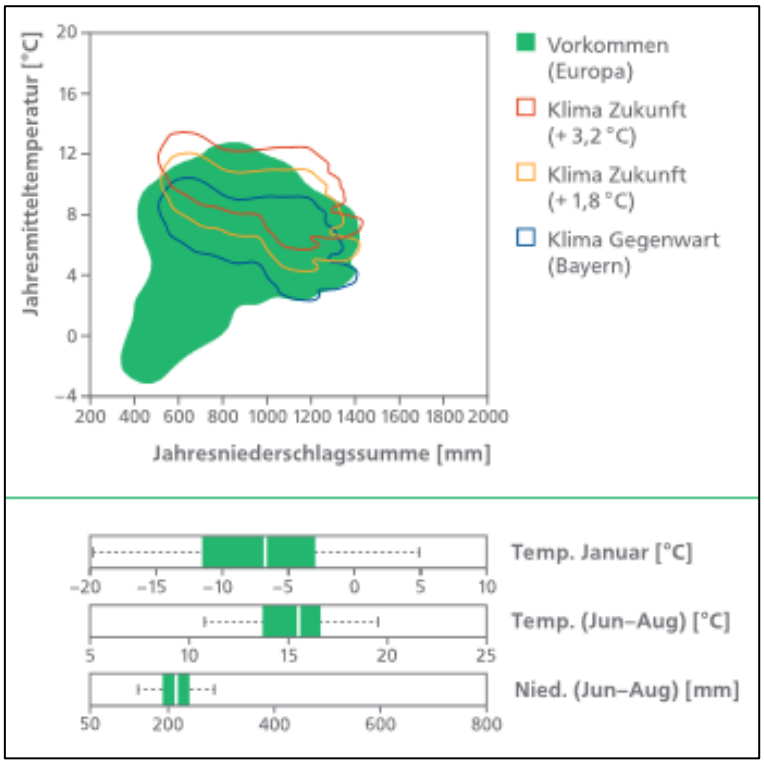


Abbildung 63: Klimahülle der Kiefer und die Klimabedingungen der Waldfläche in Bayern, a) heute, b) bei 1,8 Grad sowie c) bei 3,2 °C Erwärmung. (LWF, 2019). Man sieht, dass für die Kiefer trotz ihrer breiten klimatischen Amplitude bei 3,2 °C Erwärmung in vielen Bereichen Bayerns (in den wärmsten Regionen) die Toleranzgrenzen überschritten werden.

Wie die **Buche** auf die zu erwartenden Veränderungen reagieren wird, konnte (und kann immer noch) studiert werden mit den Beobachtungen, welche Folgen das Doppelereignis „Dürre 2018 und 2019“ für Buchenbestände hatte und noch immer hat, da das Niederschlagsdefizit bis in die Vegetationszeit 2020 nicht ausgeglichen wurde. Auf flachgründigen Standorten kann es zu flächenhaftem

Absterben der Buche kommen. Auf anderen Standorten sind vielfach Altbestände betroffen, indem einzelne Baumkronen oder Kronenpartien frühzeitigen spontanen Blattverlust (teilweise bereits im Juli) erleiden und nicht wieder austreiben, sondern absterben. Bei der Buche hat das die fatale Konsequenz, dass das Holz toter Bäume oder Starkäste durch den Befall mit holzzerstörenden Pilzen sehr schnell seine Festigkeit verlieren kann. Es wird dadurch nicht nur unverwertbar, sondern der Wald wird lebensgefährlich für Waldarbeiter, aber auch für Waldbesucher: Jederzeit, auch ohne Sturm, kann es zu spontanen Abbrüchen schwerer Äste kommen. In Bayern hat es (nach Auskunft des AELF Bamberg) 2019 bereits vor Beginn der Einschlagssaison im Oktober 20 tödliche Arbeitsunfälle gegeben. Im benachbarten Thüringen wurde im Herbst 2019 erwogen, alle Wälder generell für Waldbesucher wegen akuter Lebensgefahr zu sperren.

Fazit für die Forstwirtschaft: Bei Entscheidungen über die Baumartenwahl bei Wiederaufforstungen müssen die zu erwartenden Klimaänderungen und die mit ihnen verbundenen Risiken berücksichtigt werden. Das aber wird schwierig. Eine bisher bevorzugte Hauptbaumart, die Fichte, kann gar nicht mehr nachgezogen werden. Und nicht nur der Anbau der zweiten Hauptbaumart, der Buche (bisher: „Mutter des Waldes“) ist zweifelhaft geworden, weil mit instabilen Beständen zu rechnen ist. Ähnliches ist auch für weitere wichtige Waldbaumarten wie Kiefer und Lärche nachgewiesen: Diese leiden extrem und in bisher unbekanntem Maße an Borkenkäfern und anderen Insektenschäden (Triebenbacher *u. a.*, 2019). Nicht nur in Bayern werden im Frühjahr 2020 starke Waldschäden unterschiedlicher Art und Ausprägung festgestellt (Anonymus, 2020). Zweifellos wird die Forstwirtschaft in Bayern und somit auch im Landkreis Bamberg von den Auswirkungen des Klimawandels stark betroffen sein. Die Wälder in ihrer heutigen Zusammensetzung sind an den Klimawandel nicht angepasst. Die Forstleute haben überall bereits mit dem „Waldumbau“ (das bedeutet in erster Linie Baumartenwechsel bei der Neubegründung von Waldbeständen) begonnen; die Forstwirtschaft reagiert jedoch strukturbedingt wegen ihrer langen Produktionszeiträume sehr träge auf Umstellungen. Aufgrund der Ungewissheit der Entwicklung der multivariaten Forstökosysteme unter dem Einfluss des Klimawandels und einer veränderten Fauna sowie eines profunden Nichtwissen, was die langfristige Geeignetheit von in- oder fremdländischen Baumarten für die Holzproduktion betrifft, spricht einiges dafür, nicht wahllos Ersatz zu pflanzen., sondern den Wald sich stattdessen selbst entwickeln zu lassen und diese Entwicklung sukzessive auf stets neu angepasste Ziele hin zu steuern. (Transformative Anpassung).

Beim planmäßigen, d. h. nicht durch Kalamitäten oder sogar Katastrophen erzwungenen Generationswechsel des Waldes würde es viele Jahrzehnte dauern, bis ein vollständiger Baumartenwechsel vollzogen sein kann. Die Ergebnisse der Vorausberechnungen der Klimamodelle haben aber zu großer Verunsicherung geführt, weil bisher standortsgemäße und bewährte Baumarten plötzlich riskant geworden sind. Die Art und das Tempo beim erforderlichen Waldumbau sind daher zweifelhaft und schwer planbar geworden. Das schafft erhebliche Unsicherheit. Der gegenwärtig zu beobachtende starke Borkenkäferbefall vieler Fichtenreinbestände, die teilweise komplett absterben, kann als Indikator dafür angesehen werden, dass ein ungewollt rascher Waldumbau mit Baumartenwechsel zwangsweise erforderlich werden kann. Aber auch, wenn nur die empfindlichen Bäume eines Bestandes absterben, sind die Schäden unabsehbar: Die genetische Vielfalt der Baumpopulationen wird eingeschränkt (Fussi, Cremer und Konnert, 2010).

Resultierende Empfehlungen für eine forstliche Klimaanpassungsstrategie lassen sich knapp zusammenfassen: „Konträr zu der Vielzahl von Publikationen zu diesem Thema [….] läuft es letztlich immer auf eine Risikostreuung entsprechend der Portfolio-Theorie hinaus.“ (Mosandl 2018). So, wie man Anleger*innen auf dem Kapitalmarkt empfiehlt, ihre Anlage nicht auf eine Möglichkeit zu konzentrie-

ren, sondern zwecks Risikominderung auf mehrere Anlagearten zu verteilen, so werden Waldbesitzer*innen ganz allgemein dahingehend beraten, dass sie unter den Bedingungen großer Unsicherheit für die Zukunft jeweils mehrere Ersatzbaumarten in der Form von Mischbeständen an Stelle der vom Ausfall bedrohten Fichtenreinbestände einsetzen sollten. Wie zusammenfassende Publikationen zeigen, stoßen auch im Bereich von Disziplinen wie Meteorologie/Klimakunde (Lasch-Born *u. a.*, 2018) oder Sozio-Ökonomie (Yousefpour *u. a.*, 2017) die Auswirkungen des Klimawandels auf Wald und Forstwirtschaft und deren Modellierung auf starkes Interesse.

Betroffenheit des Waldes

Waldbau

Die waldbauliche Empfehlung für den Ersatz der instabil gewordenen Waldbestände im Landkreis Bamberg heißt: Begründung von Mischbeständen mit mehreren klimaresilienten Baumarten (zwecks Risikoverteilung), in denen die Fichte nicht mehr vorkommen darf. Eine „gesteuerte Selbstentwicklung/Naturwaldverjüngung“ ohne gezielte Anpflanzungen ist dann zu bevorzugen, wenn die Voraussetzungen dafür vorliegen. Zu den vorgeschlagenen Ersatzbaumarten, die in den zukünftigen Mischbeständen mit hohem Anteil vorkommen sollen, einige Bemerkungen:

Die Buche würde von Natur aus im gesamten Landkreis mit wesentlich höheren Anteilen vorkommen als das heute tatsächlich der Fall ist. Es lägen zwar alle bayerischen Waldflächen innerhalb des klimabedingten Vorkommens der Buche (vgl. Abbildung 62), aber das gilt nur für den (unwahrscheinlich gewordenen) Fall der Einhaltung des 2-°C-Ziels der Klimapolitik. Aus Gründen der ökologischen Stabilität ist ein hoher Buchenanteil am Wald durchaus zu empfehlen. Holztechnologisch und auf dem Holzmarkt ist Buchenholz jedoch ganz anders zu beurteilen als Nadel-Stammholz (Fichte, Kiefer, Tanne, Douglasie). Ob mit der Buche vergleichbare Holzpreise und betriebswirtschaftliche Ergebnisse zu erzielen sind wie bei den Nadelhölzern, wird von vielen Fachleuten bezweifelt. Andere verweisen auf Fortschritte der Holztechnologie und eine mögliche Umstrukturierung des Holzmarkts sowie der Holzindustrie, sie haben daher eine optimistischere Sicht auf die forstliche Zukunft mit einem hohen Buchenanteil. Nach neueren Klimaprognosen und Beobachtungen aus den Jahren 2018 und 2019 ist die Buche schon als deutlich risikobehaftet anzusehen.

Stiel- und Traubeneichen sind unter den heimischen Baumarten diejenigen, denen man gegenwärtig noch am ehesten zutraut, dass sie sich unter Bedingungen eines verstärkten Klimawandels bewähren können. Sicher ist das aber auch nicht. Viele forstschädliche Insektenarten befallen die Eichen. Ob die dadurch verursachten Schäden auch dann moderat bleiben, wenn diese Insekten noch mehr durch die Erwärmung begünstigt werden und wenn neue Arten hinzukommen, ist ungewiss. Die starke Ausbreitung des Eichenprozessionsspinners im letzten Jahrzehnt verstärkt die Bedenken, in diesem Spezialfall weniger wegen der Waldbäume als wegen der langfristig gravierenden Gesundheitsgefahren für Menschen durch die Raupenhaare (➢ Gesundheit).

Die Kiefer ist eine im Landkreis verbreitete und bewährte Baumart, deren Anbau weiterhin möglich ist, vielleicht weniger in Reinbeständen als vermehrt in Mischung mit anderen Baumarten. Durch den Ausfall der Fichte wird Kiefernholz langfristig auf dem Holzmarkt verstärkt nachgefragt sein. Aber auch der Kiefernanbau ist riskanter geworden als früher, weil durch Klimaerwärmung begünstigte Schadinsekten auch diese Baumart verstärkt schädigen.

Die Douglasie ist eine aus dem Westen der USA und Kanadas stammende Baumart, die höhere Temperaturen und längere Dürreperioden gut verträgt. Ihr Zuwachs übersteigt sogar den der Fichte. Diese Baumart wird seit vielen Jahrzehnten in Deutschland erfolgreich angebaut, und ihr Holz ist inzwi-

schen sehr gut verkäuflich. Nicht alle Fachleute befürworten ihren Anbau, trotz der positiven Effekte. Ein Grund ist, dass sie als Neophyt ökologisch nicht gut in die traditionellen mitteleuropäischen Waldökosysteme passt. Ein weiterer Grund ist die vermutete stärkere Gefährdung durch Sturmwurf. Wegen ihres starken Höhenwachstums überragen Douglasien meist die anderen Baumarten eines Mischbestandes und bieten so Angriffsflächen für Stürme.

Weitere Baumarten: Mit geringeren Mischungsanteilen oder auf besonderen Standorten kommt auch der Anbau von Edellaubholzarten, insbesondere Bergahorn und Bergulme, in Betracht. Gleiches gilt, jedoch auf anderen Standorten, für Lärche und die aus den USA stammende Roteiche. Bei stärkerem Anstieg der Jahresmitteltemperatur, wie für „die fernere Zukunft“ modellhaft berechnet, könnten später auch Baumarten fremdländischer Herkunft für verstärkten Anbau in Betracht kommen; Küstentanne, Robinie, Schwarznuss oder Baumhasel wären hier unter anderem zu nennen. Birke, Aspe, Salweide oder Vogelbeere (und andere sogenannte „Pionierbaumarten“) gehören zwar nicht zu den Zielarten des Wirtschaftswaldes, sie könnten aber wichtige waldbauliche Funktionen erfüllen; sie würden sich auch einfinden, wenn eine forstliche Bewirtschaftung aufgegeben wird. Naturschutzfachlich werden sie als ökologische Bereicherung angesehen. Das gilt heute und dürfte sich auch unter dem Einfluss des Klimawandels nicht wesentlich ändern. Am AELF Bamberg wird konkret bis Ende 2021 im Rahmen der "Initiative Zukunftswald Bayern" (IZW) das Projekt "Neue Baumarten" bearbeitet. Dabei sollen für den Amtsbereich Erkenntnisse gesammelt werden, welche heimischen Baumarten und eventuell auch alternative Baumarten besser mit den Umweltbedingungen im Klimawandel zurechtkommen. Das Projekt soll zunächst untersuchen, welche heimischen Baumarten den Klimawandel besonders gut wegstecken. So scheinen zum Beispiel Eiche, Elsbeere, Walnuss oder Flatterulme geeignet zu sein, im Klimawandel zu bestehen. Darüber hinaus sollen Baumarten aus Südosteuropa (wie Libanonzeder oder Baumhasel) in wissenschaftlich begleiteten Versuchen getestet werden, ob sie den Klimawandel besser verkraften. Diese Versuche müssen langfristig angelegt werden und können erst in Jahrzehnten endgültige Informationen liefern (AELF, 2020).

Besitzstruktur

Im Bereich des Landkreises Bamberg bewirtschaften zirka 13.500 private Waldbesitzer 50 Prozent der Waldfläche (41 % der Waldfläche sind Staatswald, 8 % Körperschaftswald und 1 % Bundeswald). Die starke Prägung der Wälder des Landkreises Bamberg durch privaten Splitterbesitz ist bedingt durch die Tradition der „Fränkischen Realteilung“ bei der Vererbung land- und forstwirtschaftlicher Betriebe. Das hat zu dieser ungünstigen Struktur geführt. Die durchschnittliche Betriebsgröße liegt deshalb mit 1,6 ha deutlich unter 2 Hektar (Kaiser, 2013). Diese Tatsache erschwert schon heute die Waldbewirtschaftung ganz erheblich und wird, wenn es um Klimaanpassung geht, zu weiteren Problemen führen. In Niedersachsen, wo das extreme Trockenjahr 2018 bereits zum Absterben vieler Bäume und ganzer Bestände geführt hat, teils durch die Dürre direkt, teils durch Borkenkäfer-Massenvermehrung, hat der hohe ungeplante Anfall von Schadholz zu einem so starken Rückgang der Holzpreise geführt, dass manche Privatwaldbesitzer*innen die forstliche Bewirtschaftung ihrer Waldflächen ganz aufgeben wollen (Leben 2018). Vergleichbare Entscheidungen von Kleinprivatwaldbesitzer*innen sind auch in Oberfranken zu befürchten, wenn ihnen sehr teure Investitionen für den Waldumbau abverlangt werden (z. B. Zäunung von Verjüngungsflächen mit Eiche). Nur durch ein gut vorbereitetes Beratungswesen, durch (freiwillige) Zusammenschlüsse der Waldbesitzer*innen zu Forstbetriebsgemeinschaften und durch finanzielle Förderung von forstlichen Klimaanpassungsmaßnahmen kann es gelingen, den Schwierigkeiten auch dann zu begegnen, wenn die Betriebe wegen Zusammenbruch des Holzmarkts in Existenznot geraten.

Die Beratungsaufgaben durch das Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) und seine Fachleute zielen ab auf das Gemeinwohl und die Verhinderung von unzulässigen oder schädlichen Maßnahmen. Der Waldumbau wird beispielsweise als gemeinwohlförderlich angesehen. Inhaltlich erstreckt sich die Beratung durch das AELF auf konkrete Empfehlungen für den Waldumbau und auf Hinweise zu Fördermöglichkeiten. Ein Fachberater des AELF kann vor Ort im Wald über eine GPS-Positionsbestimmung aus dem für ganz Bayern vorliegenden Waldinformationssystem eine konkrete Empfehlung für den Baumartenwechsel ableiten. In der Regel werden, je nach Standort, unterschiedlich zusammengesetzte Mischungen aus vier Baumarten empfohlen, die in dem Katalog der zukünftig klimaverträglichen Baumarten aufgeführt sind (Falk *u. a.*, 2013). Soweit jagdrechtliche Belange berührt sind, ist das Fachpersonal der Jagdbehörde zu beteiligen. Die Steuerungswirkung der Hinweise auf Förderinstrumente kann beispielsweise dadurch charakterisiert werden, dass niemals der Hinweis fehlt: „Die Neubegründung von Fichtenreinbeständen ist keinesfalls förderfähig". Das AELF ist jedoch nicht befugt, seine Beratung auf Forsttechnik oder Betriebswirtschaft (z. B. Holzverkauf) auszudehnen. Dies fällt in die Zuständigkeit von Forstbetriebsgemeinschaften oder der Waldbesitzer selbst.

Dass der Staatswald aktuell ebenfalls genauso wie der private Wald unter dem Klimawandel leidet, und das besonders im generell niederschlagsarmen Franken, wird von den Bayerischen Staatsforsten eingeräumt (Hausknecht, 2019). Aber es gibt hier neben den übergroßen waldbaulichen Problemen nicht noch zusätzlich die fast unüberwindlichen strukturellen Schwierigkeiten der Zersplitterung der Flächen. Forschungs- und Inventurbefunde können hier zügig und konsequent in waldbauliches Handeln umgesetzt werden. Eine wesentliche Beschleunigung des Waldumbaus ist aber auch hier trotzdem nicht möglich. Für die Erprobung neuer Baumarten wie der Libanonzeder für den praktischen Anbau brauche man mindestens 20 Jahre, und es werde mindestens 50 Jahre dauern, bis man richtige Erfolge des Waldumbaus erreichen könne. Da im Staatswald früher und systematischer mit dem Waldumbau zur Klimaanpassung begonnen wurde, kommt den Staatswaldbetrieben trotz der genannten Einschränkungen eine gewisse Vorbildfunktion auf diesem Gebiet zu.

An das Waldgebiet der Stadt Bamberg werden besondere Ansprüche gestellt. Seine Bewirtschaftung durch die Städtische Forstverwaltung soll nicht in erster Linie der Holzerzeugung dienen, sondern die Schutz- und Erholungsfunktionen haben hier eine größere Bedeutung im Vergleich zur Nutzfunktion, als das für den Körperschaftswald in ländlichen Gemeinden üblich ist. Der 348 ha große Stadtwald, ein Teil des Hauptsmoorwaldes, hat große Bedeutung als Wasserschutzgebiet für die Trinkwassergewinnung der Stadt (➢ Wasser). Andere Waldteile haben wichtige Funktionen für den Naturschutz, auch als Lebensraum für Tiere, und als Erholungsraum für Menschen zu erfüllen. Neben diesen vielseitigen Aufgaben betreibt das Forstamt der Stadt Bamberg eine Holzproduktion für die sozialen Zwecke der städtischen Bürgerspitalstiftung. Die Städtische Forstverwaltung umfasst also einerseits den Forstbetrieb Stadtwald Bamberg und andererseits die noch größere Fläche des Betriebes der Bürgerspitalstiftung Bamberg (ca. 900 ha), der auf eine mittelalterliche Stiftung zurückgeht und daraus resultierende Verpflichtungen zu erfüllen hat. Der 45 ha große Landschaftspark „Hain", der sich in Insellage entlang der Regnitz erstreckt, hat überwiegend Waldcharakter. Die dort vorhandenen sehr alten und starken Bäume sind einerseits Lebensraum für höchst seltene und besonders geschützte Tierarten (➢ Biodiversität) und stellen andererseits einen viel besuchten und höchst eindrucksvollen Erholungs- und Walderlebnisraum für die Bevölkerung dar. Die starke Betroffenheit gerade der alten Bäume, insbesondere der Baumart Buche, durch das Doppelereignis der Dürrejahre 2018 und 2019 (absterbende Kronenteile usw.) haben im Hain, aber auch in vielen Bereichen des Stadtwaldes zu einer besonderen Gefahrenlage für Besucher geführt. Es ist letztlich der Klimawandel,

der hier Zielkonflikte zwischen konservierendem Naturschutz und der Verkehrssicherungspflicht der Stadt verursacht. Ob es weiterhin verantwortbar bleibt, Baumriesen im Intensiv-Erholungswald zu belassen, obwohl deren instabil werdende Baumkronen mit ihren spontanen Astabbrüchen eine zunehmende Gefahrenquelle für Waldbesucher darstellen, wird zu klären sein. Die Städtische Forstverwaltung und die Verantwortlichen für den Landschaftspark „Hain" werden zu entscheiden haben, ob sie die negativen Konsequenzen aus der starken Betroffenheit des Waldes durch den Klimawandel mehr zu Lasten der Biodiversität oder zu Lasten der Wald- und Parkbesucher lenken sollen.

Waldfunktionen

Neben dem besonderen Vorgang der Schutzwaldausweisung, auf den hier nicht eingegangen werden kann, gibt es die Waldfunktionenkarte, in der flächendeckend alle weiteren Schutz- und Erholungsfunktionen gemäß bundesweit abgestimmter Vereinbarung dargestellt sind (Projektgruppe Waldfunktionskartierung, 2015). Im Waldinformationssystem, das bei Beratungen durch die Fachleute des AELF routinemäßig herangezogen werden kann, ist die Waldfunktionenkarte enthalten. Ob und inwieweit Waldfunktionen im Zuge von Klimaanpassungsmaßnahmen modifiziert oder anders bewertet werden müssen als in der eventuell nicht mehr aktuellen Waldfunktionenkarte, ist im Einzelfall anhand der anderen Informationen des Waldinformationssystems und aufgrund lokaler Anforderungen herzuleiten. Die Rolle und die Bedeutung der vorhandenen Waldfunktionenkartierung werden von den örtlichen Fachleuten unterschiedlich beurteilt. Kritiker bemängeln, dass die Kartierung wegen des kleinen Darstellungsmaßstabs und einer zu wenig differenzierten Legende zu stark generalisiert und mithin zu pauschal sei. Ferner sei sie teilweise veraltet und berücksichtige zu wenig neue Anforderungen, wie sie sich z. B. aus dem Klimawandel ergeben. Befürworter und Kritiker sind sich allerdings darin einig, dass die Wälder so zu bewirtschaften sind, dass sie multifunktionalen Ansprüchen gerecht werden müssen; das kann beispielsweise bedeuten, dass ein konkreter Waldbestand zwar überwiegend der Rohstoff-Funktion gewidmet sein soll, zugleich aber die Auflagen eines Wasserschutzgebietes zu erfüllen hat und darüber hinaus bestimmten Anforderungen des Biotopschutzes dienen soll. Auch nach einem Waldumbau zwecks Klimaanpassung soll die Multifunktionalität des Waldes gewahrt bleiben.

Holzmarkt, Holzverwendung

Der ungeplante Holzeinschlag großen Ausmaßes verursacht trotz der Gegenmaßnahmen eine enorme Störung oder sogar einen Zusammenbruch des Holzmarktes. Regionale Katastrophen dieser Art wirken sich auch überregional aus. Ein Preisverfall als Folge eines großen Holz-Überangebots in anderen Gebieten ist jedenfalls auch in Oberfranken sehr deutlich spürbar. Im März 2020 wurde beispielsweise berichtet, dass sehr billig angebotene, große Mengen von Schadholz aus tschechischen Kalamitätshieben den Verkauf lokalen Holzes in Oberfranken nahezu unmöglich machten, weil die Verkaufspreise des Holzes teilweise unter die Einschlagskosten sanken (Expertengespräche, 2020). Zumindest kleinere Forstbetriebe, die davon betroffen sind, geraten wirtschaftlich in existentielle Bedrohung, zumal auch die nunmehr erzwungene Wald-Neubegründung auf großen Flächen eine starke, oft nicht mehr tragbare Belastung darstellt. Allenfalls durch gezielten und dabei großzügigen Einsatz von Naturverjüngungsverfahren kann diese Last gemildert werden. Der mit anderen Baumarten neubegründete Wald wirft für viele Jahrzehnte keinen finanziellen Ertrag ab und stellt für jeden betroffenen Betrieb eine Störung oder Zerstörung der Möglichkeit zur nachhaltigen Bewirtschaftung (Definition: „Dauer, Stetigkeit und Gleichmaß der Holzerträge") dar. Ohne den Einsatz erheblicher Fördermittel droht schon kurzfristig, dass auf erheblichen Waldflächen die Bewirtschaftung aufgegeben wird. Langfristig bedeutet das unweigerlich eine weiträumige Verminderung des Angebots an

Holz der Baumarten, die unter den Bedingungen des Klimawandels nicht langfristig überleben können. Das wären im Raum Bamberg primär die Baumarten Fichte, Kiefer, teils auch Buche. Deshalb ist langfristig wieder mit einer Preissteigerung für Fichtenholz zu rechnen.

Allerdings erzwingt die zu erwartende Umstrukturierung des Holzangebots (weg von der Fichte und anderen Nadelhölzern, hin zu anderen Holzarten) auch eine Reaktion der Verbraucher des Holzes, primär der Holzindustrie. Auch der internationale Holzmarkt mit seinen Import- und Exportströmen wird betroffen sein. Der BDF, eine gewerkschaftliche Interessenvertretung der Forstleute, stellt in einem Flugblatt aufgrund der Herausforderungen des Klimawandels neun Hauptforderungen an die bayerische Politik auf; der Waldumbau für alle Waldbesitzarten und eine wesentliche Intensivierung der Beratungstätigkeit für den Privatwald, aber auch die Förderung des Waldverständnisses in der breiten Öffentlichkeit, stellen die wichtigsten Forderungen dar (BDF, 2018).

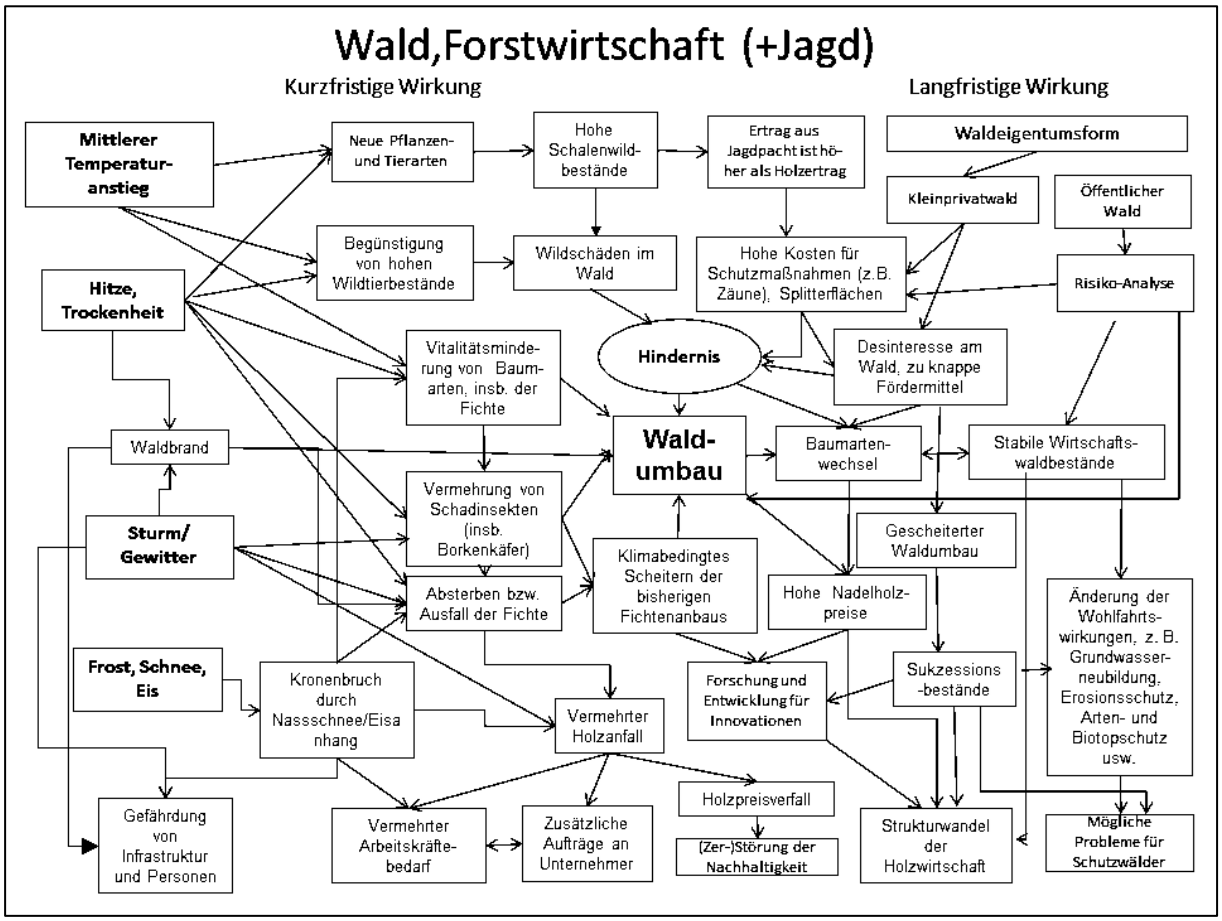


Abbildung 64: Klimawirkungsgeflecht im Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft.

Klimawirkungsgeflecht

Die Ursache-Wirkungs-Beziehungen zeigen im Handlungsfeld Wald/Forstwirtschaft– wie in anderen Handlungsfeldern auch – eine Fülle von Querbezügen und Nebenwirkungen (Abbildung 64). In der Waldökologie, deren Anwendung durch den Waldbau und schließlich in der Sozio-Ökonomie der Forstwirtschaft kommt hinzu, dass schon immer, also ganz traditionell, wesentlich längere Zeiträume zu bedenken waren als in anderen Handlungsfeldern (mindestens ein Jahrhundert).

Daran hat sich grundsätzlich nichts geändert, aber unter dem Einfluss des Klimawandels wurden früher als konstant und verlässlich angesehene Randbedingungen des Waldwachstums wie Jahreszeiten, Vegetationsperioden, Durchschnittstemperaturen sowie die Menge und die Verteilung des Nie-

derschlags der in Kap. 2.2 und 2.3 dargestellten fatalen Dynamik unterworfen, die jetzt bei allen Erwägungen und Entscheidungen mit zu berücksichtigen ist.

Bei dieser Betrachtungsweise ist beispielsweise ein Baumartenwechsel (der Verzicht auf eine eigentlich jahrhundertelang bewährte Baumart und die Methode ihrer Bewirtschaftung) einerseits als Maßnahme der Klimaanpassung anzusehen, andererseits aber auch als eine (frühzeitig erkannte und berücksichtigte) Betroffenheit von der Auswirkung des Klimawandels. Beides ist in diesem Handlungsfeld kaum trennbar. Die auch in dem vorangegangenen Text dargestellten Wirkungszusammenhänge sind auch graphisch in der Schema-Darstellung in Abbildung 64 zusammengefasst.

Teilstrategie

Ausgehend von oben beschriebenen Klimahüllen für die einzelnen Waldbaumarten und von damals aktuellen Klimaszenarien wurden bereits seit über 20 Jahren von der LWF umfassende strategische Konzepte für den zukünftigen Waldbau in Bayern unter den Bedingungen des Klimawandels entwickelt (Kölling, 2007; Kölling, Zimmermann und Walentowaki, 2007). Wegen der durch Beobachtungen und Modellberechnungen belegten Verstärkung des Klimawandels, dessen Folgen für Wälder durch das Sonderereignis der zwei direkt aufeinander folgenden Hitze- und Dürrejahre 2018 und 2019 auf drastische Weise offenbar wurden (Triebenbacher *u. a.*, 2019), müssen die damaligen Ergebnisse und Empfehlungen heute als überholt und nicht mehr zutreffend angesehen werden, obwohl sie teilweise weiterhin propagiert werden.

Die strategische Herausforderung für die Klimaanpassung im HF Wald/Forst ist deswegen, aber auch wegen des generell hohen Prognoserisikos, das sich aus der langen forstlichen Produktionsdauer ergibt (länger als die gängigen Perioden der Klimaszenarien), unabweisbarer Anlass für einen Systemwechsel (transformative Anpassung). Konkret heißt das für Stadt und Landkreis Bamberg:

Die Fichte, die in diesem niederschlagsarmen Untersuchungsraum ohnehin schon bisher als nicht standortgemäß galt, sollte gar nicht mehr oder allenfalls als anteilig und zeitlich begrenzte Beimischung auf feucht-kühlen und relativ niederschlagsreichen Sonderstandorten (Jura) nachgezogen werden. Auch die weit verbreiteten und bisher bedenkenlos zur Nachzucht (Naturverjüngung) empfohlenen Hauptbaumarten Buche und Kiefer haben sich örtlich als instabil gezeigt, so dass ihr weiterer Anbau als risikobehaftet angesehen werden muss. Neue konkrete Empfehlungen für ihre künftige Rolle im Waldbau der Region sind auszuarbeiten.

Waldumbau mit Baumartenwechsel ist im Landkreis Bamberg stark erschwert, weil Kleinprivatwald, wegen der „fränkischen Realteilung“ oft in Splitterflächen (ca. 13.500 private Waldeigentümer), vorherrscht (Organisations- und Koordinationsprobleme). Aus den im Untersuchungsraum bedeutsamen Schutz- und Erholungsfunktionen der Wälder ergeben sich besondere Ansprüche.

Querbezüge zu anderen Handlungsfeldern wie Tourismus, Naturschutz, Wasserwirtschaft und Hochwasserschutz sind zu berücksichtigen. Da es im Untersuchungsraum noch zahlreiche intakte Kleinbetriebe des Sektors Holzbearbeitung und -verarbeitung gibt, ist auch das Handlungsfeld „gewerbliche Wirtschaft“ bedeutsam.

Bezogen auf kürzere oder längere Zeithorizonte ergeben sich deutlich unterschiedliche Schwerpunktsetzungen bei den strategischen Überlegungen:

- Einerseits bestehen die Daueraufgaben ohne Befristung, Sturmschäden, Waldbrände, Insektenschäden (insbesondere Borkenkäfer) zu vermeiden und die Schutzfunktionen in Schutzwäldern, aber auch außerhalb davon, aufrecht zu erhalten, ohne die Versorgung der Holzwirtschaft mit ih-

rem Rohstoff allzu empfindlich zu beeinträchtigen.

- Kurzfristig (5 bis 10 Jahre) müssen die Folgen des Zusammenbruchs instabiler Wälder bewältigt werden. Extrem gefallene Holzpreise, noch verstärkt durch Importe aus dem benachbarten Ausland, decken teilweise nicht einmal mehr die Einschlagskosten für abgestorbene Bestände, die dann stehen bleiben. Nicht nur die bisher wichtige „Sparkassenfunktion" der Kleinprivatwaldbetriebe ist dadurch verloren gegangen, sondern die Betriebe sind existenzgefährdet, und das Interesse an weiterer Bewirtschaftung kann gänzlich erlöschen. Das Begehen sehr totholzreicher Wälder ist gefährlich, und erst recht die Waldarbeit darin.
- Der durch die Folgen des Klimawandels erzwungene Strukturwandel für Forst- und Holzwirtschaft schafft langfristige strategische Herausforderungen. Will man die Wiederaufforstung und die dauerhafte Bewirtschaftung im Kleinprivatwald sichern, ist dauerhaft verstärkter Einsatz an Personal und Finanzmitteln erforderlich (Beratung, Betreuung, Fortbildung, Einführung neuartiger Bewirtschaftungsformen, Öffentlichkeitsarbeit). Der Umgang mit dennoch aufgegebenen Waldflächen ist zu regeln (Ankauf, Zwangsbewirtschaftung, Gefahrenabwehr, Sukzession?). Das sich langfristig stark verändernde Holzangebot wird zu Umstrukturierungen der Holzindustrie führen müssen. Vorbereitende Forschungsarbeiten werden durchzuführen sein.
- Die Begründung gemischter und klimatoleranter Wälder, ob nach Kalamität, oder vorausschauend in Form von Voranbauten, ist im Wesentlichen von angepassten Wildbeständen abhängig. Nur, wenn diese geschaffen sind, ist die Möglichkeit zur Naturverjüngung des Waldes realisierbar; sie ist von entscheidender Bedeutung und sollte, wo irgend möglich, bevorzugt werden. Auf Grund der hohen Kostenbelastung für den Eigentümer (Zäunung, Pflanzmaterial, usw.) und des geringeren Anwuchserfolges von Pflanzung, oder Saat, sollte nur im Notfall auf diese Formen der Verjüngung zurückgegriffen werden (z. B. beim Fehlen geeigneter Baumarten im Altbestand zur Verjüngung).
- Um die gegenwärtige und sicher erst recht zukünftige Dynamik der Waldentwicklung und der entstehenden Waldschäden zeitnah, überregional und nach klaren und einheitlichen Kriterien dokumentieren und gezielte Gegenmaßnahmen ableiten zu können, wurden kürzlich zwei große Verbund-Forschungsvorhaben gestartet:
    - FNEWs (Fernerkundungsbasiertes Nationales Erfassungssystem Waldschäden), bei dem mit existierenden Methoden der Praxis zugearbeitet werden soll;
    - FIRST 2.0: Bei diesem Projekt, an dem Forstverwaltungen und Forschungsinstitute beteiligt sind, geht es vorrangig um die Entwicklung neuer Methoden.

Maßnahmen im Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft

F 01 WALDUMBAU

Kurzbeschreibung

Schon jetzt sind als Folge des Klimawandels Waldbestände instabil geworden und haben Ausfälle bis hin zum flächenhaften Absterben. Zuerst und besonders betroffen ist die Baumart Fichte. Diese Instabilität wird im Laufe der Zeit und mit Verstärkung des Klimawandels stärker werden und weitere Baumarten betreffen. Kalamitäten sind zu befürchten. Es ist ein Wechsel der Baumart(en) und der Waldstruktur in der Weise zu veranlassen, dass langfristig klimastabile Waldbestände entstehen, die zugleich viele Waldfunktionen erfüllen können. Klimaverbesserung, Biodiversität und CO_2-Speicherung sind dabei besonders zu beachten. Der Waldumbau wurde vielfach vor drei Jahrzehnten begonnen und ist als Daueraufgabe für viele weitere Jahr-

zehnte anzusehen. Bewirtschaftete Wälder sind für Klimaanpassung und Klimaschutz von Vorteil.	
Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft**
Verantwortlichkeit	Der Waldbesitz(er), in der Stadt Bamberg die Städt. Forstverwaltung, unterstützt durch den Freistaat Bayern; in Stadt und Landkreis das AELF, weiterhin die Forstbetriebsgemeinschaften. Externe Beratung, z. B. durch LWF Zielgruppe: Waldbesitzer, Behörden, Verbände
Aufwand für Akteure	In der Folge von Kalamitäten kann der erforderliche Aufwand sowohl finanziell als auch personell sehr **hoch** sein; wenn es möglich ist, im Zuge normaler Bewirtschaftung vorzugehen, sind zumindest **mittlere** Zusatzaufwendungen erforderlich, z. B. für Wild-Verbissschutz.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Waldgesetz, BayKLAS, ggf. Forsteinrichtung, Jagdgesetz; Durch die unteren Jagdbehörden sind die rechtlichen Möglichkeiten zur Unterstützung der Naturverjüngung und Wiederbewaldung voll auszuschöpfen (z.B. Harmonisierung der Jagdzeit auf Rehwild, Nachbeantragung von Abschüssen, körperlicher Nachweis, ...)
Querverweise, Konflikte und Synergien	Positive Auswirkungen sind zu erwarten für die Handlungsfelder Biodiversität, Tourismus, Wasserwirtschaft (Grundwasserneubildung)
Robustheit und Flexibilität	Ein Baumartenwechsel bedeutet eine langfristige Festlegung und ist im Nachhinein kaum korrigierbar. Da aber Bestände aus mehreren Mischbaumarten begründet werden, kann durch Risikoverteilung eine weitgehende Flexibilisierung erreicht werden, insbesondere wenn das gesamte Baumartenspektrum einschließlich „forstwirtschaftlich uninteressanter“ Baumarten wie Birke, Weide, Aspe, Vogelbeere ausgeschöpft wird. Das Potential der Naturverjüngung ist auszuschöpfen. Natürliche Regeneration der Wälder ist zu ermöglichen (Verbissdruck minimieren)
Maßnahmenindikator	Zielfestlegung zu Beginn, Kontrolle des Zielerreichungsgrades durch Monitoring. Weiserflächen zur Dokumentation des Naturverjüngungspotentials vs. Wilddruck
Regionalisierung	Die Maßnahme betrifft alle Wälder; vorranging sind reine Nadelwaldbestände zu bearbeiten. Revierweise Aussagen zur Schwerpunktsetzung für Revierinhaber und Jagdgenossen sind zu vereinbaren.
Zeitliche Dringlichkeit	Die Dringlichkeit ist (wegen der langfristigen Auswirkungen) generell hoch, aber abgestuft je nach Stabilität/Instabilität der Bestockung. Die Maßnahme läuft teilweise bereits seit drei Jahrzehnten, ist aber von langfristigem Charakter und muss für weitere Jahrzehnte fortgeführt werden.
Best-Practice Beispiele	

F 02 BERATUNG/ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Kurzbeschreibung *In der breiten Öffentlichkeit, aber auch bei manchen Waldbesitzern (insb. im Kleinprivatwald) ist das Ausmaß der Bedrohung der Wälder durch den Klimawandel sowie die Gefährdung von Waldbesuchern noch zu wenig bekannt. Es geht darum, die Gefährdung des Waldes und die Erfordernisse des Waldumbaus bekannt zu machen und zu begründen, und zwar in unterschiedlicher Weise gegenüber Betroffenen und der breiten Öffentlichkeit.*	
Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft**

Verantwortlichkeit	Im Landkreis das AELF und die Gemeinden, in Abstimmung mit den Waldbesitzern und ihren Verbänden; in Bamberg die Städtische Forstverwaltung sowie Stadtrat und städtische Dienststellen mit Bezug zum Wald, hier für Stadt und Stiftungswald und zum Stadtgrün (z. B. „Hain“). Gemeinsam: Klimaallianz. Weiterhin Verbandsnaturschutz, Tourismus, Schulen und Fortbildungseinrichtungen. Zielgruppe: Waldbesitzer, Behörden, Verbände
Aufwand für Akteure	**Geringer bis mittlerer** finanzieller Aufwand, da viele Teile der Maßnahmen im Rahmen der üblichen Öffentlichkeitsarbeit von Stadt und Landkreis in Angriff genommen werden können.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Zunächst Erarbeitung eines Konzepts, das dann gut koordiniert in die Umsetzung gehen kann. Wichtig ist eine sachkundige Koordinationsstelle mit geeignetem und aktuell informiertem Personal. • Da es sich auch hier um eine ausgesprochene Querschnittsmaßnahme handelt, sind möglichst vielfältige Kontakte und Informationsquellen wichtig.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Synergien bestehen mit den Handlungsfeldern Biodiversität, Tourismus, Gesundheit, Katastrophenschutz, Wasserwirtschaft.
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme setzt Aktualität und Flexibilität voraus.
Maßnahmenindikator	Zahl der Teilnehmenden an Informations- und Diskussionsveranstaltungen; Presse-Echo
Regionalisierung	Die Maßnahme betrifft inhaltlich alle Wälder (und waldverwandte Flächen) in Stadt und Landkreis. Instrumentell ist mit Medien, Fortbildungseinrichtungen, örtlichen Bekanntmachungen, Führungen und Sonderveranstaltungen zu arbeiten. Kooperationen, z. B. mit Schulen und Naturschutzverbänden sind anzustreben und zu organisieren.
Zeitliche Dringlichkeit	Hohe Dinglichkeit, Beginn sofort, aber diese Daueraufgabe wird sich inhaltlich im Lauf der nächsten Jahrzehnte je nach Fortschreiten des Klimawandels und der Klimafolgen verändern.
Best-Practice Beispiele	An die Eignung der Einsatzkräfte sind hohe Anforderungen zu stellen. Die Maßnahme ist lokal mit eigenen Akteuren durchzuführen.

F 03 GENOSSENSCHAFTLICHE WALDBEWIRTSCHAFTUNG

Kurzbeschreibung *Viele kleine Forstbetriebe können allein eine grundlegende Umstellung der Waldbewirtschaftung, wie sie die Klimaanpassung erfordert, nicht stemmen. Im Landkreis Bamberg gibt es ca. 16.000 (zwangsläufig nur mit kleinen Flächen ausgestattete) Waldbesitzer. Durch die Tradition der „fränkischen Realteilung“ sind Kleinstflächen ungünstigen Zuschnitts entstanden. Kooperative Waldbewirtschaftungsformen sind daher unabweisbar. Die Strukturen der Forstorganisation sind anzupassen und zu stärken.*	
Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft**
Verantwortlichkeit	Waldbesitzer, Waldbesitzervereinigungen, AELF, Forstbetriebsgemeinschaften, Verbände (Waldbesitzer, Bauern).
Aufwand für Akteure	Der Aufwand kann gering bis hoch sein, je nachdem, ob es sich nur um eine lockere Kooperationsvereinbarung handelt oder um eine sehr aufwendige Waldflurbereinigung. Es wird in der Praxis mehr um organisatorische Veränderungen und Vereinbarungen (Verträge) gehen als um weitergehende Strukturänderungen. Die erforderliche Personalverstärkung wird nur zu geringen Kostensteigerungen führen.

Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Die Bildung von forstlichen Zusammenschlüssen und deren Arbeit wird vom Land unterstützt und auch gefördert. Die praktische Arbeit auf diesem Gebiet ist personalintensiv.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Die gemeinsame Behandlung von kleinen Flächen, die allein überhaupt nicht mehr bewirtschaftet werden können, ermöglicht oder erleichtert alle Maßnahmen, auch die der Klimaanpassung. Soweit die Waldflächen zu landwirtschaftlichen Betrieben gehören, profitiert auch die Landwirtschaft.
Robustheit und Flexibilität	In Abhängigkeit von Art und Intensität der Maßnahme fällt die Beurteilung dieser Kriterien variabel aus.
Maßnahmenindikator	Beispielsweise Flächengrößen von Zusammenschlüssen in Verbindung mit der Intensität der zugehörigen Kooperations-vereinbarungen.
Regionalisierung	Im gesamten Planungsraum, schwerpunktmäßig im Kleinprivatwald.
Zeitliche Dringlichkeit	• Hohe Dringlichkeit, weil ohne Zusammenschlüsse vielfach die Aufgabe der kleinen Flächen durch ihre Eigentümer droht. (mittelfristig) • Die Maßnahme stellt eine Daueraufgabe dar.
Best-Practice Beispiele	Die Maßnahme ist von lokalen Akteuren durchzuführen.

F 04 FÖRDERPROGRAMME FÜR WALD, DER AUS DER BEWIRTSCHAFTUNG FÄLLT

Kurzbeschreibung
Es ist zu befürchten, dass (insbesondere kleiner) Waldbesitz die Bewirtschaftung seiner Flächen wegen Dauer-Defizits aufgibt (starke Schäden, aufwendige Maßnahmen des Waldumbaus). Diesem Trend entgegen zu wirken, erfordert zunächst ein Konzept, danach aber vor allem Fördermittel (oder Finanzmittel zum Flächenkauf). Da Stadt und Landkreis diese Mittel nicht aufbringen können, sind externe Akteure (z. B. Land, Bund, EU) für diesen Teil der Maßnahme einzubeziehen.

Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft**
Verantwortlichkeit	Waldbesitzer, AELF, Gebietskörperschaften (obwohl nicht unmittelbar zuständig), Land Bayern, ggf. Verbände als Träger der Maßnahme
Aufwand für Akteure	Der Umfang von Betriebsaufgaben ist schwer vorherzusagen. Der personelle Aufwand für Verhandlungen, Flächenbewertung usw. kann erheblich sein. Maximalpreise sollten für aufgegebene Flächen nicht gezahlt werden.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Die Existenz von einschlägigen Aufkauf- oder Förderprogrammen ist die Voraussetzung für die Umsetzbarkeit dieser Maßnahme. Im Vorfeld wären Bewirtschaftungsanreize zu schaffen. Der Umfang der verfügbaren Finanzmittel begrenzt den Umfang der Maßnahme nach oben, die zu verfolgenden Konzepte (z. B. Arrondierung von Waldkomplexen) und die verfügbaren Personalkapazitäten bestimmen die Umsetzung.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Wie bei Maßnahme F03: Die gemeinsame Behandlung von kleinen Flächen durch Akteure, die primär der Klimaanpassung, weniger ökonomischen Zielen verpflichtet sind, ermöglicht oder erleichtert alle Maßnahmen der Klimaanpassung.
Robustheit und Flexibilität	Aufkaufprogramme oder andere Formen der Bewirtschaftungsförderung können im Bedarfsfall flexibel gehandhabt werden.
Maßnahmenindikator	Flächengrößen, Grundstückspreise, finanzielle Aufwendungen
Regionalisierung	Prinzipiell im gesamten Planungsraum, schwerpunktmäßig im Kleinprivatwald. Die Orte und Erfordernisse von Einzelmaßnahmen sind jedoch kaum vorhersagbar.

Zeitliche Dringlichkeit	Die Dringlichkeit ist abhängig vom Umfang der Gefahr der Flächenaufgabe. Programmvorbereitung ist ab sofort zu empfehlen, Umsetzung je nach Fortschreiten der Folgen des Klimawandels und von Schäden. Die Maßnahme stellt eine Daueraufgabe dar.
Best-Practice Beispiele	Die Maßnahme ist extern zu fördern, aber von lokalen Akteuren durchzuführen.

F 05 WALDFUNKTIONENSICHERUNG

Kurzbeschreibung *Die Herstellung eines Waldzustands, der die Erfüllung wichtiger Waldfunktionen, insbes. Schutz- und Erholungsfunktionen, weiterhin gewährleistet. Ziel-orientierter Waldbau unter Berücksichtigung des Klimawandels und der erforderlichen Waldumbaumaßnahmen.*	
Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft**
Verantwortlichkeit	Im Landkreis das AELF, in enger Abstimmung mit dem Waldbesitz(er), unterstützt durch den Freistaat Bayern; in Bamberg die Städtische Forstverwaltung. Externe Beratung, z. B. durch LWF, kann erforderlich und hilfreich sein. Zielgruppe: Waldbesitzer, Behörden, Verbände
Aufwand für Akteure	Da es sich um eine Modifikation ohnehin erfolgender Maßnahmen handelt, kann der Zusatzaufwand (Einsatz von Spezialisten) überschaubar gehalten werden.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Waldfunktionenkarte; Waldgesetz, BayKLAS, ggf. Forsteinrichtung Da es sich um eine ausgesprochene Querschnittsmaßnahme handelt, sind vielfältige Kontakte und eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit erforderlich.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Positive Auswirkungen sind zu erwarten für die Handlungsfelder Biodiversität, Tourismus, Gesundheit, Katastrophenschutz, Wasserwirtschaft (Grundwasserneubildung). Die „Nutzfunktion“ (Holzproduktion, Versorgung der Holznutzer) kann geschmälert sein.
Robustheit und Flexibilität	Es kann sein, dass bei stärkeren Auswirkungen des Klimawandels einige Waldfunktionen nicht mehr gesichert werden können. Die Ausnutzung des gesamten Baumartenspektrums einschließlich Birke, Weide, Aspe, Vogelbeere mindert das Risiko. Prioritätensetzung für Waldfunktionen kann Entscheidungen erleichtern.
Maßnahmenindikator	Zielfestlegung zu Beginn, Kontrolle des Zielerreichungsgrades durch Monitoring.
Regionalisierung	Die Maßnahme betrifft alle Wälder; der öffentliche Waldbesitz sollte stärkere und den Produktionsbetrieb beschränkende Verpflichtungen übernehmen. Schwerpunktsetzungen, wo die Waldfunktionenkarte dies vorsieht, z. B. an Erholungsschwerpunkten, bei Überlagerung mehrerer Waldfunktionen oder in Schutzwäldern.
Zeitliche Dringlichkeit	Die Dringlichkeit ergibt sich aus der engen Abhängigkeit von der Maßnahme F01.
Best-Practice Beispiele	Die 2015 herausgegebene Version des WFK-Leitfadens behandelt Klimaschutzwald unter dem Aspekt „Kleinklima“ und stellt lediglich fest, dass der Klimawandel eine Erweiterung erfordert.

F 06 RENATURIERUNG NATURFERNER WALDFLÄCHEN

Kurzbeschreibung *Wälder und forstliche Nebenflächen auf ertragsschwachen, z. B. vernässten Standorten oder Moorböden, die zur Standortverbesserung und Ertragssteigerung entwässert oder auf sonstige Art melioriert wurden, müssen wiedervernässt werden, um den Landschaftswasserhaushalt zu verbessern und die Funktion dieser Flächen als CO_2-Senke wiederherzustellen.*	
Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft**
Verantwortlichkeit	AELF und andere Stellen der Öffentlichen Hand
Aufwand für Akteure	Der Investitionsbedarf durch Flächenankauf ergibt sich aus Flächeneignung und Verkaufsbereitschaft und ist schwer einschätzbar. Die technische Umsetzung muss im Einzelfall nicht aufwendig sein. Zuwachsverluste an Holz und Einnahmeausfälle sind in Kauf zu nehmen.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Waldfunktionenkarte; Flächeninventur und Eignungsbewertung; ggf. Ankaufsverhandlung; technische Umsetzung. Da es sich um eine Querschnittsmaßnahme handelt, sind Kontakte und Kooperationen mit dem Naturschutz (Behörden, Verbände) und den Wasserwirtschaftsbehörden und –verbänden sinnvoll.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Positive Auswirkungen sind zu erwarten für die Handlungsfelder Biodiversität, Wasserwirtschaft und Landwirtschaft (Wasser-Rückhaltung).
Robustheit und Flexibilität	Es kann sein, dass bei stärkeren Auswirkungen des Klimawandels wegen hoher Verdunstung zeitweise nicht genug Wasser verfügbar ist und dadurch Probleme auftreten.
Maßnahmenindikator	Zielfestlegung zu Beginn, Kontrolle des Zielerreichungsgrades durch Monitoring.
Regionalisierung	Die Maßnahme betrifft nur relativ wenige Flächen; der öffentliche Waldbesitz sollte stärkere Verpflichtungen übernehmen. Schwerpunktsetzungen in Mooren und größeren entwässerten Wäldern.
Zeitliche Dringlichkeit	Die Maßnahme ist im Landkreis bereits angelaufen, ist aber als langfristig einzustufen.
Best-Practice Beispiele	Ausweisung weiterer Bannwälder in stadtnahen Bereichen.

3.5.3. Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität

Ausgangssituation

Der **Naturschutz** hat laut § 1 des Bundesnaturschutzgesetzes drei Hauptziele: (1.) die Erhaltung der Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur, Landschaft und Wildnis, (2.) die Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes für den Menschen sowie (3.) die Erhaltung von Natur, insbesondere von Biodiversität auf der Artenebene insbes. aufgrund ihres eigenen Wertes. Letzteres, die **Biodiversität,** umfasst dabei mehr als nur die Artenvielfalt. Sie beschreibt auch die genetische Vielfalt innerhalb von Arten sowie die Vielfalt physiologischer Leistungen und biologischer Wechselwirkungen, z. B. Nahrungsnetze, Konkurrenzen und Symbiosen. Zudem beschränkt sich Biodiversität nicht nur auf Tier- und Pflanzenarten, sondern schließt auch deren Lebensräume und die so entstehenden Interak-

tionen ein (Brasseur, Jacob und Schuck-Zöller, 2017).

Die Biodiversität des Landkreises und der Stadt Bamberg ist durch die verschiedenen Naturräume geprägt. Im Westen und Nordwesten befinden sich die Mittelgebirge **Steigerwald** und **Haßberge**, wo die deutschlandweit bedeutendsten Buchenwaldvorkommen zu finden sind. Weitere wichtige Lebensräume stellen Sand-Kiefernwälder, naturnahe Fließgewässer und Teiche dar. Hier leben Wildkatze, Bachneunauge, Hirschkäfer, Doldiges Winterlieb. Östlich davon befindet sich der Naturraum **Mittelfränkisches Becken**, der vor allem von Sanden und Sandgesteinen und somit trockenheitsgeprägt ist. Hier leben viele spezialisierte Arten wie Sandschrecke und Sand-Grasnelke, darunter zahlreiche stark gefährdeten und seltenen Arten. Gleichzeitig prägen auch Feuchtlebensräume mit stark gefährdeten Fischarten wie dem Schlammpeitzger den Naturraum. Es schließt sich entlang von Regnitz und Main der fließgewässergeprägte Naturraum **Regnitz- und Maintal** an, der zwar stark durch den Menschen beeinflusst ist, aber für die Biodiversität dennoch eine wichtige Verbundachse darstellt. In Altwässern und den verbliebenen naturnahen Uferbereichen leben seltene Fisch- und Libellenarten wie z. B. die Asiatische Keiljungfer, die restlichen Auenbereiche sind Lebensräume für wichtige Vogelarten, wie das Blaukehlchen. Im Osten des Untersuchungsgebietes liegt der Naturraum **Nördliche Frankenalb** mit seinem sehr breiten Spektrum an Lebensräumen. Dort gibt es Pflanzenarten, die ihre letzten Refugien in der Region gefunden haben, wie z. B. die Küchenschelle. Die Kulturlandschaften, wie die Magerrasen, die durch Beweidung entstanden sind, gehören zu den artenreichsten Mitteleuropas (Regierung von Oberfranken 2012).

Durch die unterschiedlichen naturräumlichen und geologischen Bedingungen gibt es in Bamberg eine große Strukturvielfalt, dementsprechend eine Vielzahl von Lebensräumen und ökologischen Nischen. Das macht Bamberg zu einem „Hot Spot“ der Biodiversität, denn **Habitatvielfalt** ist gleich Artenvielfalt. Doch die aktuellen **Roten Listen** zeigen ein klares Bild von einer stark bedrohten Tier und Pflanzenwelt. In Bayern sind 35,5 % der heimischen Säugetiere, 35 % der Brutvögel, 60 % der Amphibien und 50 % der Tagfalter ausgestorben oder bestandsgefährdet (LfU Bayern, 2016b, 2017, 2019; LfU-Bayern, 2016). Werden die extrem seltenen Arten noch dazugezählt, erhöht sich der Anteil jeweils noch. Der langfristige Bestandstrend zeigt einen negativen Verlauf für 58,2 % der Säugetiere, 85 % der Amphibien, 61 % der Tagfalter und ca. 33 % der Brutvögel. Für die Farn- und Blütenpflanzen liegen Daten für die Region Oberfranken vor. Sie belegen, dass weit über die Hälfte der Arten (57,7 %) ausgestorben oder bestandsgefährdet sind (Merkel und Walter, 2005). Besonders betroffen sind Arten der Ackerwildkräuter, Trockengebiete, Gewässer und Feuchtgebiete. Damit liegt Oberfranken deutlich über dem Wert von ganz Bayern.

Um diesen Aspekten Rechnung zu tragen, hat der Landkreis Bambergs eine Vielzahl von nationalen (NSG, LSG, NP) sowie europäischen **Schutzgebieten** (FFH, SPA), die sich vor allem im Osten und im Westen bzw. Nordwesten konzentrieren. Die Stadt Bamberg kann in den südlichen und östlichen Stadtbereichen ebenfalls nationale (LSG, NSG) und europäische (FFH) Schutzgebiete vorweisen. Nordwestlich der Stadt Bamberg und im zentralen Bereich des Landkreises, im Bereich des Mittelfränkischen Beckens, fehlen hingegen Schutzgebiete. Zukünftig könnte die Schutzverantwortung sogar noch steigen, wenn südbayerische Verbreitungsgebiete verloren gehen und sich nach Nordbayern verlagern.

Für Veränderungen, die in diesem Handlungsfeld bereits beobachtet wurden oder prognostiziert werden, ist nie der Klimawandel allein verantwortlich. Ökosysteme und Arten sind heute bereits vielfältigen **Beeinträchtigungen** ausgesetzt wie Flächenverlusten, Landnutzungsänderungen, Zerschneidung und Nährstoffeintrag, die oft auf eine nicht hinreichend ökologisch orientierte Landwirtschafts-

und Siedlungspolitik zurückzuführen sind. Der Klimawandel stellt allenfalls die berühmte Spitze des Eisbergs dar, die jedoch letztlich die entscheidende Rolle spielen kann. Aussagen zu konkreten Ausprägungen der Betroffenheiten durch den Klimawandel sind daher schwierig und nur in einem multikausalen Zusammenhang zu interpretieren. Erschwerend hinzu kommt ein Mangel an systematischen Untersuchungen und Daten zum Thema Klimawandel und Biodiversität in der Region, der jedoch bundesweit auf kommunaler Ebene herrscht und, wie oben beschrieben, gut begründet ist. Teilweise kann jedoch auf Untersuchungen aus anderen Programmen/ Projekten aus dem Themenfeld Naturschutz zurückgegriffen werden, da beide Bereiche die gleichen Ziele verfolgen.

Hier nimmt die Stadt Bamberg eine **Vorbild-Rolle** ein, denn seit 2014 existiert eine eigene **Biodiversitätsstrategie**, die zwar das Thema Klimawandel nur am Rande behandelt, dafür aber alle wichtigen Aspekte zum Thema Biodiversität in der Stadt adressiert (Stadt Bamberg, 2014a). Der Landkreis arbeitet auf Grundlage der Bayerischen Biodiversitätsstrategie (2008), des Programmes „Natur Vielfalt Bayern – Biodiversitätsprogramm Bayern 2030“ (2014) und des Arten- und Biotopschutzprogramm Bayerns (StMUV Bayern, 2006). Landkreis und Stadt sind an einer Reihe von BayernNetzNatur-Projekten zur Schaffung eines Biotopverbundes beteiligt, der direkt zum Erhalt der Arten, auch unter sich ändernden Bedingungen, beiträgt (StMUV Bayern, 2020).

Diese Auswahl an Projekten und Programmen macht deutlich, dass sich Bamberg seiner Verantwortung gegenüber seiner heimischen Artenvielfalt bewusst ist, insbesondere für folgende Lebensräume und Arten (StMUV Bayern, 2017): Laubwald und Mischwälder (Steigerwald); artenreiches Extensivgrünland; Felsen, Magerrasen und Wacholderheiden (v. a. in der Nördlichen Frankenalb); Sandstandorte; Quellen und Bachtäler; Sand-Grasnelke *(Armeria maritima ssp. elongata*); Ästiger Stachelbart (*Hericium coralloides*); Wendehals (*Jynx torquilla*); Wildkatze (*Felis sylvestris*); Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*).

Klimawirkungen

Für das Handlungsfeld Biodiversität spielen insbesondere die **langfristigen Veränderungen im Temperaturgeschehen und Niederschlagregime** eine entscheidende Rolle. Sie haben Auswirkungen auf alle ökologischen Funktionen und Interaktionen und bringen das ökologische Gleichgewicht aus dem Takt. Letztendlich kann nur ein intaktes System resilient gegenüber den klimatischen Veränderungen bleiben, in dem es negative Folgen besser abpuffert (Frobel *u. a.*, 2009). Studien gehen von einer Zunahme des Einflusses auf die Biodiversität durch den Klimawandel aus (Pompe *u. a.*, 2011). Das Aussterben von Arten tritt meist mit zeitlichem Versatz zu den Änderungen der Lebensbedingungen auf, weshalb erst in Zukunft eine verlässlichere Aussage zum Artenverlust getätigt werden kann (Brasseur, Jacob und Schuck-Zöller, 2017).

Der Erhalt der Biodiversität stellt unter den sich ändernden Bedingungen durch den Klimawandel daher eine sehr wichtige, ressortübergreifende Aufgabe im Landkreis und in der Stadt Bamberg dar. Eine schematische Übersicht der im Folgenden näher erläuterten Klimawandelfolgen mitsamt ihrer komplexen Verflechtungen stellt das **Klimawirkungsgeflecht** in Abbildung 65 dar.

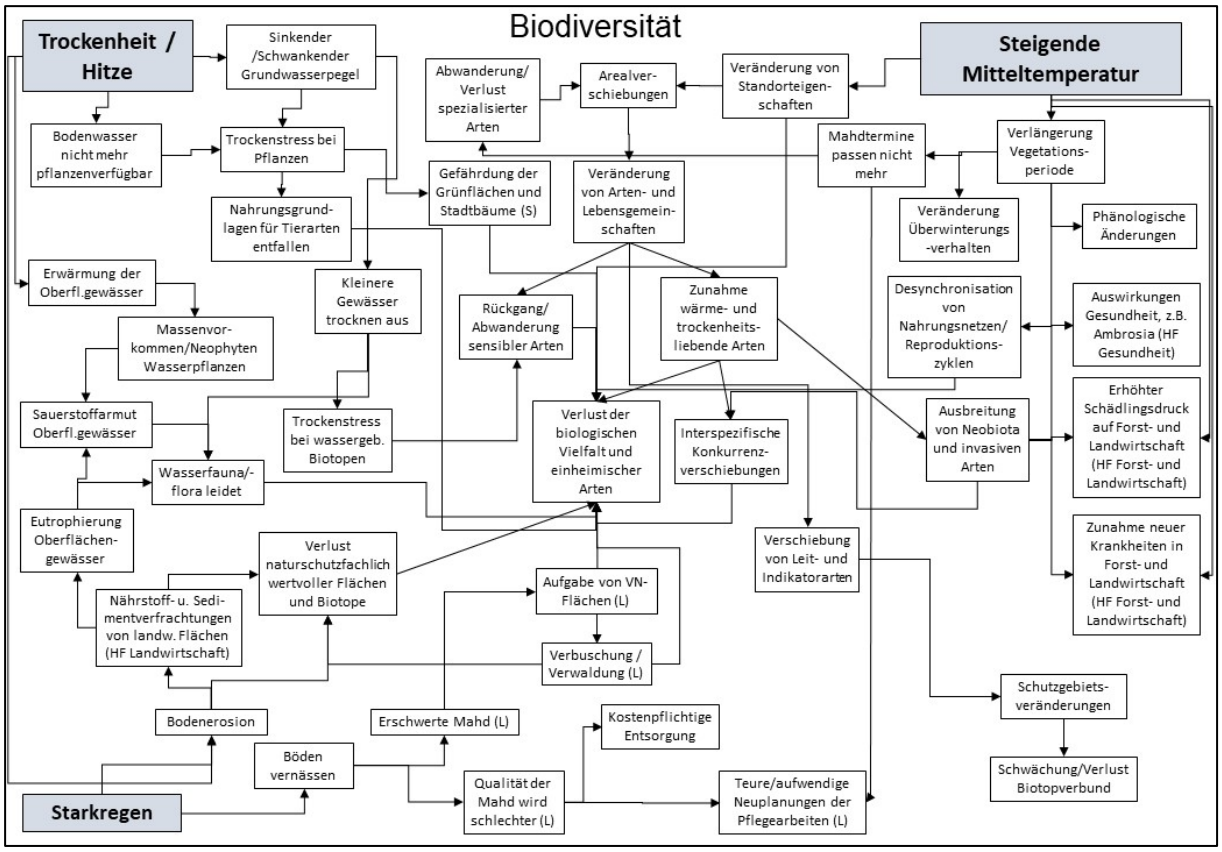


Abbildung 65: Wirkungsgeflecht für das Handlungsfeld Biodiversität.

Artenspezifisches Reagieren

Auf klimatische Veränderungen in ihrem Lebensraum reagieren Arten individuell sehr unterschiedlich. Besonders empfindlich gegenüber diesen Veränderungen sind Arten, die am Rande ihres Verbreitungsgebietes leben, geografisch isoliert sind und eine geringe genetische Variabilität besitzen, sich langsam fortpflanzen oder hoch spezialisiert sind und damit ein geringes Ausbreitungspotenzial haben (LLUR SH, 2008).

Dazu gehören im Projektgebiet die kälteliebenden, borealen Arten (z. B. Bärlappgewächse im Hauptsmoorwald), Eiszeitreliktarten, Arten wechselfeuchter, nasser und frischer Standorte (z. B. Röhriger Wasserfenchel), endmische Arten, Amphibien (z. B. Knoblauchkröte), Insekten und Arten mit komplexen Abhängigkeiten (z. B. der Thymian-Ameisenbläuling, Abbildung 65, links) oder Restpopulationen (z. B. Heldbock im Hain, Abbildung 65, rechts). So sind auf Individuen-Ebene insbesondere physiologisch-anatomische, aber auch morphologische Reaktionen erwartbar (Brasseur, Jacob und Schuck-Zöller, 2017).



Abbildung 66: Der Thymian-Ameisenbläuling (Maculinea arion), eine streng geschützte FFH-Art, ist z. B. am Roßdacher Hang in der nördlichen Frankenalb vorzufinden (links). Vom Heldbock (Cerambyx cerdo) ist die letzte Population in Bayern im Bamberger Stadtpark Hain zu finden (rechts).

In Bamberg ist vor allem die **Trockenheit im Frühjahr** als problematisch erkannt worden. Bestimmte Orchideenarten, wie z. B. die Bienen-Ragwurz (*Ophrys apifera*) fallen u. a. deswegen immer öfter aus, ebenso mediterrane Arten (Expertengespräche, 2020). Insbesondere wasserabhängige Biotope und die an sie gebundenen Arten (z. B. Gelbbauchunke) sind durch Trockenheit stark betroffen, wie sie in Bamberg in den verbliebenen Flussauen der Regnitz und des Mains, an Bächen oder Teichen vorkommen.

Moorböden sind in Bamberg nicht verbreitet, jedoch gibt es gemäß Moorbodenkarte (MBK25) grundwasserbeeinflusste, teils degradierte Anmoorgleye und Moorgleye im Südosten der Stadt, u. a im Bereich des ehemaligen Munitionsanstalt MUNA. Auf dieses Ökosystem spezialisierte Arten können durch eine Absenkung des Grundwassers durch anhaltende Trockenheit, wie in den Jahren 2018 und 2019 geschehen, in ihrem Bestand gefährdet werden. Grünflächen in der Stadt könnten auch als vom Wasser abhängige Biotope angesehen werden und sind bei dieser Betrachtung ebenfalls besonders gefährdet.

Bei den Genannten ist bei Eintreffen der projizierten Veränderungen mit einem, zumindest regionalen, **Arten- und Individuenrückgang** oder im schlimmsten Fall mit dem **Aussterben** der Art und somit mit dem Verlust der biologischen Vielfalt im Projektgebiet zu rechnen. Wie eingangs bereits erwähnt, können diese Auswirkungen jedoch nicht ausschließlich dem Klimawandel zugeordnet werden, sondern ebenso Landnutzungsänderungen, wie dem Verbauen von Auenbereichen usw.

Bamberg hat möglicherweise einen kleinen Vorteil in Bezug auf klimaangepasste Lebensräume, denn dort befinden sich viele trockenheitsbetonte Lebensräume entlang der Regnitz und ihren Zuflüssen – sie gehören zu SandAchse Franken (bund-naturschutz.de, 2020). Arten, die dort angesiedelt sind, sind bereits an trockene und heiße Bedingungen angepasst. Sie können möglicherweise vom Klimawandel profitieren. Dennoch zeigt sich in Bamberg bereits heute, dass auch z. B. Arten in den Magerrasen, die eigentlich an Extremstandorte angepasst sind, ausfallen (Expertengespräche 2020).

Einheimische, aber auch gebietsfremde, wärmeliebende und trockenheitsresistente Arten können sich zukünftig verstärkt ausbreiten, da sich ihre Lebensbedingungen optimieren werden. Sie sind die Gewinner des Klimawandels. Daher besteht eine nicht unerhebliche Gefahr im **Einwandern von Neobiota**, die sich möglicherweise invasiv verhalten, d. h. Tier- und Pflanzenarten, die beispielsweise aus südlichen Herkunftsgebieten einwandern, sich aufgrund der für sie optimalen Klimabedingungen etablieren und in Konkurrenz zu einheimischen Arten treten und diese verdrängen. Langfristig besteht das Risiko, dass invasive Neobiota das Artenspektrum nachhaltig verändern.

Durch das Stadtklima und dem damit verbundenen Wärmeinsel-Effekt findet man in den Städten neue, fremdländische Arten zuerst. Sie fungieren sozusagen als „nach Norden verschobene Arealinseln“ (Brasseur, Jacob und Schuck-Zöller, 2017). Pflanzenarten, die sich in Bamberg invasiv ausbreiten sind beispielsweise *Prunus serotina* (Spätblühende Traubenkirsche), *Robinia pseudoacacia* (Gewöhnliche Robinie), *Impatiens parviflora* (Kleines Springkraut), *Impatiens glandulifera* (Drüsiges Springkraut), *Solidago canadensis* (Kanadische Goldrute), *Reynoutria japonica* (Japanische Staudenknöterich), *Lupinus polyphyllus* (Vielblättrige Lupine) oder *Bunias orientalis* (Orientalische Zackenschote).

Art-Areal-Verschiebungen

Die Klimabedingungen bestimmen grundlegend die Standorteigenschaften eines Lebensraumes bzw. die Ausdehnung einer Klimazone. Die Verbreitungsgebiete von Pflanzen und Tieren zeichnen diese größtenteils nach. Bamberg liegt in der gemäßigten Klimazone, die sich laut IPCC bereits jetzt in Richtung Pole verschiebt (Abbildung 67) (Marks, 2019).

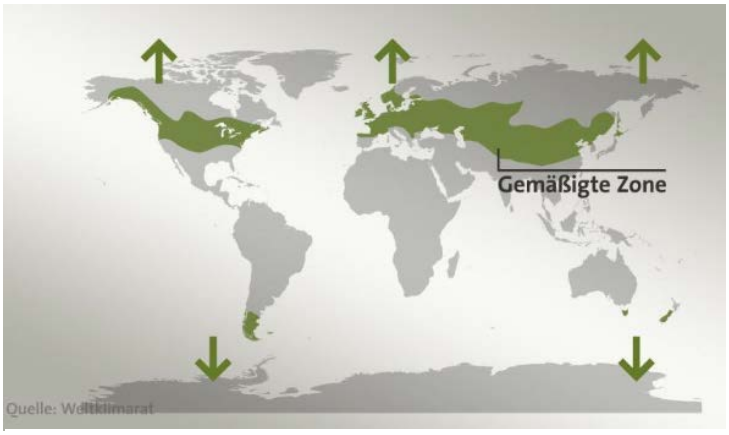


Abbildung 67: Auswertungen des IPCC belegen, dass sich die gemäßigte Zone schon in Richtung der Pole verschoben hat (Marks, 2019).

Im Einzelnen bedeutet das, dass bereits eine Erwärmung um 1 °C eine Verschiebung von Klima- und Vegetationszonen um 200-300 km nach Norden oder 200 Höhenmeter zur Folge haben kann (StMUV, 2015). Gehölze können sich aber bspw. nur um 50 m pro 100 Jahre und Grasarten nur um 40 hm pro 100 Jahre ausbreiten (ebd.). Die klimatischen Bedingungen werden sich also im Zuge des Klimawandels verhältnismäßig so schnell ändern, dass die natürliche Ausbreitung bestimmter Artengruppen nicht mit seiner Geschwindigkeit mithalten kann. Gemäß Globalen Zustandsbericht des Weltbiodiversitätsrats (UFZ, 2019) wird es nur wenigen Arten gelingen, ihre Verbreitungsgebiete in neue, geeignete Klimate zu verlagern. Bioklimatische Arealverluste können für die Mehrheit der Arten außerdem nicht durch neue geeignete Areale in Deutschland ausgeglichen werden, weshalb der Erhalt der Habitate und ihre Vernetzung umso wichtiger wird (Pompe *u. a.*, 2011). In der Folge kann es daher zu Veränderungen von Arten-/Lebensgemeinschaften und Ökosystemen (Art-Areal-Verschiebungen) entlang von Klimazonen (polwärts), Höhen- und Feuchtegradienten kommen. Die hohe Heterogenität der Lebensräume in Bamberg kann diesbezüglich vorteilhaft sein, da eine breitere Auswahl an potenziellen Ausweichhabitaten besteht. Die entscheidende Frage wird hier aber sein, ob und für wen diese erreichbar sind. Kleinklimatische Sonderstandorte und eine größere Anzahl endemischer Arten sowie von Restpopulationen sind beispielsweise eher ungeeignete Faktoren und senken die Anpassungsfähigkeit, zumindest für diese Arten und Lebensräume. Auch topografisch ist Bamberg vielfältig, denn im Landkreis sind Höhenunterschiede von mehreren 100 m vorzufinden. Besonders in den östlichen und westlichen Mittelgebirgszügen werden Höhen von über 500 m erreicht. Jede Arealverschiebung entlang eines Höhengradienten führt zu einem Verlust an Lebensraum, der in der Höhe weiter zunimmt. Spezialisierte montane Arten sind zudem durch die potenzielle Gefahr des Nischenverlustes durch konkurrenzstarke Arten geringerer Höhenstufen besonders bedroht (Rumpf *u. a.*, 2018). Das klimawandelbedingte Aussterberisiko von Arten, so schätzt der Globale Zustandsbericht

des Weltbiodiversitätsrats (UFZ, 2019), liegt bei einer Erwärmung von 2 °C bei etwa 5 %, bei 4,3 °C steigt es schon auf 16 %.

Komplexe ökologische Interaktionen und genetische Anpassung

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Naturschutz und die Biodiversität sind meist nicht linear und daher schwer einschätzbar. Es ist jedoch anzunehmen, dass sich komplexe Wirkungszusammenhänge aus veränderten Standortbedingungen (temperatur- und niederschlagsgetrieben) und einer Verlängerung der Vegetationsperiode ergeben. Untersuchungen des LfU zufolge setzt in Bayern der Beginn der Apfelblüte, der der Anzeiger für den Beginn des Frühlings ist, alle zehn Jahre um etwa vier Tage früher ein (LfU-Bayern, 2020a). In Kombination und auch isoliert führen beide Faktoren zu Verhaltensänderungen und einer Veränderung des Lebensrhythmus bei Pflanzen und Tieren.

In der Folge verändern sich auch die ökologischen Interaktionen zwischen den Individuen und auch in Verbindung mit ihrem Lebensraum, beispielsweise kann es zu einer Desynchronisation von Nahrungsnetzen (z. B. Räuber-Beute-Verhältnis) und Reproduktionszyklen (z. B. beim Dunklen-Wiesenknopf-Ameisenbläuling, Abbildung 67), zu einem veränderten Überwinterungsverhalten und Zugverhalten (z. B. bei Rotmilan, Weißstorch) und letztendlich auch zu einem veränderten inter- und intraspezifischen Verhalten, z. B. durch Konkurrenzverschiebungen, kommen. Letzteres ist im Klimawandel neben der physiologischen Flexibilität besonders entscheidend, denn Konkurrenzänderungen können zu einer neuen Mischung im Artenpool (Pompe *u. a.*, 2011) und veränderten Wechselwirkungen im ökologischen Gefüge führen.

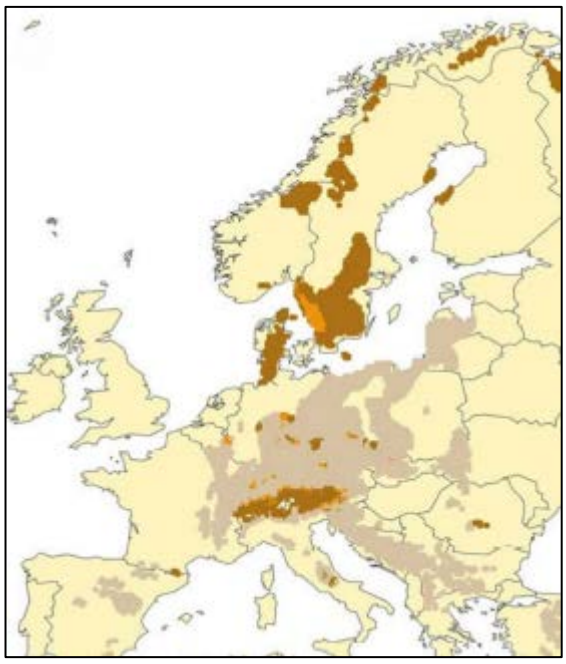


Abbildung 68: Verbreitung des Dunklen-Wiesenkopf-Ameisenbläulings zwischen 2000 und 2080 bei 4°C Erwärmung; hellbraun: verlorene, mittelbraun: erhaltene, dunkelbraun: neue Areale; seine Reproduktion ist komplexen Abhängigkeiten unterworfen.

Relativ gut untersucht sind die Folgen für insektenbestäubte Pflanzenarten und ihre Bestäuber (Brasseur, Jacob und Schuck-Zöller, 2017). Aufgrund des früheren Beginns der Vegetationsperiode blühen einige Pflanzenarten früher, aber ihre bestäubenden Insekten sind möglicherweise noch nicht aktiv, oder umgekehrt. Es entsteht auf diese Weise eine Entkopplung dieser Abhängigkeiten, die entweder zu einer verringerten Entwicklung von Früchten und Samen (➢ Landwirtschaft) oder einer negativen Beeinflussung der Populationsentwicklung von bestäubenden Insekten führen können. Gleichzeitig werden Krankheiten und Parasiten durch die veränderten Rhythmen beeinflusst, so dass hier mit neuen Kombinationen von Parasit und Wirt und somit mit neuen Herausforderungen auch auf Ebene des Pflanzenschutzes (➢ Landwirtschaft) zu rechnen ist.

Komplex stellen sich auch die Auswirkungen auf die vielfach gefährdeten und unter strengem Schutz stehenden Fledermäuse dar. Das Stadtgebiet Bamberg, insbesondere die nördlichen Mainauen und der Hain (Strätz, 2008), ist der Lebensraum von 18 von 25 in Bayern vorkommenden Fledermausarten (Stadt Bamberg, 2019f). Die Stadt Bamberg trägt damit eine besondere Verantwortung gegenüber dieser Artengruppe. Denn den eh schon stark durch den Verlust ihrer Lebensräume, z. B. durch Bautätigkeiten, bedrohten Fledermauspopulationen, macht der Klimawandel in vielerlei Hinsicht

zusätzlich das Überleben schwer. Studien zeigen, dass Arten mit tiefen Ultraschallrufen bei der Beuteerkennung möglicherweise von wärmeren Temperaturen profitieren, Arten mit hohen Rufen dadurch benachteiligt werden (Luo u. a., 2014). Gleichzeitig beeinflusst der Klimawandel durch seine Auswirkungen, z. B. auf die Insektenfauna, artenabhängig ihren Zugang zu Nahrung und in der Folge ihre Fortpflanzung und Entwicklung sowie durch wärmere Winter den Zeitpunkt, die Häufigkeit und Dauer der Winterstarre/des Winterschlafes, was wiederum Konsequenzen für den Energieverbrauch hat (Sherwin, Montgomery und Lundy, 2013).

Der Klimawandel ist auch ein Selektionsfaktor. Populationen, die an den Rändern ihres Verbreitungsgebietes leben, haben oft eine geringere genetische Variabilität als Populationen, die im Zentrum leben. Studien zeigen aber auch, dass man nicht immer von der Herkunft auf die Klimaanpassungsfähigkeit schließen kann. Einige weit verbreitete Arten, wie der Glatthafer, zeigen verschiedene genetische Differenzierungen, die an unterschiedliche Klimabedingungen angepasst sind. Klimatische Veränderungen können in einigen Fällen auch mikroevolutionäre Prozesse in Gang setzen, wie z. B. beim Kleinen Wiesenknopf in der Schweiz beobachtet wurde (Leadley *u. a.*, 1999).

Teilstrategie

Die Stadt und der Landkreis sind im Handlungsfeld Biodiversität ähnlich betroffen, wenn auch unter anderen Voraussetzungen. Die Artenvielfalt ist im Bereich des Landkreises aufgrund seiner Ausdehnung und unterschiedlichen naturräumlichen Gegebenheiten zwar größer und so der potenzielle Schaden höher, aber hier wirken die Klimaänderungen wahrscheinlich erst mit einer stärkeren zeitlichen Verzögerung als in der Stadt, weil sich das Umland weniger stark aufheizt und mit seinen großen Waldflächen vieles abpuffern kann. Mit über 50 % versiegelter Fläche (Landkreis ca. 10 %, vgl. LfStat Bayern, 2019b, 2019a) wirkt die Stadt Bamberg inmitten vom Landkreis als Wärmeinsel, deren Auswirkungen sich hier viel stärker und früher konzentrieren. Der Artenvielfalt in der Stadt, die sich in Bamberg in über 10 % Stadtfläche mit schutzwürdigen Biotopen ausdrückt (Stadt Bamberg, 2014a), muss daher besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden (vgl. Maßnahme N 02). Daher ist das oberste Ziel der Erhalt der großen biologischen Vielfalt („Hot Spot“ der Artenvielfalt) in der Region mit dauerhaft vitalen Populationen und intakten Lebensräumen. In der nahen und fernen Zukunft sollen die typischen Artengemeinschaften, wie sie der naturräumlichen und nutzungsgeschichtlichen Vielfalt der Region entsprechen, flächendeckend in einen stabilen Zustand überführt und dauerhaft gesichert werden. Um das zu erreichen, müssen die Bedingungen so geschaffen werden, dass Arten und Biotope so resilient wie möglich werden/bleiben, um sich selbst an die geänderten Umweltbedingungen anpassen zu können (vgl. Maßnahmen N 05).

Dies ist nur unter zwei Voraussetzungen zu erreichen: 1. Die Ökosysteme müssen funktional bleiben, um einer größtmöglichen Zahl von Arten einen intakten Lebensraum zu bieten, 2. andere Einflussfaktoren wie Flächenverluste und -versiegelung, Landnutzungsänderungen usw., die für die Biodiversitätsentwicklung mindestens genauso entscheidend sind wie der Klimawandel, müssen bei der strategischen Lösungsfindung immer mitgedacht werden. Das Fundament für zukünftige Entscheidungen ist das Wissen über die Veränderungen in der Region, welches derzeit noch unzureichend vorhanden und, wie viele Erkenntnisse in Bezug auf den Klimawandel, von großen Unsicherheiten behaftet ist. Maßnahmen, die diese Wissenslücke füllen, spielen daher eine wesentliche Rolle (vgl. Maßnahmen N 04, N 07).

Kurzfristig sind arten- und lebensraumspezifische Einzelmaßnahmen an wertgebenden und schutzwürdigen Arten, wie sie im Naturschutzbereich bereits durchgeführt werden, denkbar („inkrementel-

le“ Strategie). Diese sind zwar planbar und daher vergleichsweise einfach und schnell umsetzbar, ihre Effekte wirken jedoch nur sehr lokal begrenzt, wie z. B. das ökologische Management von Grünflächen (N 01) oder die Flexibilisierung von Mahdzeitpunkten (N 06).

Mittel- bis langfristig werden diese Effekte nicht mehr ausreichen, um den Herausforderungen des Klimawandels gerecht zu werden und bisherige Naturschutzkonzepte müssen hinterfragt und ggf. neu konzipiert werden („transformative“ Strategie). Sie sind zum Teil zu statisch ausgerichtet und kommen in der sich dynamisch und unverhältnismäßig schnell verändernden Umwelt an ihre Grenzen. Es muss zukünftig integrativer, ressortübergreifender und langfristiger geplant und gehandelt und dabei an bestehende Konzepte, deren Ziel bisher nicht explizit Klimaanpassung war, angeknüpft werden (vgl. Maßnahmen N 03).

Eine mögliche Strategie kann hier das sogenannte „Adaptive Management“ sein. Es „erlaubt eine systematische Konzeption und Steuerung von Naturschutz in einem sich beständig verändernden Umfeld, welches nur unzureichend bekannt ist“ (Luthardt und Ibisch, 2014). Es beinhaltet eine schrittweise Anpassung an die Veränderungen und funktioniert nicht nur reagierend, sondern vorrangig proaktiv. Basierend auf diesem Ansatz haben die Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde und das Writtle University College (England) die Naturschutzplanungsmethode MARISCO (Adaptive **MA**nagement of vulnerability and **RIS**k al **CO**nservation sites) entwickelt und bereits an einigen Projekten u. a. in Brandenburg angewendet, z. B. bei der Wiedereinbürgerung des Auerhuhns in der Lausitz oder der Fortschreibung des Landschaftsrahmenplans Barnim (Luthardt und Ibisch, 2014).

Maßnahmen

N 01 ÖKOLOGISCHES GRÜNFLÄCHENMANAGEMENT AUSWEITEN

Kurzbeschreibung
Das ökologische Grünflächenmanagement zielt auf eine naturnahe Gestaltung und Pflege von Grünflächen ab. Stadt und Landkreis setzen diesbezüglich schon viele Maßnahmen/Projekte um (z. B. Bestandteil in der Biodiversitätsstrategie der Stadt Bamberg, Reduzierung des Mähens von Grünflächen in einigen Kommunen, spezielle Fortbildungsseminare für kommunale Bauhöfe), es kann aber noch ausgebaut werden. Regeln, die bei der Umsetzung Orientierung geben, sind in der Biodiversitätsstrategie für die Stadt Bamberg (Stadt Bamberg, 2014, S. 18) festgelegt und sollten auch für den Landkreis verbindlich werden. Durch die ökologische Aufwertung der Flächen wird die Artenvielfalt unterstützt und gestärkt. Dabei dürfen notwendiger Pflegeaufwand und damit auch die Pflegekosten nicht unberücksichtigt bleiben. Vorrangig sollten dazu öffentliche (Straßenbegleitgrün, Parks, Friedhöfe usw.) oder private Grünflächen (Gärten usw.) genutzt werden, die keine Erträge bringen müssen, was auf diese Weise die Landwirtschaft entlastet. Hier könnte die Gärtnerstadt als Vorzeigequartier entwickelt werden. Auf der Planungsebene sollten Grünflächen als positive Klimafaktoren in Entscheidungsprozesse miteinbezogen werden und stärker berücksichtig werden (Flächenanteil mind. 30 % am Geltungsbereich). Beispiele für ökologische Grünflächenmanagement sind das Pflanzen von gebietsheimischen Sträuchern und Blühpflanzen, die Schaffung von Strukturvielfalt durch z. B. Lesesteinhaufen und Hecken, Verzicht auf Pestizide und Dünger, Verringerung der Mähintensität und Mulchung.

Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität**
Verantwortlichkeit	• Landschaftspflegeverband Landkreis Bamberg e.V. für die Koordinierung • Planungsamt, Landschaftsplanung • Kreisfachberater für Gartenkultur und Landespflege für die Beratung • Private Landschaftspflegebetriebe, die die Arbeiten übernehmen • Umsetzung können Kommunen selbst übernehmen
Aufwand für Akteure	• Vorhandene Pflegekosten können gesenkt werden (weniger Mähen,

	Mahdgut für Biovergasung oder Kompostierung, weniger Pestizidkosten) • Personalkosten durch verringerten Pflegeaufwand ebenfalls • Mögl. Förderung: Bundeswettbewerb „Naturstadt – Kommunen schaffen Vielfalt“
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Identifizierung von möglichen Flächen mit ökologischen Defiziten und nicht ausgeschöpften Potenzialen im öffentlichen Bereich -> Gärtnerstadt als erstes Gebiet prüfen • Konzeptionierung einer Kampagne für ökologische Verbesserungen in Privatgärten • Ideen für Projekte sammeln -> Fördermöglichkeiten prüfen und Kontakte zu anderen Kommunen aus Bündnis „Kommunen für biologische Vielfalt e.V.“ nutzen • Machbarkeit und Kosten prüfen • Grundlagen: u. a. Bauleitplanung/Grünordnung, Landschaftsplan
Querverweise, Konflikte und Synergien	• ➢ Raumplanung • Konflikte mit Wohnungsbedarf • Synergien zum Konzept der doppelten Innenentwicklung
Robustheit und Flexibilität	**NO-REGRET:** Vorteile für die Aufenthaltsqualität in der Stadt und damit die Lebensqualität der Einwohner, unabhängig von Stärke der Klimawandelfolgen
Maßnahmenindikator	Anzahl der Tier- und Pflanzenarten (evtl. Zeiger-/Leitarten) auf den öffentlichen Grünflächen (Kartierungen)
Regionalisierung	• Stadt und Landkreis Bamberg • Flächen wie z. B. Straßenbegleitgrün, Parks, Friedhöfe, private Gärten
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	• Festgelegter Grünflächenanteil im Bebauungsplan von mind. 30 % sind von Stadt gewünscht • Best-Practice Beispiel: SandAchse Franken-Projekt, Lebensraum Friedhof usw. (siehe auch Biodiversitätsstrategie Bamberg) • Mögl. Ansprechpartner: Leiter des Planungsamtes, FNP/LP-Stelle

N 02 BIODIVERSITÄTSSTRATEGIE-FORTSCHREIBUNG UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER KLIMAWANDELFOLGEN

Kurzbeschreibung
Die aktuelle Biodiversitätsstrategie hat den Zielhorizont von 2020 und es wird eine Verlängerung angestrebt, um damit die Artenvielfalt in der Stadt bis über das Jahr 2020 hinaus zu erhalten und zu fördern. Seit dem Beschluss im Jahr 2014 sind eine Vielzahl von Projekten und Maßnahmen erfolgreich umgesetzt und initiiert worden (vgl. Stadt Bamberg, 2017). Eine Fortführung sollte insbesondere das Thema Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Biodiversität stärker berücksichtigen. Zusätzlich gilt es, bisher nicht erreichte Ziele weiter zu verfolgen und mögliche Hemmnisse zu analysieren. Es sollte zudem die Chance genutzt werden, den Landkreis in die strategischen Überlegungen miteinzubeziehen, vielleicht sogar ein gemeinsames Konzept zu erarbeiten, dass zukünftig das bisherige ergänzen oder ersetzen könnte. Dabei kann der Landkreis von den Erfahrungen der Stadt profitieren und es ist möglich, „grenzüberschreitende“ Themen besser zu überblicken.

Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität**
Verantwortlichkeit	• Aktueller Konzeptstand und mögliche Fortschreibung: Klima- und Umweltamt, Brand- und Katastrophenschutz, Sachgebiet Naturschutz und Landschaftspflege Stadt Bamberg • Zusammenarbeit mit Umweltamt des Landkreises denkbar (FB 42.1 Umweltschutz, Bereich Naturschutz)
Aufwand für Akteure	• Mögliche Neukonzeptionierung: ca. 100.000 Euro • Umsetzung: Personaleinsatz mittel, Finanzeinsatz anhängig von Maßnah-

	men • Personelle Mittel müssen zukünftig aufgestockt werden
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Stadtratsbeschluss • 2020 erfolgt ein Abschlussbericht im Stadtrat • Umsetzung einer Verlängerung und möglichen Fortschreibung wie bisher
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Querverweise zu vielen anderen Handlungsfeldern wie Stadt- und Raumplanung, Wasser, Forst, Landwirtschaft • Keine neuen Konflikte zu erwarten, da schon seit mehreren Jahren etabliert und bekannt
Robustheit und Flexibilität	**NO-REGRET:** Flexibel und robust, da Ziele des Naturschutzes auch Ziele der Klimaanpassung
Maßnahmenindikator	Monitoring/Evaluierung/Zwischenberichte im Stadtrat, vgl. BDS S. 44 ff.
Regionalisierung	• Stadt und Landkreis Bamberg (Bearbeitung sollte trotzdem in den jeweiligen Zuständigkeitsbereichen getrennt erfolgen, da auch unterschiedliche Schwerpunkte in Stadt und Landkreis vorliegen)
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** Verlängerung kurzfristig (in < 3 Jahren), Fortschreibung mittelfristig (in 3 -10 J.) **Dauer:** laufend (stetige Fortschreibung für jeweils 5 Jahre)
Best-Practice Beispiele	• natur.vielfalt.bamberg – Bamberger Strategie für Biologische Vielfalt: https://www.kommbio.de/files/web/doks/themen/biodiversitaetsstrategien/Bamberg.pdf • Mögl. Ansprechpartner: Bürgermeister, Referenten, Fraktionssprecher

N 03 WEITERENTWICKLUNG DER SCHUTZGEBIETSSYSTEME (N 03)

Kurzbeschreibung

Schutzgebiete sind eines der wichtigsten Instrumente des Naturschutzes und tragen unmittelbar zur Erhaltung von Arten und ihren Lebensräumen bei. Gleiches gilt in Bezug auf Klimaanpassung, wobei hierbei das Thema Wanderungsmöglichkeiten der mobilen Arten einen besonderen Schwerpunkt setzt. Wissenschaftlichen Untersuchungen zufolge, wandern Klima- und Vegetationszonen pro 1 °C Erwärmung etwa 200-300 km nach Norden und mit ihnen, wenn möglich, die an sie gebundenen Arten. Statische Ansätze, die bisher größtenteils die Basis für die Schutzgebietsplanung bilden, kommen bei der Geschwindigkeit der Veränderungen an ihre Grenzen. Heutige Schutzgebiete können zukünftig ihren Schutzstatus verlieren oder durch neu eingewanderte Arten verändern. Ebenso sind kleinflächige, isoliert liegende Schutzgebiete vielleicht zukünftig nicht mehr ausreichend, um äußere Einflussfaktoren genügend nach innen abzupuffern.

In der Stadt und im Landkreis Bamberg sind die Naturschutzgebiete, in denen ein sehr strenger Schutz von den Lebensgemeinschaften herrscht, im Mittel viel kleiner (ca. 35 ha, größtes 108 ha, kleinstes 7 ha) als im deutschen Durchschnitt (297 ha) (BfN, 2020)). Jedoch gibt es einige größere europäische Schutzgebiete (FFH, SPA), die auch für die Bildung von Biotopverbünden wichtig sind. Diese Maßnahme soll im Sinne eines transformativen Strategieansatzes einen Denkanstoß zum systematischen Einbeziehen der Klimawandelfolgen in das Management von Schutzgebieten geben. Ihre Lage, Größe, ökosystemare Ausstattung usw. muss stärker als bisher hinterfragt werden, da sie zukünftig einer noch stärkeren Dynamik unterliegen. In den bestehenden Schutzgebieten wäre die Einrichtung eines Adaptiven Managements eine Möglichkeit, den dynamischen Entwicklungen durch prozessorientierte Strategien etwas entgegenzuwirken.

Kleine Anpassungen können schon durch die Schaffung von Biotopverbünden unter Einbeziehung der Schutzgebiete oder die Entwicklung von Pufferzonen um die bestehenden Schutzgebiete vorgenommen werden. Die direkte Einflussnahme des Landkreises/Stadt ist jedoch eingeschränkt, da verschiedene Konzepte zwar hinreichend im wissenschaftlichen Diskurs stehen, aber ein adäquater verbindlicher Rechtsrahmen und eine staatliche Steuerung erst noch geschaffen werden müssen.

Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität**
Verantwortlichkeit	• Muss auf Bundesebene bzw. auf europäischer Ebene entschieden und konzipiert werden

	• Umsetzung (Gebietsvorschläge, Eigentumsverhandlungen) wie bisher • Naturschutzbehörden für Kontrolle/Vollzug
Aufwand für Akteure	• Finanzieller Aufwand nicht einschätzbar • Personeller Aufwand wahrscheinlich hoch Noch auf Konzeptionsebene, Kostenaufwand hängt von konkreter Ausgestaltung der Maßnahme ab. Da es sich um eine Änderung eines gesamten Systems handelt, ist von hohen Kosten auszugehen, die aber über einen längeren Zeitraum abgerufen werden.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Strategische Auseinandersetzung der Bundespolitik mit dem Thema Schutzgebiete im Klimawandel • Entwicklung von rechtlichen Grundlagen und Handlungsanleitungen, die praxisorientiert sind, durch den Bund unter Einbeziehung von wissenschaftlicher Expertise • Einbeziehung der regionalen Umweltbehörden durch Infoveranstaltungen und Schulungen zum Thema Schutzgebiete im Klimawandel mit dem Ziel, dass die Erkenntnisse im praktischen Vollzug umgesetzt werden • Verstärktes Monitoring der Schutzgebiete durch z. B. das LfU, um die Auswirkungen des Klimawandels auf Flora und Fauna zu quantifizieren
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Querverweise zum Handlungsfeld Stadt- und Raumplanung • Konflikt mit anderen Flächennutzern und personellen Ressourcen in der Verwaltung
Robustheit und Flexibilität	**LOW-REGRET:** Da Kosten wahrscheinlich höher, aber auch für Biodiversitätserhalt ohne Klimawandelfaktor wichtig.
Maßnahmenindikator	Schutzgebietsgröße, -fläche im Landkreis + Stadt; Einrichtung eines Adaptiven Managements
Regionalisierung	• Eher Landkreis als Stadt Bamberg • Bisherige Schutzgebiete überprüfen (Größe, Schutzzweck) und ggf. als Kerngebiete von größeren definieren • Im Süden des LK Schutzgebietsausstattung noch lückenhaft
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** Strategische Überlegungen kurzfristig (in < 3 Jahren), da Planungszeiträume sehr lang; Umsetzung mittel- (in 3 -10 J.) bis langfristig (frühestens in 10 J. oder später) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	• REGKLAM (Regionales Klimaanpassungsprogramm Modellregion Dresden): http://regklam.de/themen/naturschutz • MARISCO (Adaptive MAnagement of vulnerability and RISk al COnservation sites): www.natuerlich-barnim.de/marisco/

N 04 NEOBIOTA ERFASSEN UND BEWERTEN

Kurzbeschreibung

Mit den klimatischen Veränderungen kommen neue Arten (Neobiota), aber auch neue Schädlinge und Krankheiten in die heimischen Gebiete. Die Ursachen sind dabei nicht nur klimatischer Natur, aber das wärmere und trockenere Klima trägt zu ihrer Ausbreitung und Etablierung entscheidend bei. Grundsätzlich sind nicht alle Neobiota negativ zu bewerten, jedoch gibt es Arten, die sich invasiv ausbreiten und vermehren und dabei andere heimische Arten verdrängen. Neue Arten, die für die menschliche Gesundheit gefährlich werden können, werden im Handlungsfeld Gesundheit separat behandelt.

Derzeit sind zwar viele dieser Arten bekannt, aber es gibt keine einheitliche Erfassung und Bewertung ihrer Gefährlichkeit für die heimische Biodiversität auf regionaler Ebene. Ziel dieser Maßnahme ist es, das Wissen über zukünftige Auswirkungen von invasiven Neobiota in Bamberg zu verstärken, um Gefahren besser einschätzen zu können. Hilfreich wäre es hierbei, Verbreitungskarten zu erstellen und Bekämpfungsstrategien zu entwickeln. Pflanzenarten, die sich in Bamberg invasiv ausbreiten sind beispielsweise Prunus serotina (Spätblühende Traubenkirsche), Robinia pseudoacacia (Gewöhnliche Robinie), Impatiens parviflora (Kleines Springkraut), Impatiens glandulifera (Drüsiges Springkraut), Solidago canadensis (Kanadische Goldrute),

Reynoutria japonica (Japanische Staudenknöterich), Lupinus polyphyllus (Vielblättrige Lupine), Ambrosia artemisiifolia (Beifuß-Ambrosie).	
Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität**
Verantwortlichkeit	• Kreisfachberater für Gartenkultur und Landespflege, Bund Naturschutz informieren über Stand des Wissens • Umweltämter von Stadt und Landkreis führen Erfassung und Bewertung durch, Einbeziehung externer Fachleute • Einbeziehung von Land- und Forstwirtschaft sowie der Gesundheitsämter
Aufwand für Akteure	• Konzeption: geringer Personalaufwand, Kosten ca. 100.000 Euro • Umsetzung: Hoher personeller und finanzieller Aufwand, aber auch großer Nutzen • Bayernweites Konzept notwendig, wodurch sich auch die Kosten für die einzelnen Kommunen reduzieren lassen
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Voraussetzung ist Biodiversitätsmonitoring (BD 07), um Ist-Zustand zu analysieren • Identifizierung von invasiven Arten, gegen die es noch keine Maßnahmen/Programme gibt (wissenschaftliche Studie) • Entwicklung von Maßnahmenkonzepten zusammen mit den betroffenen Kommunen, um diese Arten dauerhaft zu bekämpfen -> Prüfung von Fördermöglichkeiten • Gesetzliche Grundlagen: Bundesnaturschutzgesetz (BNatschG), Bayerisches Naturschutzgesetz (BayNatschG)
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Querverweise zum Handlungsfeld Gesundheit • Synergien mit Tourismus, da Massenvorkommen von z. B. Springkraut, die sich auch negativ auf das Landschaftsbild auswirken
Robustheit und Flexibilität	**LOW-REGRET:** Kosten sind zu erwarten, aber Ziele des Naturschutzes auch Ziele der Klimaanpassung, deswegen auch ohne Klimawandelfaktor wichtig
Maßnahmenindikator	Konzepterstellung ja/nein
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurz- (in < 3 Jahren) bis mittelfristig (in 3 -10 J.) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	Monitoring zur Erfassung von nicht einheimischen Arten an Nord- und Ostseeküste: https://www.lung.mv-regierung.de/insite/cms/umwelt/wasser/meeresstrategie _rahmenrichtlinie/meeresstrategie_neobiota/monitoringprogramm_neobiota.htm

N 05 ERHALT DES LEBENSRAUMS FÜR DEN GROßEN EICHENBOCK (*CERAMBYX CERDO*) IM HAIN

Kurzbeschreibung

Der Hainpark im Süden der Stadt Bamberg ist eine Parkanlage, die sich über etwa zwei Kilometer von der Südspitze der Altstadt, zwischen dem linken und rechten Regnitzarm, bis zur Buger Spitze erstreckt. Er existiert in Bamberg schon seit 1803, ist damit das älteste Naturschutzgebiet Deutschlands, und weist daher einen hohen Altbaumanteil, vor allem aus Eichen, auf. Diese Alteichen sind Lebensraum für eine Reihe seltener Arten. Der Große Eichenbock ist als „Urwaldreliktart" eine von ihnen, die aufgrund ihrer Seltenheit und ihres Gefährdungsstatus (vom Aussterben bedroht) besonderen Schutz benötigt (streng geschützt nach FFH-Richtlinie Anh. II und IV). In Bayern ist sie nur noch im Hainpark in Bamberg zu finden – einer Umgebung, die durch Hitze und Trockenheit besonders fragil ist.

Die Stadt trägt daher eine große Verantwortung, die Altbäume auch unter den schwierigen Bedingungen der letzten Sommer so lange wie möglich zu erhalten und Fällungen möglichst zu vermeiden. Mögliche Maßnahmen wären die Wässerung in Trockenperioden im Sommer, der Verzicht auf Spritzmittel gegen den Eichenprozessionsspinner oder die Nachpflanzung von Bäumen. Die Stadt hat in Kooperation mit dem Landschaftspflegeverband Bamberg und der Höheren Naturschutzbehörde (Regierung von Oberfranken) bereits einige

Maßnahmen begonnen und die Öffentlichkeit sensibilisiert (kommunalwirtschaft.eu, 2015).	
Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität**
Verantwortlichkeit	• Garten- und Friedhofsamt • Höhere und Untere Naturschutzbehörde • Klima- und Umweltamt
Aufwand für Akteure	• Mittlerer finanzieller Aufwand durch erhöhten Pflegebedarf und Neupflanzungen • Geringer zusätzlicher personeller Aufwand
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Weiterführung des Bestandsmonitorings xylobionter (holzbewohnender) Käfer im Bamberger Hain, um den Zustand der Population und der Bäume zu erfassen • Entwicklung von Strategien und Sicherungsmaßnahmen für den Ernstfall, dass viele Altbäume die trockenen Sommer und Stürme nicht überleben, z. B. rechtzeitige Neupflanzungen, Zurückdrängen von Konkurrenzbaumarten, Verhindern von Beschattung usw.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Querverweise zum Handlungsfeld Forst
Robustheit und Flexibilität	**NO-REGRET:** Flexibel und robust, da Ziele des Naturschutzes auch Ziele der Klimaanpassung
Maßnahmenindikator	Anzahl und Zustand der Eichenbock-Bäume (Bericht zum Bestandsmonitoring xylobionter Käfer)
Regionalisierung	Stadt Bamberg (Stadtpark Hain)
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	• „Bayerns UrEinwohner“ (https://lpv-bamberg.de/bayerns-ureinwohner/grosser-eichenbock-2/), „Käferbäume der Zukunft“ • Mögl. Ansprechpartner: Landschaftspflegeverband Landkreis Bamberg, Höhere Naturschutzbehörde (Regierung von Oberfranken)

N O6 BIOTOPPFLEGE: MAHDZEITPUNKTE FLEXIBLER GESTALTEN

Kurzbeschreibung:
Durch den Klimawandel verlängert sich die Vegetationsperiode, was sich insbesondere im Frühjahr bemerkbar macht. Charakteristisch für das Einsetzen des Frühlings ist der Beginn der Apfelblüte, die in Bayern nach Angaben des DWD alle zehn Jahre um ca. vier Tage früher einsetzt. Auf extensiv genutzten Wiesen im Landkreis betrifft dies auch die Vegetationsentwicklung der Wiesenpflanzen durch eine frühere „Mahdreife“, insbesondere in Extremjahren. Sie bieten einen naturnahen Lebensraum und tragen zur Förderung und Erhaltung der Artenvielfalt bei. Fixe Mähzeitpunkte nach dem Kalender (15. Juni) können diese jährlichen und regionalen Unterschiede kaum berücksichtigen und sind daher aus Artenschutzsicht kontraproduktiv. Außerdem gehen Ausweichmöglichkeiten verloren, wenn die Mahd zeitnah auf allen Wiesen gleichzeitig stattfindet.
Eine Möglichkeit der Anpassung würden hierbei z. B. Vereinbarungen zu einer flexibleren Gestaltung der Mahdzeitpunkte im VNP sein, so dass eine bessere Anpassung an die regionalen und ökologischen Spezifika vorgenommen werden kann. Der Zeitpunkt soll grundsätzlich aber so gewählt werden, dass die bestandesbildenden Gräser und Blumen versamen können. So kann der dauerhafte Fortbestand dieser Arten gewährleistet werden.

Cluster IV: Land	**Handlungfeld Naturschutz und Biodiversität**
Verantwortlichkeit	• Untere Naturschutzbehörde • Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
Aufwand für Akteure	Insgesamt geringer zusätzlicher finanzieller und personeller Aufwand

Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Freigabe für Flexibilisierung muss vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz kommen • Die Verantwortlichen im Landkreis Bamberg (Bereich Naturschutz) bringen diese Ideen bereits in die Arbeitskreise des Ministeriums ein
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Querverweise zum Handlungsfeld Landwirtschaft • Evtl. Konflikte durch erhöhten Planungsaufwand durch neue und regional unterschiedliche Mähzeiten bei den beauftragten Firmen
Robustheit und Flexibilität	**FLEXIBEL:** Zeitpunkte können von Jahr zu Jahr angepasst werden, wenn nötig
Maßnahmenindikator	• Freigabe vom Ministerium ja/nein • Dokumentation der Mahdzeitpunkte
Regionalisierung	• Vor allem im Landkreis Bamberg
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	Mahdzeitpunkt.at - Die Informationsplattform zur Flexibilisierung von WF-Schnittzeitauflagen

N 07 KONZEPTION UND UMSETZUNG VON BIODIVERSITÄTS-MONITORINGPROGRAMMEN

Kurzbeschreibung

Um die Auswirkungen des Klimawandels auf klimasensible und vulnerable Arten, Lebensgemeinschaften und Lebensräume bewerten und rechtzeitig Maßnahmen ergreifen zu können, braucht es Grundlagendaten und ein Konzept, um diese zu erfassen. Bisher fehlen in Bamberg noch belastbare Zahlen und Konzepte dazu, obwohl sich aus schon bestehenden (Naturschutz-)Projekten/Maßnahmen und Messkampagnen bereits erste Erkenntnisse ziehen lassen. Vielfach ist man auf das Engagement ehrenamtlicher Artenkenner angewiesen, von denen es immer weniger gibt. Diese Ansätze sollten auch aus personellen und finanziellen Gesichtspunkten auf jeden Fall erhalten bleiben, jedoch ist es wichtig, ein dauerhaftes und systematisches Monitoring zu etablieren. Da sich viele Trends erst auf langen Zeitskalen zeigen, ist eine langfristige finanzielle Sicherung ganz entscheidend.

Bestandteile eines Biodiversitäts-Monitoring könnten sein: Phänologische Untersuchungen an Pflanzen (Einzelbeobachter, phänologische Gärten), phänologische Untersuchungen an Tieren, Erfassung von Biodiversität durch Artenmonitoring und Arteninventare sowie gleichzeitige Erfassung festgelegter Klimaparameter. Regionale Indikator- und Zielarten sowie Messparameter und Untersuchungsflächen sollten die Grundlage eines Biodiversitäts-Monitoring in Bamberg bilden. Einen Ansatz könnten Flechtenkartierungen bilden, die als Bioindikatoren für das Regionalklima durch die Auswertung von bestimmten Zeigerwerten geeignet sind (Windisch, 2012).

Landkreis und Stadt Bamberg könnten dazu auf bestehende Untersuchungen (LK: Ebrach 1998/1999, NSG Sandgrasheide 2005; Stadt 1999) aufbauen. Für besonders bedrohte regionaltypische Arten und Biotoptypen sollten eigene Monitoringprogramme entwickelt werden, um im Ergebnis spezielle Artenhilfsprogramme einzuleiten, die auf die örtlichen Gegebenheiten angepasst sind. Grundsätzlich ist das Biodiversitätsmonitoring jedoch eine überregionale Aufgabe, in das die Daten von Messstellen in ganz Bayern oder bundesweit Eingang finden sollten.

Cluster IV: Land	**Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität**
Verantwortlichkeit	• Landesamt für Umwelt: bayernweites Monitoring ähnlich Artenschutz- und Biotopkartierung • übernimmt Konzeption und Auftragsvergabe/Kartierungen
Aufwand für Akteure	• Es ist mit hohen Kosten, aber auch hohen Nutzen zu rechnen, denn Maßnahmen können so „maßgeschneidert“ werden und so wiederum Kosten gespart werden • Personelle Kosten wahrscheinlich mittel, auf jeden Fall muss personell aufgestockt werden (z. B. Einstellung von Biodiversitätsbeauftragen bei den Höheren Naturschutzbehörden)

	• mit staatlicher Förderung: Einbeziehung externe Fachleute
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Förderung durch Freistaat Bayern • Identifizierung von möglichen (Bio-) Indikatoren, die die Effekte des Klimawandels auf die Biodiversität anzeigen können, z. B. Flechten • Erarbeitung und Konzeptionierung eines systematischen und dauerhaften Monitoringprogramms, z. B. müssen Messpunkte o. ä. repräsentativ und dauerhaft vorhanden sein • Einbindung des Programms in schon vorhandene Monitoring-Aktivitäten und Festlegung der Zuständigkeiten für Stadt und Landkreis
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Querverweis zum Handlungsfeld Forst • Synergien mit Zielen des Naturschutzes • Konflikte aufgrund mittlerer bis hoher Kosten zu erwarten
Robustheit und Flexibilität	**WIN-WIN:** dient der Bestandsaufnahme und der dauerhaften Beobachtung von Entwicklungen bei Flora und Fauna unter Klimawandelbedingungen, ist somit ein dringender Erkenntnisgewinn, der als wichtige Grundlage für zukünftige Entscheidungen dient
Maßnahmenindikator	Konzepterstellung ja/nein
Regionalisierung	Stadt und Landkreis Bamberg
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** mittelfristig (in 3 -10 J.) **Dauer:** laufend (regelmäßige Aktualisierung)
Best-Practice Beispiele	• Biodiversitäts-Monitoring Schweiz: http://www.biodiversitymonitoring.ch/de/home.html- • Mögl. Ansprechpartner**:** Bayerisches Umweltministerium, Höhere Naturschutzbehörde, Artenschutzzentrum im LfU Bayern

3.6. CLUSTER V: WASSER

Das Cluster V, Wasser, ist ebenso wie das Cluster IV (Land) sehr naturbezogen. Es besteht in der Untersuchungsregion aus einem Handlungsfeld, der Wasserwirtschaft.

3.6.1. Handlungsfeld Wasserwirtschaft

Ausgangssituation

Die bedeutendsten Oberflächengewässer (Gewässer 1. Ordnung) im Landkreis sind der Main und die Regnitz. Die Regnitz war und ist insbesondere für die Entwicklung der Stadt Bamberg von großer Bedeutung. Dabei spielten positive Standortfaktoren durch die Flüsse wie Transport, Schutz, Nahrung, Entsorgung und Energie, aber auch Herausforderungen, die sich durch die Gefahren von Hochwasser oder das Verkehrshindernis Fluss ergaben, eine Rolle (Gunzelmann, 2009).

Ebenfalls von großer wasserwirtschaftlicher Bedeutung ist der Main-Donau-Kanal. Bei diesem handelt es sich um eine Bundeswasserstraße, welche den Main bei Bamberg mit der Donau bei Kelheim verbindet (Gunzelmann, 2009; StMUV, 2018). Dieser Kanal stellt einen Teil der Großschifffahrtsstraße zwischen Nordsee und Schwarzem Meer dar und überwindet die Fränkische Alb als Wasserscheide zwischen Rhein und Donau. Der Kanal verläuft teilweise im Flussbett der Regnitz bzw. parallel zu dieser. Er wurde zwischen 1960 und 1992 erbaut und war der Nachfolger des Ludwig-Donau-Main-Kanals, welcher im Jahre 1846 fertiggestellt wurde. Das Projekt war aus ökologischen Gründen umstritten – so wurde der Verlust der natürlichen Dynamik im Gewässer und in der Auenlandschaft sowie Auswirkungen auf die Artenvielfalt befürchtet (bund-naturschutz.de, 2017). Aber auch der ökonomische Nutzen wird in Frage gestellt, da sehr hohe Baukosten sinkenden Gütertransportmengen gegenüberstehen.

Neben der abnehmenden Bedeutung als Gütertransportweg und der zunehmenden Bedeutung für Touristen und Flusskreuzfahrten, dient der Kanal zudem als Wassertransportsystem zur Versorgung der Regnitz und des Mains mit Wasser aus Donau und Altmühl. Dieser Wassertransport ist Teil eines aufwendigen Regulierungssystems zur Versorgung der Schleusen südlich der Scheitelhaltung. Mit Hilfe großer Pumpwerke wird Wasser aus dem Süden Bayerns in den Rothsee gepumpt und zwischengespeichert. Bei Niedrigwasser wird das Wasser in den wasserärmeren fränkischen Raum abgegeben (Abbildung 69). Damit kann u. U. die Niedrigwassersituation in Trockenperioden entspannt und die Wasserqualität gebessert werden (StMUV, 2018).

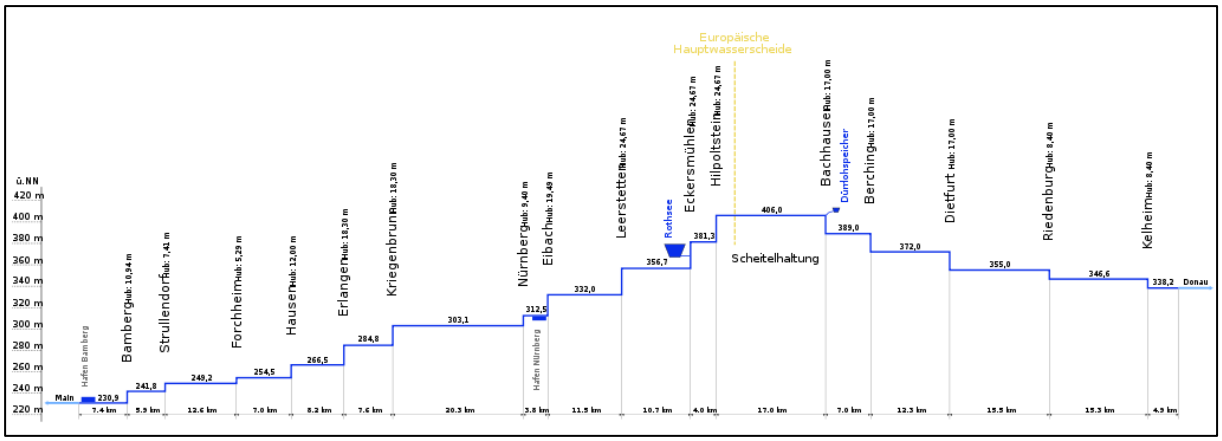


Abbildung 69: Höhen- und Längenprofil des Main-Donau-Kanals (wikipedia.org/wiki/Main-Donau-Kanal).

Zu den kleineren Nebenflüssen von Regnitz und Main zählen beispielsweise die Rauhe Ebrach, die Reiche Ebrach oder der Gründleinsbach. Im Landkreis befinden sich zudem eine ganze Reihe von Seen, wie der Kemmener See, der Breitengüßbacher See und der Hirschaider Baggersee. Viele der Seen sind ein beliebtes Ziel für Angler und Badende (Landkreis-bamberg.de, 2020a).

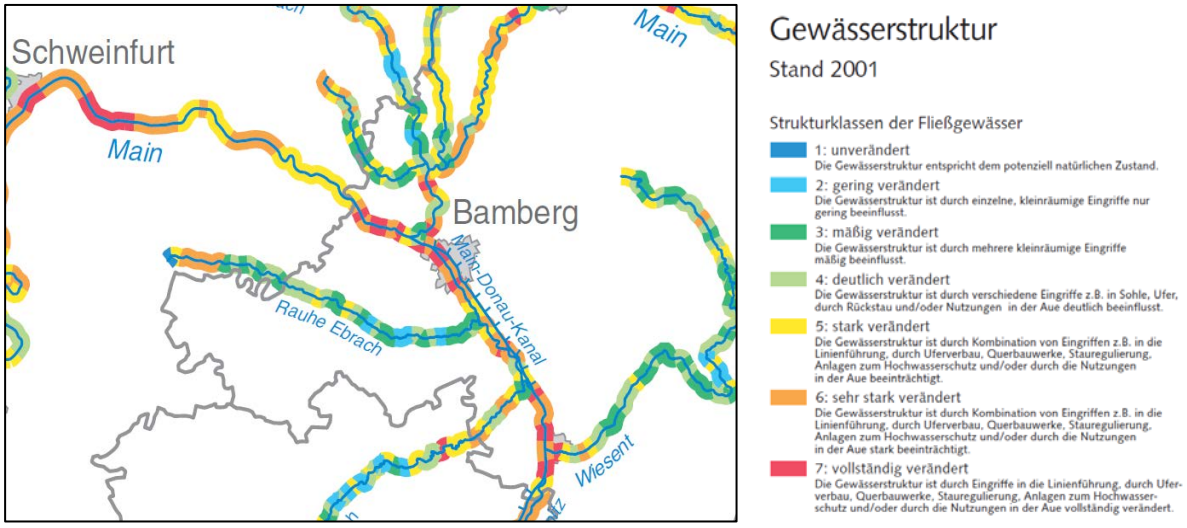


Abbildung 70: Darstellung der Gewässerstruktur vom LfU (2002).

Zur Umsetzung einer einheitlichen Wasserpolitik in der EU und zum Schutz der Gewässer (und auch des Grundwassers) trat im Jahre 2000 die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft in Kraft (WRRL). Ziel ist es, einen guten bis sehr guten ökologischen und chemischen Zustand der Gewässer zu erreichen. Abbildung 70 zeigt den Umsetzungsstand der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Landkreis. Die Rauhe Ebrach ist in weiten Teilen im Landkreis mäßig bis deutlich in ihrer Gewässerstruktur verändert. Die Regnitz im nördlichen Stadtgebiet und der Main nördlich der Stadt sind jedoch in weiten Teilen vollständig verändert. Nur wenige Gewässerabschnitte sind im Vergleich zum natürlichen Zustand unverändert bis gering verändert, so zum Beispiel Abschnitte der Aurach oberhalb von Kolmsdorf. Zwei von 17 berichtspflichtigen Flusswasserkörpern (FWK = Zusammenfassung von Flüssen und Bächen mit ähnlichen Einzugsgebiete bzw. ähnlichen Flusstypen) haben den gesetzlich vorgeschriebenen „guten ökologischen Zustand“ nach WRRL erreicht (Sendelbach und Oberhaider Mühlbach). Bei den anderen FWK sind noch weitere Maßnahmen erforderlich wie bspw. die Verbesserung der Gewässerstruktur und der Durchgängigkeit (Expertengespräche, 2020).

Oberfranken hat hinsichtlich der Gewinnung von Trinkwasser einige Nachteile im Vergleich zu anderen Regionen. Knappe Niederschläge und durchlässiges Gestein führen zu geringen Grundwasservorräten (Regierung von Oberfranken, 2019). Abbildung 71 zeigt dazu die mittlere Grundwasserneubildung in Süddeutschland in den Jahren 1971 bis 2000 (links) und die starke Abweichung in Jahr 2018 (rechts) (KLIWA, 2019).

Die Versorgung mit Fernwasser spielt daher eine große Rolle. So beziehen beispielsweise die Stadtwerke Bamberg etwa ein Drittel des Trinkwassers aus der Fernwasserversorgung Oberfranken (FWO) (Expertengespräche, 2020). Die FWO bezieht 80 % des Trinkwassers aus der Talsperre Mauthaus (Ködeltalsperre). Das Rohwasser der Talsperre wird aufbereitet und an derzeit 63 kommunale Kunden geliefert (fwokronach.de, 2019b). Die jährliche Liefermenge beträgt bis zu 15 Millionen Kubikmeter Wasser und versorgt 400.000 Menschen (Regierung von Oberfranken, 2019; infranken.de, 2020). Die Talsperre dient neben der Trinkwasserversorgung auch dem örtlichen Hochwasserschutz und der Niedrigwasseraufhöhung (wwa-kc.bayern.de, 2019).

Das Trinkwasser der Talsperre wird in der Aufbereitungsanlage Rieblich, unterhalb der Talsperre, aufbereitet. Dort befindet sich eine hochmoderne Schaltzentrale, welche Unregelmäßigkeiten überwacht und meldet. Ein entsprechendes Warnsystem lässt Techniker im Notfall direkt ausrücken (fwokronach.de, 2019a). Dies war zu Beginn des Jahres 2020 nötig, da es an der Ködeltalsperre aufgrund von Undichtigkeiten an einer der beiden Wasserleitungen zu einem Großalarm kam (infranken.de, 2020).

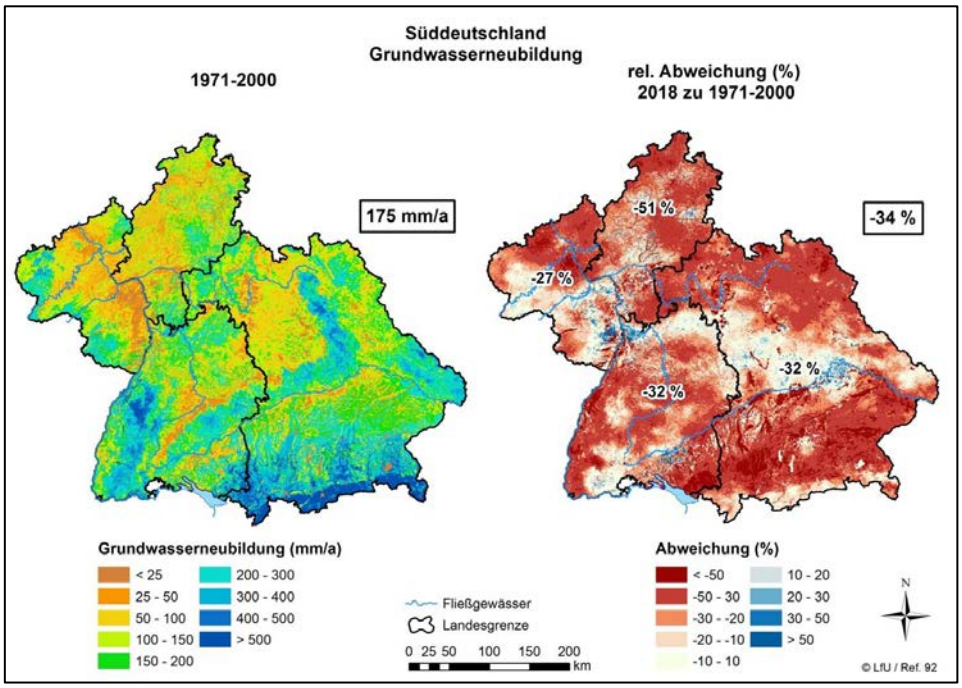


Abbildung 71: Mittlere Grundwasserneubildung im Referenzzeitraum 1971-2000 (links) und prozentuale Abweichung im Jahr 2018 (rechts) (KLIWA, 2019).

Die FWO steht im Verbund mit dem Zweckverband „Wasserversorgung Fränkischer Wirtschaftsraum“ (WFW) (Abbildung 72) und bezieht von diesem 3,2 Millionen Kubikmeter Trinkwasser (fwokronach.de, 2020). Die WFW bezieht ihr Wasser aus dem Wasserwerk Genderkingen im Lechmündungsgebiet im schwäbischen Landkreis Donau-Ries (WFW, 2009). Rund 20 Millionen Kubikmeter Wasser stehen der FWO insgesamt jährlich zur Verfügung, davon werden zwischen 14 und 15 Millionen Kubikmeter benötigt. Die restliche Menge Wasser dient als Reserve um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten (Rauh, 2019). Neben der Fernwasserversorgung basiert die Trinkwasserversorgung im Landkreis auf **Uferfiltrat** und **Grundwasser**. So beträgt der Anteil dieser Trinkwasserquellen bei den Stadtwerken Bamberg etwa zwei Drittel (Expertengespräche, 2020). Die Stadtwerke versorgen die Stadt Bamberg mit Trinkwasser. Im Landkreis Bamberg gibt es 34 weitere Versorgungsunternehmen. Einige sind bereits in Zusammenschlüssen organisiert, wie beispielsweise die Auracher Gruppe südwestlich von der Stadt Bamberg (WWA Kronach 2019). Etwa die Hälfte der Versorger ist an die Fernwasserversorgung angeschlossen.

Die Abwasserentsorgung ist ebenfalls kommunal organisiert, wobei Trenn- und Mischsysteme vorkommen. Von den 48 Entsorgern des Landkreises besitzen drei ein reines Mischsystem, elf ein Trennsystem und bei 34 sind beide Systeme anzutreffen. Auch die Kläranlage in der Stadt Bamberg basiert auf beiden Systemen (Expertengespräche, 2020).

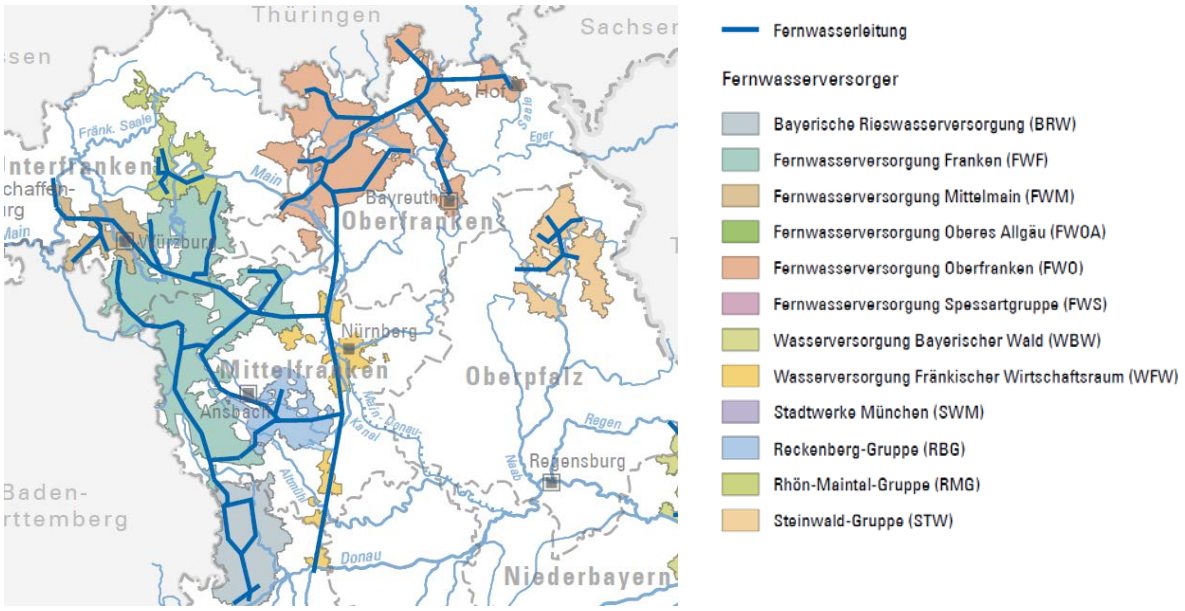


Abbildung 72: Ausschnitt aus Übersicht Fernwasserversorgung in Bayern (Regierung von Oberfranken, 2015).

Weiterhin spielt die Nutzung des Wassers als Energiequelle in Stadt und Landkreis Bamberg eine Rolle. Es gibt 110 Wasserkraftanlagen (WKAs), wobei 105 dieser Anlagen unter 1000 kW Leistung liegen und damit zu den Kleinstwasseranlage zählen (Expertengespräche, 2020). Der Beitrag zur Energieversorgung ist nur gering. In ganz Bayern tragen die 4.200 Anlagen (3.200 Kleinstwasseranlagen) nur zu 8 % zur Stromerzeugung bei (➢ Energie).

Klimawirkungen

In Abbildung 73 gibt das **Klimawirkungsgeflecht** einen schematischen Überblick über die Klimawandelfolgen im Handlungsfeld Wasser mit ihren komplexen Verflechtungen. Diese Wechselwirkungen wurden in einem partizipativen Prozess im Austausch mit den Stakeholdern erarbeitet (vgl. Kap. 3.1.).

Klimawirkungen auf Oberflächengewässer

In **Trockenphasen** werden auf zwei Wegen Wassermengen aus dem Süden Bayerns in die Regnitz und den Main befördert (StMUV, 2018). Zum einen werden aus Altmühl und Donau über den **Main-Donau-Kanal** mit Hilfe von Pumpwerken im Mittel ca. 125 Mio. m³ pro Jahr in den Rothsee gefördert. Hat die Donau selbst nicht genügend Wasser (< 140 m³/s bei Kehlheim), wird die Überleitung über den Main-Donau-Kanal nicht betrieben. Stattdessen wird die Brombachüberleitung aktiviert, wo Hochwasser aus der Altmühl über den Altmühlsee in den Brombachsee übergeleitet wird.

Das Wasser aus Brombach- und Rothsee wird bei Bedarf ins Regnitz-Main-Gebiet geleitet. Im Verhältnis zu den 6500 Mio. m³, welche im Mittel pro Jahr durch den Main in den Rhein fließen, erscheint diese Menge nicht viel, jedoch spielt sie insbesondere in Trockenphasen eine große Rolle (mainpost.de, 2019). So stammte beispielsweise im Juli 2015 aufgrund großer Trockenheit im Mittel 55 % des Abflusses der Regnitz aus dem Überleitungssystem (LfU Bayern, 2016a). Dieses Überleitungssystem wird im Zuge des Klimawandels an Bedeutung gewinnen (StMUV, 2018).

Auch die Flüsse im Süden Bayerns leiden jedoch unter den zunehmenden Trockenphasen – der Wassertransfer ist also „keine Garantie für ewig“ und das System könnte durch den Klimawandel an seine Grenzen kommen (mainpost.de, 2019). So deuten Klimaprojektionen des LfU Bayerns darauf hin, dass im ungünstigsten Fall sowohl eine Zunahme des Bedarfes nach Niedrigwasseraufhöhung an

Regnitz und Main als auch eine Verringerung der verfügbaren Wassermenge in der Donau in Zukunft gleichzeitig auftreten könnten (LfU Bayern, 2016a).

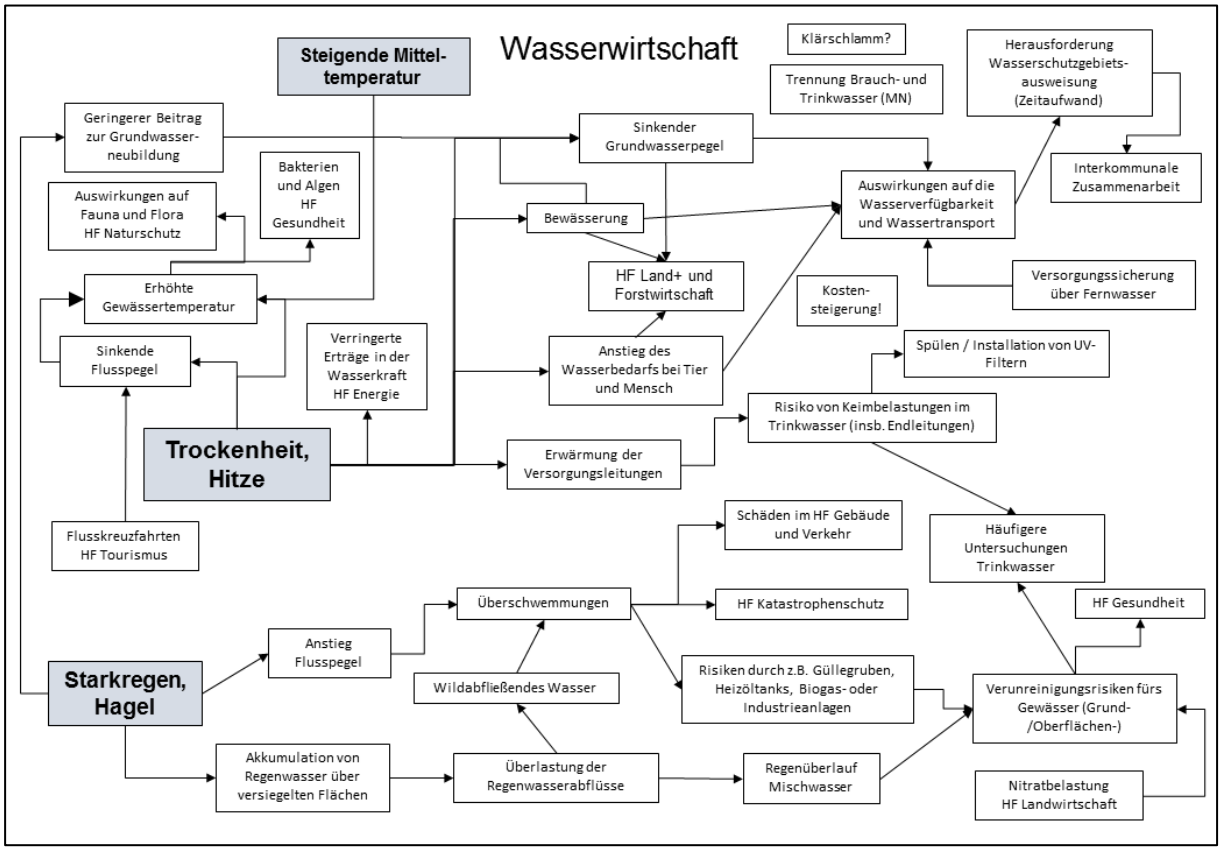


Abbildung 73: Wirkungsgeflecht für das Handlungsfeld Wasser.

Das zunehmende Interesse an Bewässerung durch die steigenden Mitteltemperaturen, aber auch bei Hitze- und Trockenphasen, insbesondere für Sonderkulturen wie Gemüse und Obst, bei landwirtschaftlichen Betrieben im Main-Gebiet, wird den Wasserbedarf und damit die Konkurrenz ums Wasser weiter steigen lassen (StMUV, 2018) (➢ Landwirtschaft).

Hitze- und Trockenphasen wirken sich stark auf die Abflussmenge in den Oberflächengewässern aus. Abbildung 74 zeigt die Auswertung der Abflussdaten für die Regnitz am Pegel Pettstadt. Es ist ein typischer Jahresgang mit hohen Abflüssen in den Wintermonaten und niedrigen Abflüssen im Sommer zu erkennen. Im langjährigen Mittel führen höhere Niederschläge und die Schneeschmelze zu erhöhten Abflüssen im Winter. Zum Sommer hin nimmt der Abfluss durch geringere Niederschläge und die zunehmende Verdunstung ab. Tiefststände werden im Spätsommer erreicht. Der Einfluss des klimatischen Wandels lässt sich an diesem Pegel kaum ablesen, da dieser sehr stark vom Main-Donau-Kanals und der Niedrigwassererhöhung beeinflusst wird. So wird beim Vergleich der der beiden langjährigen Mittel 1951 bis 1975 (grün) und 1995 bis 2019 (türkis) deutlich, dass die Abflüsse infolge der Niedrigwasseraufhöhung durch die Main-Donau-Überleitung erhöht wurden. Besonders die sommerlichen Niedrigwasserphasen liegen im Zeitraum nach der Inbetriebnahme des Überleitungssystems deutlich höher. In Abbildung 74 sind zusätzlich die monatlichen Abflusswerte für das Jahr 2018 dargestellt. Der trockene Sommer 2018 führte auch bei den Abflusswerten an der Regnitz zu auffälligen Tiefstwerten. Erst im November 2018 wurde der niedrigste Wert des Jahres erreicht. Im Zeitraum 1995 bis 2019 waren die Oktober- und November-Abflüsse in 2018 die niedrigsten.

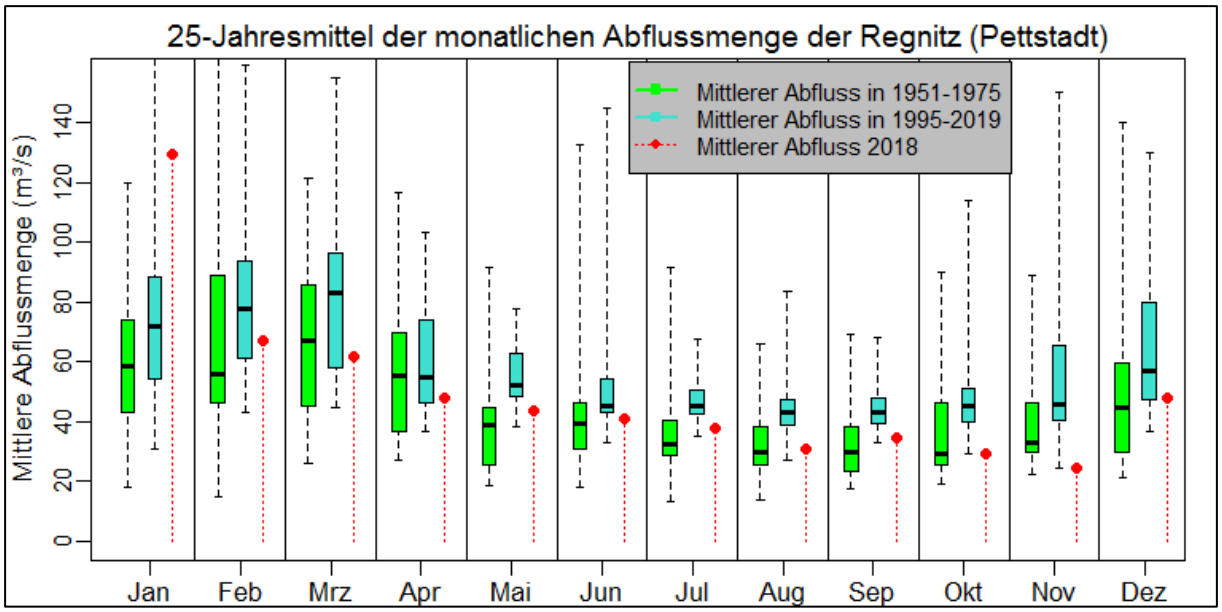


Abbildung 74: 25-jähriges Mittel der monatlichen Abflussmenge als Boxplots für die Zeiträume 1951 – 1975 und 1995 – 2019 sowie für das Jahr 2018 (eigene Berechnungen auf Basis von Daten des GKD Bayerns). Die farbigen Boxen stehen für die Werte zwischen dem 25. und 75. Perzentil und der Querstrich markiert den Median. Die Min- und Max-Werte sind durch die Enden der gestrichelten Linien dargestellt (außerhalb der Abbildung: 179 m³/s im Februar 1970 und 187 m³/s im Januar 2011).

Die Abflussmengen sind mit den **Pegelständen** verknüpft. Bei niedrigen Abflussmengen sinken Pegelstände, bei steigenden Abflussmengen steigen die Pegelstände. Niedrige Pegelstände in Trockenphasen an den Flüssen in der Region stellen für die **Binnenschifffahrt** ein erhebliches Risiko dar (➢ Verkehr). Die Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt geht jedoch davon aus, dass durch die Stauregelung die Schifffahrt auf dem Main ganzjährig auch im Klimawandel möglich bleiben wird – trotz schwächerer Abflüsse im Sommer ab 2050 (mainpost.de, 2019). Bei kleineren Flüssen kann die sinkende Abflussmenge hingegen dazu führen, dass diese **trockenfallen**. So ist beispielsweise im Sommer 2019 der Sendelbach im Bamberger Stadtgebiet aufgrund der geringen Niederschläge trockengefallen (infranken.de, 2019a).

Neben den Auswirkungen auf die Niedrigwasserstände wird sich der Klimawandel auch auf die Hochwasserabflüsse auswirken. Durch zunehmende Niederschläge im Winter, aber auch die zu erwartende Zunahme von Starkregenereignissen, kann es zu erhöhten Pegelständen kommen. Im Rahmen der KLIWA-Studien wird daher von einem zunehmenden mittleren Hochwasserabfluss im Winterhalbjahr in Süddeutschland ausgegangen (Holger Komischke et. al., 2018; KLIWA, 2020) (Siehe auch Klimakapitel 2.3). Abbildung 74 zeigt auch die monatlichen Abflussmittel der Regnitz in Pettstadt für das Jahr 2018 (rote Punkte). Hier werden im Januar, durch langanhaltenden Regen und die einsetzende Schneeschmelze, an der Regnitz Hochwasserabflüsse erreicht, wie sie statistisch nur alle 10-20 Jahre auftreten (LfU-Bayern, 2018).

Die Herausforderung bei besonders hohen Abflüssen aus dem Regnitz-Einzugsgebiet liegt in der Durchleitung der Wassermassen durch das Stadtgebiet. In Verbindung mit dem Main-Donau-Kanal wurden Anlagen, wie das Hochwassersperrtor und die Wehranlage an der Buger Spitze installiert. Abflüsse über 53 m³/s fließen dabei über die Wehranlage an der Buger Spitze, sodass eine schadlose Abführung des Wassers über den Rechten Regnitzarm zumindest für das Stadtgebiet Bambergs über einem HQ100 – also einem Ereignis, welches statistisch alle 100 Jahre auftritt – möglich ist (Stadt Bamberg, 2018b).

Neben den sinkenden Pegelständen steigen in Hitze- und Trockenphasen die Temperaturen der Gewässer an. Abbildung 75 zeigt Analysen der Daten zur Wassertemperatur vom Gewässerkundlichen Dienst Bayern (GKD Bayern) für den Main bei Kemmern. Diese zeigen eine **deutliche Temperaturzunahme der Wassertemperatur**, sowohl im Sommer (rot) als auch im Winter (blau). Die Sommertemperaturen an dieser Messstelle haben von 17,5 °C im Zeitraum 1981 bis 2000 auf 19,3 °C in 2000-2019 zugenommen – also um mehr als 2 °C (➢ Biodiversität).

Auch für den Main stellen sinkende Pegel und steigende Temperaturen eine Belastung dar. Dies geht zusätzlich mit einer Verschlechterung der Wasserqualität einher. So kommt es in Trockenphasen zu einem **erhöhten Anteil des Abflusses aus Kläranlagen** mit entsprechender Belastung für die Wasserqualität, insbesondere bei kleineren Gewässern (mainpost.de, 2019). Am Main existiert für solche Fälle der **Alarmplan Main**, welcher bei bestimmten Grenzwerten bezogen auf die Wassertemperatur und den Sauerstoffgehalt zwischen Bamberg und Aschaffenburg eine Reihe von Maßnahmen einleitet (Regierung von Unterfranken, 2019). So zum Beispiel die **Verringerung der Kühlwassereinleitung** der Industrieanlagen in Michelaue (Expertengespräche, 2020).

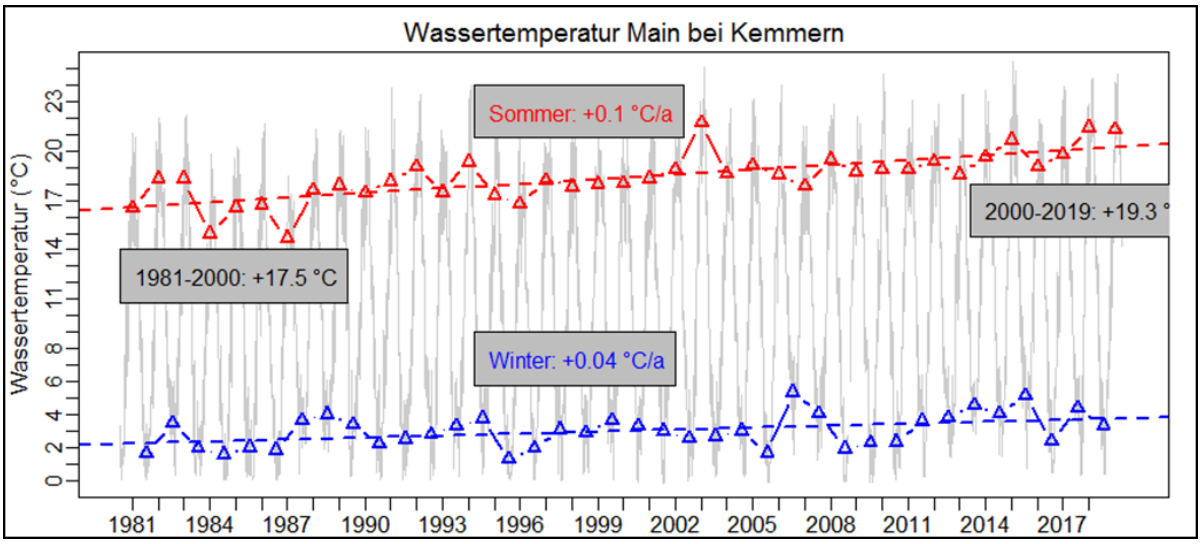


Abbildung 75: Wassertemperatur am Main bei Kemmern für die Sommermonate (Juni, Juli, August) und die Wintermonate (Dezember, Januar, Februar) (Daten vom GKD Bayern).

Besondere Belastungen bei hohen Temperaturen und Sonneneinstrahlung betreffen langsam fließende Gewässer mit niedrigen Abflüssen ohne Baumbeschattung wie bspw. an vielen Abschnitten der Reichen und Rauhen Ebrach. Ebenso gefährdet sind im Sommer künstliche und flache Seen ohne Gewässeranschluss oder Quellspeisung (Expertengespräche, 2020). In Fließgewässern wird durch die Wasserbewegung Sauerstoff eingebracht. Dieser wird benötigt, da bei höheren Temperaturen der Sauerstoffabbau zunimmt und die Sauerstoffsättigung abnimmt – mit entsprechenden **Risiken für Wasserlebewesen** (Ralf Reinartz, 2007). Droht ein Gewässer auszutrocknen, kann es sogar vorkommen, dass Fische entnommen und umgesetzt werden müssen (Expertengespräche, 2020).

Nicht nur für die Tier- und Pflanzenwelt stellen die hohen Gewässertemperaturen ein Risiko dar. Auch für den Menschen kann es zu **gesundheitlichen Risiken durch Algen und Bakterien** kommen (Expertengespräche, 2020). So musste im Sommer 2018 beispielsweise an den Badeseen Breitengüßbach und Kemmern im Norden von Bamberg ein Badeverbot aufgrund der Blaualgen ausgesprochen werden (infranken.de, 2018b, 2018a). Blaualgen (Cyanobakterien) können toxische Stoffe entwickeln und zu Gesundheitsbeschwerden führen (➢ Gesundheit). Im Sommer 2019 wurden in einem

Badesee in Frensdorf südlich von Bamberg Blaualgen (neben Noro-Viren) nachgewiesen (infranken.de, 2019e). Auch in umliegenden Landkreisen konnten in Badeseen Blaualgen nachgewiesen werden. Durch die im Zuge des Klimawandels ansteigenden Temperaturen ist bei entsprechender Nährstoffverfügbarkeit mit einer Intensivierung dieser Gewässerbelastungen zu rechnen.

Klimawirkungen auf die Trinkwasserversorgung

Die Trinkwasserversorgung ist auf verschiedenste Weise durch Witterungsbedingungen beeinflusst. Grundsätzlich wirken sich geringe Niederschläge und hohe Verdunstungsraten auf die Grundwasserneubildung aus. Dies kann zu einer **Verringerung der Grundwasserstände** führen. Abbildung 76 zeigt den Zeitverlauf des Grundwasserstandes an der Messstation Hallstadt, westlich von Bamberg. Hier wird deutlich, wie die Pegelstände im Sommer fallen und sich ab Herbst wieder durch steigende Niederschläge und geringere Temperaturen erholen. Die Sommer 1998, 2015, 2018 und 2019 fallen besonders auf. Zumindest in den Sommern 2015, 2018 und 2019 herrschten hohe Temperaturen, hohe Verdunstungsraten und geringe Niederschläge, welche diese Tiefststände mit verursacht haben werden (Abbildung 7 und Abbildung 14). Nach dem trockenen Sommer 2018 kommt es kaum zur Erholung der Grundwasserstände im Winter 2018 / 2019. Zusätzlich zeigt die Zeitreihe einen **signifikant fallenden Trend**, nach dem die Grundwasserstände um 2,2 cm pro Jahr im Zeitraum 1997 bis Juni 2020 sinken.

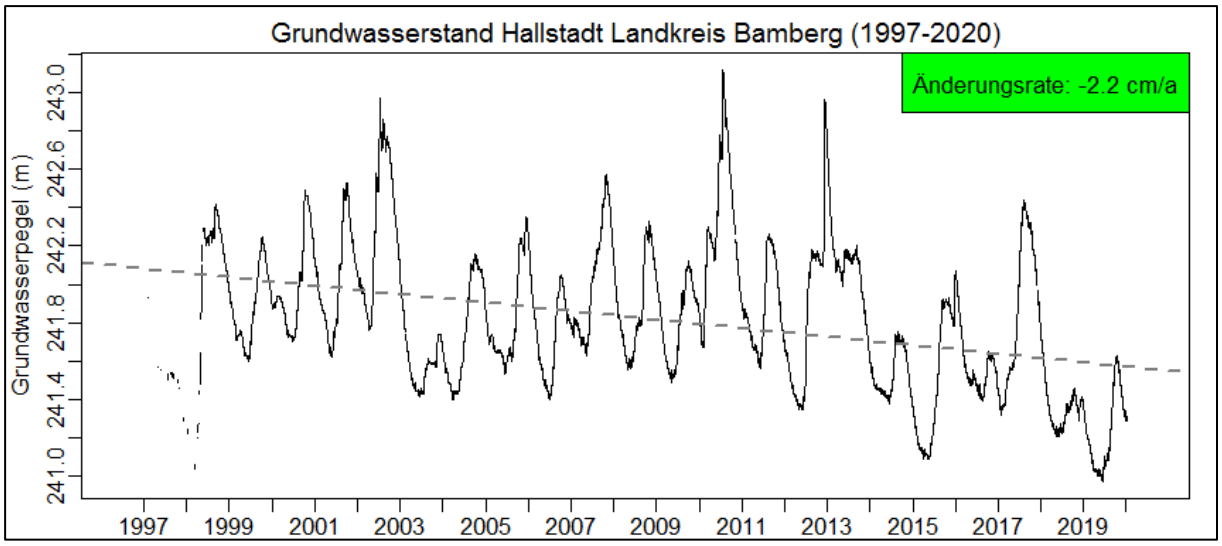


Abbildung 76: Entwicklung Grundwasserstand in Hallstadt (eigene Darstellung auf Basis von Daten vom GKD Bayern). 1997 und 1998 lag lediglich ein Wert pro Woche vor.

Viele Gemeinden im Landkreis besitzen tiefe Brunnen, welche lediglich zeitversetzt von der Witterung beeinflusst sind und durch die darüber liegenden Schichten besser gegen Schadstoffeinträge gepuffert sind als flache Quellfassungen. Einige haben jedoch nur flache Brunnen, mit entsprechend größerer Anfälligkeit – so kam es in 2018 auch bei einigen Gemeinden zum Trockenfallen der Brunnen. Diese mussten mit Tankwagen versorgt werden (Expertengespräche, 2020). Wie oben erwähnt, sind viele Versorger auch in Versorgerzusammenschlüssen organisiert. Dies verringert entsprechend die Abhängigkeit von einzelnen Versorgungsanlagen. Weiterhin ist die Hälfte der 35 Versorger an die Fernwasserversorgung angeschlossen – auch das verringert die Risiken, insbesondere, wenn die FWO als 2. Standbein die eigene Trinkwasserversorgung ergänzt.

Der Pegelstand der Ködeltalsperre ist ebenfalls von der Witterung beeinflusst und fällt über den Sommer. Jedoch gleicht sich dies über das Jahr hinweg wieder aus und laut WWA wurden für die

Dimensionierung auch Trockenjahre berücksichtigt (Expertengespräche, 2020).

Die Wasserversorgungsbilanz Oberfranken betrachtet die Versorgungssicherheit aller kommunalen Versorger im Kreis und für die Stadt Bamberg (Regierung von Oberfranken, 2015). Wie in Abbildung 77 zu sehen, ist für den überwiegenden Teil der Wasserversorger die Versorgungssicherheit mit „uneingeschränkt“ eingestuft worden (grüne Flächen) – so auch für die Stadt Bamberg. Für einzelne Versorger, welche etwa 10 % der Bevölkerung im Landkreis versorgen, wird die Zuverlässigkeit jedoch mit „eingeschränkt“ oder „stark eingeschränkt“ angegeben.

Grundsätzlich wird die Grundwasserneubildung bis zur Mitte des Jahrhunderts (2021 - 2050) im Regierungsbezirk Oberfranken leicht abnehmen. Für den Landkreis Bamberg geht die Wasserversorgungsbilanz Oberfranken von einer **Abnahme der Ergiebigkeit der Brunnen** um 2,5 % und der **Quellen** um 15 % in der Niedrigwasserperiode (Sommer- und Herbstmonate) aus (Regierung von Oberfranken, 2015). Zu einer zusätzlichen Belastung durch den klimatischen Wandel für das Wasserdargebot in der Region kommt es durch die zunehmende **Intensivierung der Niederschläge** (Expertengespräche, 2020). Wenn in Zukunft größere Anteile des Niederschlages in Form von Starkniederschlägen fallen (➢ Klimaveränderungen), kommt es zu verminderten Beiträgen zur Grundwasserneubildung, da dieses Niederschlagswasser kaum in den Boden eindringt und oberirdisch abfließt.

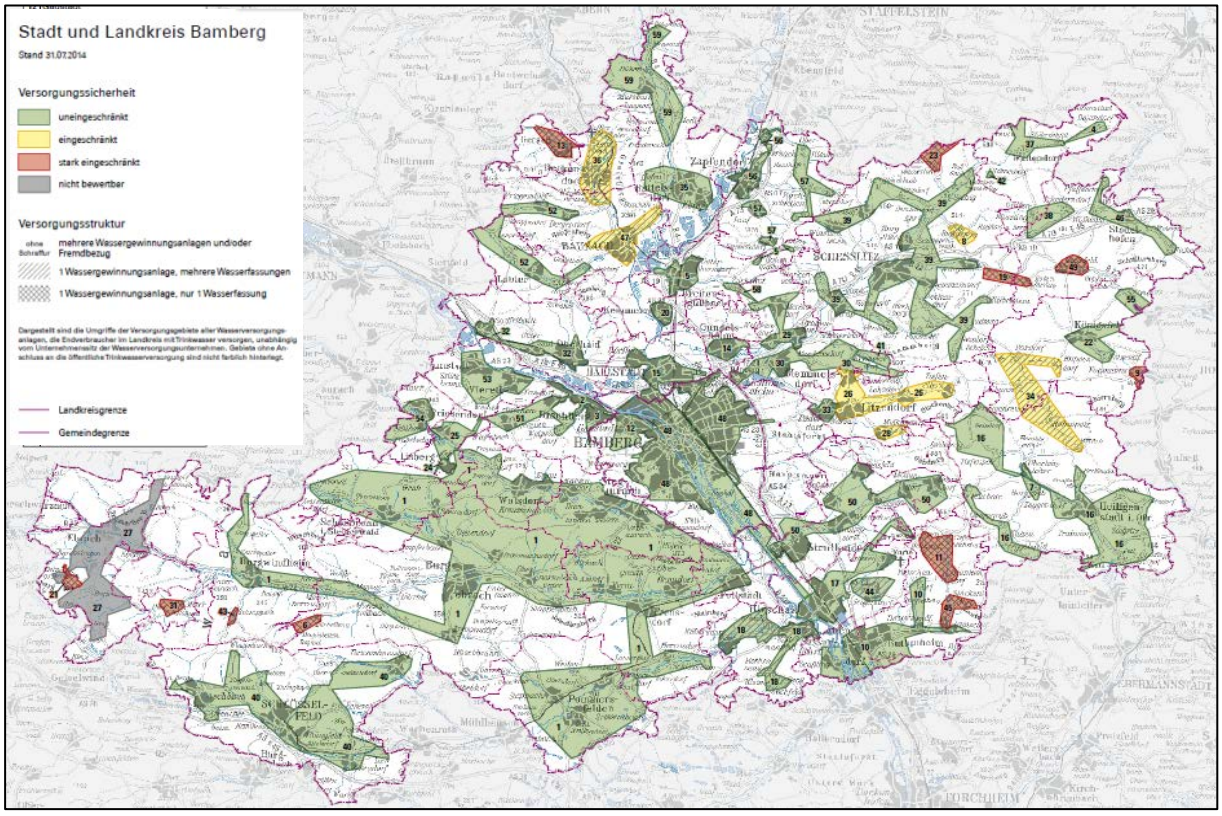


Abbildung 77: Darstellung der Versorgungssicherheit der einzelnen kommunalen Versorger in Stadt und Landkreis Bamberg – entnommen aus Wasserversorgungsbilanz Oberfranken (Regierung von Oberfranken, 2015).

Zusätzlich führen Hitze- und Trockenphasen zu **Verbrauchssteigerungen,** unter anderem durch Bewässerung im Garten, im Gartenbau oder in der Landwirtschaft. Im Allgemeinen nimmt der Wasser-

verbrauch in den ländlichen Regionen eher ab, in Bamberg hingegen zu – insbesondere durch Mehrverbrauch in der Industrie (Expertengespräche, 2020). Der Bedarf an landwirtschaftlicher Bewässerung ist in den letzten Jahren nicht merklich gestiegen. Im Lkr. Bamberg, vor allem im Maintalquartär wie in den Gemeinden Hallstadt, Dörflein und Oberhaid sind jedoch bereits sehr viele landwirtschaftliche Bewässerungsbrunnen (Schachtbrunnen) vorhanden, die überwiegend in den letzten beiden Jahrzehnten gebaut wurden. Hier ist in Zukunft aufgrund der klimatischen Herausforderungen auch für die Landwirtschaft und den Gartenbau mit einer Zunahme zu rechnen (BZL, 2019; Expertengespräche, 2020). In der Vergangenheit wurden solche Grundwasserentnahmen zur Bewässerung leichter genehmigt, jedoch ist in der Zukunft bei einer Zunahme der Anfragen auch von größeren Hürden bei der Genehmigung auszugehen. Ende 2020 wurden bereits strengere Rahmenbedingungen für die Begutachtung von Entnahmen von Wasser für die Bewässerung durch das LfU Bayern herausgegeben (Expertengespräche, 2020).

Aufgrund des verminderten Dargebots in Hitze- und Trockenphasen und dem ansteigenden Verbrauch in solchen Phasen, kam es bereits in der Vergangenheit zu Verboten von bestimmten Wassernutzungen in Franken. So wurde beispielsweise im Juli 2019 durch Niedrigwasserstände an den Gewässern im Landkreis Bamberg die Wasserentnahme verboten (landkreis-bamberg.de, 2019).

Bei der FWO sind in der Vergangenheit keine Lieferschwierigkeiten von Trinkwasser aufgetreten. Doch wird sich der klimatische Wandel auch hier bemerkbar machen, 2018 war das erste Jahr seit 140 Jahren, welches derart trocken und gleichzeitig so warm war und die FWO auf die Probe stellte (np-coburg.de, 2019). In den vergangenen Jahren verzeichnete die FWO immer wieder Rekordabgabewerte. 2018 wurde im Vergleich zum langjährigen Mittel rund 7 % mehr Wasser verteilt – die Abgabezahlen des Jahrhundertsommerjahres 2003 wurden übertroffen (Zfk.de, 2019). Ende des Jahres 2018 hatte sich der Wasserstand in der Talsperre Mauthaus weit abgesenkt, konnte sich jedoch bis März 2019 vollständig auffüllen. Im trockenen Monat März kam es dann zu einem erneuten Absatzrekord. Durch die Reserve von fünf bis sechs Millionen Kubikmeter Wasser sieht sich die FWO in Bezug auf solche Szenarien gut gerüstet (Rauh, 2019).

Das LfU-Bayern diskutiert in seinem Bericht zum Niedrigwasser in Bayern das Szenario eines trockenen Winters in Verbindung mit einem anschließend ausgesprochen trockenen Sommer. In solch einem Fall kam es bereits am Förmitzspeicher im Einzugsgebiet der Sächsischen Saale zu einem späteren Erreichen des Stauziels. Theoretisch könnte die Speicherfüllung soweit sinken, dass lediglich eine verminderte Abgabe für Niedrigwasseraufhöhung möglich wäre. Simulationen für die Zukunft im Rahmen einer KLIWA-Studie für den Förmitzspeicher, deuten im ungünstigsten Fall auf eine Einschränkung der Niedrigwasseraufhöhung hin (LfU Bayern, 2016a). Die projizierten Auswirkungen auf die Niedrigwasseraufhöhung am Förnitzspeicher lassen sich nicht auf die Trinkwassersperre Mauthaus übertragen, jedoch machen sie deutlich, dass sich die Herausforderungen auch für die Wasserspeicher im Klimawandel erhöhen werden.

Neben den mengenmäßigen Herausforderungen durch den klimatischen Wandel sind auch **Risiken für die Qualität des Grund- /Trinkwassers** zu erwarten. So kann es in der Region zur Belastung des Grundwassers mit Nitrat kommen. Hier sind an 2 % der Messstellen die Grenzwerte überschritten worden – zum Vergleich in Südbayern sind es lediglich unter 1 % (Expertengespräche, 2020). Es gibt einen intensiven Diskurs mit der Landwirtschaft, um auf **gewässerschonende landwirtschaftliche Methoden** umzustellen – wie beispielsweise der Anbau einer Zwischenfrucht und die Einhaltung von Gewässerrandstreifen, …) – über das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP bzw. KLP) können solche Maßnahmen auch gefördert werden (mehr Details siehe Maßnahmenblätter). Die Wasserversorger

leisten Ausgleichszahlungen für trinkwasserschonende Anbaumethoden an die Landwirte (Expertengespräche, 2020). Auch für das bereits geförderte Trinkwasser besteht in Hitzephasen ein erhöhtes **Verunreinigungsrisiko** durch Bakterien - insbesondere bei Leitungen, in denen das Wasser lange steht (infranken.de, 2018f).

Das Rohwasser aus den Talsperren der FWO wird aus den tieferen, kälteren und weniger witterungsbeeinflussten Schichten entnommen, jedoch gelangen auch Nährstoffe mit dem Niederschlag in die Talsperren. Mit der Frühjahrszirkulation und der Intensivierung der Sonneneinstrahlung beginnt in den oberen lichtdurchfluteten Bereichen der Talsperre das Wachstum von Phytoplankton. Wenn dieses Phytoplankton in der Sommerstagnation absinkt und in den tieferen Bereichen unter Verwendung von Sauerstoff abgebaut wird, werden wiederrum Nährstoffe freigegeben und der Sauerstoffgehalt in den tiefen Horizonten sinkt. Das **Phytoplanktonwachstum** ist also maßgeblich von den eingeführten (Industrie, Landwirtschaft, etc.) Nährstoffen sowie von der Sonnenenergie abhängig. Aktuell kann die Trinkwassertalsperre Mauthaus mit einem Nitratgehalt < 5 mg/L und einem Phosphatgehalt unterhalb der Nachweisgrenze als oligotropher (nährstoffarmer) See eingestuft werden (Expertengespräche, 2020).

Durch den Klimawandel verlängert sich jedoch die Phase der Sommerstagnation, der Sauerstoffvorrat nimmt während dieser Phase ab und es werden mehr Nährstoffe gelöst, sodass sich der Vorrat von kaltem hochwertigen Tiefenwasser verringern und sich der Aufbereitungsbedarf durch Plankton und Nährstoffe erhöhen könnte (Willmitzer *u. a.*, 2015; LfU Bayern, 2016a). Die Aufbereitungsanlagen müssen bei Nährstoffeintrag durch Starkregenereignisse und damit einhergehende Algenentwicklung, Trübung und mikrobiologische Belastung reagieren. Maßnahmen, um die Wasserqualität zu sichern, wie beispielsweise Tiefenwasserbelüftungen oder Sauerstoffbegasungen, sind jedoch meist mit hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden (Willmitzer *u. a.*, 2015).

Ein weiteres witterungs- und damit klimabedingtes Risiko für die Wasserversorgung ist die Abhängigkeit der Infrastruktur von der Stromversorgung. Viele Bereiche sind zeitlich begrenzt mit Notstrom versorgt und müssten dann bei einem langanhaltenden Blackout mit Treibstoff für die Generatoren versorgt werden (➢ Katastrophenschutz). Die Hochbehälter können hier stromunabhängig, rein gravitativ, für etwa 24 Stunden das Wasser in der Stadt verteilen. Der 2015 in Betrieb genommene Hochbehälter West speichert beispielsweise 8,4 Millionen Liter Trinkwasser für die Bamberger (Stadtwerke Bamberg, 2020).

Klimawirkungen auf die Entwässerung

Die Entwässerungssysteme im Landkreis und in der Stadt Bamberg sind insbesondere durch die Intensivierung der Niederschläge und damit häufiger auftretenden extremen Entwässerungsmengen betroffen. Die Region sieht sich im Hochwasserbereich gut aufgestellt, jedoch besteht im Bereich Starkregenvorsorge noch Handlungsbedarf (Expertengespräche, 2020).

Im Siedlungsbereich kann aufgrund der Versiegelung das Niederschlagswasser nicht versickern und muss abgeführt werden. Die Entwässerungssysteme sind so ausgelegt, dass eine problemlose Abführung des Wassers bis zu einer bestimmten Niederschlagsmenge möglich ist. Ein Ereignis, bei dem das Entwässerungssystem bis zur Geländeebene gefüllt ist (Überstau), sollte dann im statistischen Mittel nur etwa alle 3 bzw. 5 Jahre (bestehende Systeme, Stadtzentren bzw. Verkehrsanlagen) auftreten (Stadt Bamberg, 2018b). Zu Überflutungen sollte es in der Neuplanung bei z. B. Wohngebieten nur alle 20 Jahre kommen. Im Zuge des Klimawandels ist mit einer Zunahme von intensiven Niederschlägen zu rechnen (Siehe Kapitel 2.3). Die Überlastung der Entwässerung wird damit ebenfalls häufiger

auftreten. Kann das Wasser nicht mehr von der Entwässerungsinfrastruktur aufgenommen werden, sammelt sich das Wasser und führt zu Überschwemmungen bzw. kann bei entsprechender Hangneigung zusätzlich zu wildabfließenden Wassermengen mit erhöhtem Schadenspotential führen.

So kam es beispielsweise in Breitengüßbach nördlich von Bamberg im Juni 2016 nach langanhaltenden Niederschlägen zur Überlastung des Hochwasserrückhaltebeckens und zu einem Uferanbruch mit drohender Unterspülung eines Wohngebäudes. In den Nachbarorten standen Straßen und Gebäude bis zu einem halben Meter unter Wasser (infranken.de, 2016). Im Mai 2018 fielen im Raum Bamberg innerhalb von 30 Minuten bis zu 50 mm Niederschlag – die Kanalisation war überlastet, Bahnunterführungen standen unter Wasser und bei Bischberg, westlich von Bamberg, floss **wild abfließendes Schlammwasser** von den Hängen auf die Straße hinunter und blockierte diese (tvo.de, 2018c). Im Jahr darauf, im Mai 2019, führte Dauerregen zu Überschwemmungen in der Region Ebrach. Es wurden Keller und die Bundesstraße 22 überflutet (InFranklen.de, 2019).

Weiterhin kann es bei einer Überlastung der Entwässerungsinfrastrukturen in Mischsystemen bei besonders starken Niederschlägen zu Einleitungen von Mischwasser über die Entlastungsbauwerke in das Oberflächengewässer kommen. Diese Überlastung von Mischwasserkanälen ist, wie bei Regenwasserkanälen, ab bestimmten Ereignisjährlichkeiten (je seltener desto stärker) nicht zu verhindern. In der Regel sollte es hier zu einer großen Verdünnung kommen und damit lediglich ein geringes Verunreinigungsrisiko für Gewässer sowie Fauna und Flora vorliegen (➢ Biodiversität) (Expertengespräche, 2020).

Aufgrund der Erfahrung mit solchen Ereignissen in der Vergangenheit haben sich vereinzelte Gemeinden entschieden, Konzepte zum Schutz vor solchen Schadensereignissen zu erstellen. So erstellen beispielsweise Memmelsdorf, Zapfendorf und Baunach gemeinsam mit Lauter ein Starkregen- und Sturzflutenkonzept. Die Gemeinde Altendorf gemeinsam mit Buttenheim sowie Breitengüßbach und Oberhaid erstellen bzw. haben bereits ein Hochwasserschutzkonzept erstellt (Expertengespräche, 2020). Auch die Gemeinde Scheßlitz hat ein Hochwasserschutzkonzept erarbeiten lassen, welches den Bau von Rückhaltebecken entlang des Leitenbaches installiert und naturnahe Bachverlegungen durchgeführt (gruene-schesslitz.de, 2014). Auch in der Stadt Bamberg wurde die Erstellung einer Regen-Risikokarte und eines Starkregenmanagements im Umweltgremium vorgeschlagen (Stadt Bamberg, 2018b). Das Wasserwirtschaftsamt Kronach fördert Konzepte zur Vorsorge für Gemeinden, und auch der Freistaat Bayern fördert verschiedene kommunale Hochwasserschutzmaßnahmen. Einzelne Maßnahmen sind in der Bauplanung vorgeschrieben. So wird bei einem Neubau ein Trennsystem in der Entwässerung vorgeschrieben und eine ortsnahe Versickerung empfohlen. Es wird darauf hingewiesen, dass man möglichst wenig versiegelt und ortsnah das Niederschlagswasser zurückhält (➢ Raumplanung) (Expertengespräche, 2020).

In Trockenphasen können sich in großen Mischwasserkanälen größere Mengen Schmutz ablagern. Im Nachgang von Starkregenereignissen können sich diese lösen und es kann zu Beginn von intensiven Niederschlagsphasen zu sogenannten Schmutzwasserstößen kommen (Expertengespräche, 2020).

Klimawirkungen auf die Wasserkraft

Es wird vom Landkreis davon ausgegangen, dass die produzierte Energiemenge in der Wasserkraft bedingt durch den Klimawandel und die zunehmenden Trockenheiten rückläufig sein wird (Kurz, 2019).

Teilstrategie

Die im Klimakapitel (Kap. 2) dargestellten klimatischen Änderungen in der Vergangenheit, aber auch die zu erwartenden Änderungen in der Zukunft haben vielfältige Auswirkungen auf das Handlungsfeld Wasser. Die Veränderungen in der Niederschlagsverteilung über das Jahr, die Intensivierung der Niederschläge und die in Verbindung mit den ansteigenden Temperaturen zunehmende Verdunstung wirken sich sowohl auf die Oberflächengewässer, auf das Grundwasser, auf die Nutzung des Schutzgutes Wasser als auch die Entwässerungssysteme in Stadt und Landkreis Bamberg aus.

An den Fließgewässern in Stadt und Landkreis Bamberg ist durch zunehmende Winterniederschläge mit höheren Abflüssen zu rechnen. Aber auch im Sommer werden häufiger Starkregenereignisse, insbesondere bei kleinen Einzugsgebieten mit kleinen Gewässern wie z. B. die Seiteneinzugsgebiete der Lauter höhere Abflüsse binnen kurzer Zeit beobachtet werden. Gleichzeitig stellen häufiger auftretende Trockenphasen mit niedrigen Pegeln und erhöhten Gewässertemperaturen Fauna und Flora vor große Herausforderungen. Strategie sollte hier sein: weg vom „schnellen Wasserabführen“ hin zu „Rückhalt des Wassers in der Landschaft“ (➢ Landwirtschaft, ➢ Wald). Maßnahme „Stärkung des natürlichen Wasserrückhaltes“ (W 01) adressiert dieses Ziel. Mit renaturierten Gewässern können Überschwemmungen durch größeren natürlichen Stauraum abgeschwächt werden. Durch die Entwicklung von Auwäldern kann Wasser länger gespeichert werden und zum Erhalt von Lebensräumen beitragen. Der natürliche Uferbewuchs an Gewässern erhöht die Verschattung zum Schutz vor Hitze. Speziell in den Sommermonaten wird es in Zukunft häufiger zu Trockenphasen und damit niedrigen Abflussmengen und Pegelständen kommen. Durch die Maßnahme „Runder Tisch zur Wasserkraft“ (W 06) soll ein Diskurs angeregt werden, welcher die Erarbeitung einer Strategie zum Umgang mit der Wasserkraft im Klimawandel zum Ziel hat.

Die veränderten klimatischen Bedingungen wirken sich auch auf das lebenswichtige Gut Trinkwasser aus. Dieses muss auf vielfältige Art geschützt werden. Zum einen sollten „Resilienzsteigerungen in der Trinkwassergewinnung“ (W 02) vorgenommen werden. Dazu gehört beispielsweise eine verstärkte Redundanz bei den Gewinnungsanlagen. Aufgrund der ungünstigen hydrologischen Bedingungen in der Region sind viele Versorger an die Fernwasserversorgung (FWO) angeschlossen. Dies ist bereits eine erste Diversifizierung in der Versorgung. Es ist jedoch davon auszugehen, dass in Zukunft insbesondere in Hitzephasen die Verbräuche steigen, das eigene Wasserdargebot sinkt und viele Versorger verstärkt auf die FWO zurückgreifen. Es sollte geprüft werden, bis zu welcher Ausprägung des Klimawandels eine zuverlässige Versorgung durch die FWO gesichert ist („Resilienz der FWO unter extremen Klimawandel prüfen“ - W 07).

Die ohnehin geringen Grundwasserneubildungsraten in der Region werden sich im Klimawandel durch höhere Verdunstungsraten eher weiter verringern – es gilt also das Grundwasser zu schützen und sparsam mit Wasser umzugehen. Der erhöhte Wasserrückhalt in den Fließgewässern (W 01) kann hier einen Beitrag zur Erhöhung der Grundwasserneubildungsraten leisten. Die „Partnerschaft zwischen Land- und Wasserwirtschaft“ (W 04) trägt dazu bei, dass Verbräuche vermindert und Verunreinigungsrisiken gering gehalten werden. Aufgrund der hohen Abhängigkeit der Landwirtschaft vom Wasser und den steigenden Bedarfen nach Bewässerung wird diese Zusammenarbeit stark an Bedeutung gewinnen. Gleiches gilt für die Großverbraucher in der Industrie. Hier sollten Einsparpotentiale genutzt werden um die Wasserversorgung und das Grundwasser zu entlasten. Weitere wichtige Akteure für die klimaresiliente Gestaltung des Handlungsfeldes Wasser sind die Bürger*innen. Um zu verdeutlichen, welche Herausforderungen bei der Trinkwassergewinnung, insbesondere im Klimawandel, auftreten, sollten entsprechende Infokampagnen zum „Schutzgut Trinkwasser“ (W 05)

umgesetzt werden. Diese können gut mit der weiteren „Installation von Trinkwasserspendern“ (W 09) kombiniert werden, die den Bürger*innen in Hitzephasen einen leichteren Zugang zum lebenswichtigen Elixier ermöglichen.

Eine weitere Herausforderung stellt die zunehmende Belastung der Siedlungsentwässerung durch intensiver werdende Niederschläge dar. Maßnahme W 01 kann hier dazu beitragen, dass die Flüsse diese Wasserlast aufnehmen können. Jedoch müssen auch die Siedlungsräume abseits der Flüsse auf die Niederschlagsmengen vorbereitet werden. Die Maßnahme „Kommunales Starkregenmanagement + Schwammstadt-Prinzip“ (W 03) soll Städte und Gemeinden auf Niederschlagsmengen vorbereiten, die eine Überforderung für die Siedlungsentwässerung darstellen. Hier können Entsiegelung, Wasserrückhalt oder ein kontrollierter Abfluss Abhilfe schaffen. Durch die Maßnahme „Zisternennutzung fördern“ (W 08) sollen auch im kleinen Rahmen Projekte gestärkt werden, welche zum einen den Wasserrückhalt verbessern, aber auch zu einer sparsameren Nutzung von Trinkwasser beitragen.

Maßnahmen

W 01 STÄRKUNG DES NATÜRLICHEN WASSERRÜCKHALTS

Kurzbeschreibung

Im Zuge des Klimawandels werden Starkregenereignisse an Häufigkeit zunehmen. Um vor Hochwasser zu schützen müssen die Gewässer und ihre Einzugsgebiete in der Lage sein mehr Niederschlagswasser zurückzuhalten bzw. aufzunehmen und natürliche Rückhalteflächen müssen als Überschwemmungsgebiet von Bebauung freigehalten werden. Weiterhin wird es zu einer Zunahme von Hitze- und Trockenphasen kommen. Diese führen zu einer Zunahme der Gewässertemperatur und einer Verringerung der Abflussmenge. Dies wiederum stellt eine große Belastung bis hin zum Absterben der Pflanzen- und Tierwelt in den Gewässern dar. Eine natürliche Gewässerstruktur kann die Resilienz des Lebensraumes erhöhen. Bei Niedrigwasser ist an Wasserkraftanlagen dafür Sorge zu tragen, dass eine Mindestwasserführung im Hauptgewässer immer abgeleitet wird, um ein Trockenfallen von Gewässerabschnitten zu vermeiden.

Daher sollte der Wasserrückhalt in der Fläche zum Schutz vor Überflutungen der Bebauung durch zunehmende Starkregenereignisse erhöht und eine natürliche Gewässerstruktur angestrebt werden. Einige Maßnahmen, welche im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) umgesetzt werden, erfüllen dieses Ziel.

Die Umsetzung der gesetzlichen Regelungen zu Gewässerrandstreifen sollen hier ebenfalls als Begleitmaßnahme genannt werden. Gewässerrandstreifen können einen Beitrag zum Wasserrückhalt leisten, sie bieten Schutz vor Stoffeinträgen und sind ein erster Schritt zur Verbesserung der ökologischen Funktionen der Gewässer.

Eine besondere Herausforderung ergibt sich bei Gewässern, welche zum Teil aus den Abläufen von Kläranlagen gespeist werden. Damit in Trockenphasen der Anteil des Kläranlagenablaufes die Gewässerqualität nicht beeinträchtigt, können nur Gewässer verwendet werden, welche auch in Zukunft nicht trocken fallen.

Cluster V: Wasser	Handlungsfeld Wasserwirtschaft (Oberflächenwasser)
Verantwortlichkeit	• Der Landkreis sollte in Form von Informationen und Anregungen den Prozess unterstützen • Stadt und Gemeinden sind für die Umsetzung WRRL an Gewässer III. Ordnung zuständig, Wasserwirtschaftsamt Kronach für die Umsetzung an Gewässer I. und II. Ordnung , Bundeswasserstraßen WSV (Bund) • Wasserwirtschaftsamt Kronach unterstützt und begleitet den Prozess an Gewässer III. Ordnung • Wasserberater am Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) • Landwirte (mit ALE und ALEF als Unterstützer/ Vermittler) • Stadt und LRA (Sind für Festsetzung Überschwemmungsgebiete an Risikogewässern nach § 76 WHG verantwortlich, um natürliche Rückhaltefläche nach § 77 WHG zu erhalten)

	• Landwirte nehmen am Projekt „Bodenständig“ des Amtes für Ländliche Entwicklung Oberfranken teil.
Aufwand für Akteure	• Abhängig vom Umfang der Maßnahmen niedrig bis mittel • Welche Förderungen sind möglich? - Gewässerentwicklungs- und Umsetzungskonzepte (Förderprogramm RZWas 2018 durch WWA): Förderung 75 % - Maßnahmen zum natürlichen Rückhalt im Gewässer in der Aue und auf Feuchtflächen (Förderprogramm RZWas 2018 durch WWA): Förderung 75 % - Naturnahe Gewässerentwicklung (Förderprogramm RZWas 2018 durch WWA) : Förderung bis 75 % - Anlage abflussbremsender und rückhaltender Landschaftselemente im Rahmen der Ländlichen Entwicklung (Förderprogram FinR-LE durch ALE): Förderung bis zu 75 % - Hochwasser-Audit (Förderprogramm RZWas 2018 durch WWA): Förderung 75 % - Integrale Konzepte zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement sowie Hochwasserschutzkonzepte (Förderprogramm RZWas 2018 durch WWA): Förderung 75 % • Siehe auch: Förderung im Wasserbau (StMUV Bayern, 2019) • Gesetzlich verpflichtende Gewässerrandstreifen seit 01.08.2019: Über die Höhe der Entschädigung wird noch diskutiert; Förderung über KULAP für Gewässer- und Erosionsschutzstreifen mit 920 €/ha durch AELF (kann nur für Flächen über 5 bzw. 10 m hinaus beantragt werden; § 38 WHG und Art. 21 BayWG)
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Allgemeine Grundsätze zur Gewässerbewirtschaftung, z. B. Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass den Folgen der Klimawandels vorgebeugt wird sowie der Rückhalt des Wassers in der Fläche zu gewährleisten ist (§ 6 WHG) • Wasserrahmenrichtlinie (§ 27, § 29 WHG): - Erstellung von Gewässerentwicklungs- und Umsetzungskonzepten (GEK und UK) - Umsetzung der Maßnahmen aus GEK und UK • Gesetzlich vorgeschriebene Gewässerrandstreifen kontrollieren
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Positive Wirkung auf die Biodiversität • Positive Wirkung auf das Landschaftsbild / Tourismus • Positive Wirkung auf Stoffhaushalt (Pufferwirkung bei Nährstoffeinträgen) • Konfliktpotential mit Wasserkraft • Konfliktpotential mit Landwirtschaft (Flächenverbrauch landwirtschaftliche Flächen, häufigeres Ausufern bei Hochwasser) • Konfliktpotential mit Stadt und Gemeinden (bei Freihaltung natürliche Rückhalteflächen wie im Gesetz nach §77 WHG gefordert besteht häufig Unverständnis)
Robustheit und Flexibilität	Maßnahme ist schon jetzt sinnvoll – No-Regret
Maßnahmenindikator	Verhältnis der Gewässerabschnitte mit Gewässerstrukturklassen 1 - 3 gegenüber 4 - 7 (einige Maßnahmen sind für das Erreichen des Ziels W 01 sinnvoll, sind jedoch nicht mit einer Gewässerstrukturklasse 1 - 3 messbar, hier sind Erfahrungswerte vor Ort entscheidend)
Regionalisierung	An allen Gewässern im Landkreis (Für Stadt und Landkreis kommen dabei unterschiedliche Einzelmaßnahmen in Betracht)
Zeitliche Dringlichkeit	• Information und Anregung sollte kurzfristig beginnen, damit Maßnahmen

	kurz- und mittelfristig umgesetzt werden können (wenn Verständnis Landwirte/ Gemeinden da ist können die Maßnahmen – da keine technischen Bauwerke – z. T. je nach Größe recht unbürokratisch und schnell umgesetzt werden) • Überschwemmungsgebiete sind jetzt dringend festzusetzen, um von Bebauung freizuhalten • Handlungsdruck durch klimatische Entwicklung ist hoch • WRRL sollte bis 2027 umgesetzt sein
Best-Practice Beispiele	• Arbeitshilfe: Wege zu wirksamen Uferstreifen (LfU-Bayern, 2014) • Infoblatt: Kommunales Sturzflut-Risikomanagement (StMUV, 2019c) • Best-Practice Beispiele zu Hochwasserschutz durch ländliche Entwicklung (StMELF Bayern, 2020c), Gewässerentwicklungskonzepten (WWA Kronach, 2018a) und zu den Maßnahmen an Gewässern (WWA Kronach, 2018b)

W 02 RESILIENZSTEIGERUNG IN DER TRINKWASSERGEWINNUNG

Kurzbeschreibung

Längere und häufigere Dürrephasen im Zuge der klimatischen Änderungen führen zu einer steigenden Belastung für die Trinkwasserversorgung. Das Wasserdargebot wird in diesen Dürrephasen vermindert sein und das Ausfallrisiko für einzelne Wassergewinnungsanlagen steigt. Insbesondere die Trinkwassergewinnung an flachen Brunnen, aber auch durch Uferfiltrat, wird besonders durch diese Witterungsbedingungen beeinflusst. Spürbar war dies auch an fallenden Grundwasserpegeln. Sind einzelne Versorger von einzelnen Gewinnungsanlagen abhängig sinkt die Versorgungssicherheit.

In der Wasserversorgungsbilanz Oberfranken 2025 wurden die Wasserverfügbarkeit in 2025 und die Redundanz von Gewinnungsanlagen für die Wasserversorgungsanlagen in Stadt und Landkreis Bamberg betrachtet. Der überwiegende Teil verfügt über eine uneingeschränkte Versorgungssicherheit. Jedoch gibt es vereinzelte Anlagen mit eingeschränkter und stark eingeschränkter Versorgungssicherheit. In 2018 ist bereits die Versorgung in einzelnen Gemeinden im LK soweit zurückgegangen, dass die Trinkwasserversorgung durch Tankwagen bereitgestellt werden musste.

Es wird angeregt zur Anpassung an den Klimawandel eine stärkere Vernetzung oder Kooperation zwischen den Versorgern/Versorgungsanlagen oder durch den Anschluss an die Fernwasserversorger herzustellen. Grundsätzlich sollte die Trinkwasserversorgung auf zwei Standbeine gestellt werden, d. h. mind. zwei unterschiedliche Grundwassereinzugsgebiete oder z. B. die Kombination Fernwasser und eigene Grundwasserversorgung. Weiterhin sollten Altbrunnen erhalten und für Dürrephasen vorgehalten werden. Verstärkt wird die Belastung für die Trinkwasserversorgung in Hitzephasen durch hohe Spitzenverbräuche.

Cluster V: Wasser	**Handlungsfeld Wasserwirtschaft (Trinkwasser)**
Verantwortlichkeit	• Landkreis und Stadt in Form von Information und Anregung • Unterstützung durch das Wasserwirtschaftsamt Kronach • Gesundheitsamt Stadt/Landkreis • Gemeinden

Aufwand für Akteure	• Für LK und WWA ist der informierende und begleitende Teil der MN eher mit geringerem Aufwand verbunden • Höhere/hohe Kosten und Planungsaufwand für Versorger und Gemeinden • Förderung z. T. über RZWas 2018 möglich: - Bau von Verbundleitungen (RZWas 2018, Ansprechpartner Wasserwirtschaftsamt Kronach): Förderung 80 €/m bzw. 50 % der Ausführungskosten - Sanierung von Trinkwasserleitungen zur bspw. Verringerung von Wasserverlusten (RZWas 2018, Ansprechpartner Wasserwirtschaftsamt Kronach): Förderung nach Härteschwelle mit bspw. 120 €/m bzw. 50-90 % der Ausführungskosten - Bauliche Sanierung sonstiger Behälter wie Hochbehälter zur Zwischenspeicherung von Trinkwasser (RZWAS 2018, Ansprechpartner WWA): Förderung 250 €/Einwohner - Beitritt zu einem Zweckverband (RZWas 40 €/EW)
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Versorgungssicherheit unter Klimawandel aufrechterhalten • 2. Standbein für Trinkwasserversorgung sicherstellen • Trinkwasserversorgung ist Pflichtaufgabe (nach Art. 57 der Bayerischen Gemeindeordnung) der Gemeinden • Nicht auf Fernwasserversorgung allein verlassen – aber Anschluss für Gemeinden, welche diesen noch nicht haben oder Verbund mit anderen Gemeinden bzw. darauf achten, dass Brunnen aus unterschiedlichen Einzugsgebieten (nach § 50 WHG ist Wasserbedarf vorrangig aus ortsnahen Wasservorkommen zu decken!) • Nach § 46 WHG benötigt die Entnahme von Grundwasser in geringen Mengen keine wasserrechtliche Genehmigung und ist nach § 49 nur bei der Behörde anzuzeigen - d. h. diese Entnahmen unterliegen keiner behördlichen Überwachung - bei Zunahme der Entnahmen im Zuge des Klimawandels könnte dies zu einem Problem werden, da unklar ist, wie viel entnommen wird. Daher sollte zusätzlich seitens LRA/ Stadt: - Übersicht über genehmigte Brunnen (einschl. Menge) erstellen - Bürger nach Entnahmemenge und Bestehen des Brunnens befragen • Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten bzw. in Regionalplänen Vorranggebiete für Trinkwasserversorgung • Nach § 6 Abs. 1 Nr. 4 WHG sind bestehende oder künftige Nutzungsmöglichkeiten insbesondere für die öffentliche Wasserversorgung zu erhalten oder zu schaffen
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Wechselwirkung mit MN zur Sensibilisierung der Bevölkerung gegenüber dem Schutzgut Wasser W 05 • Wechselwirkung mit MN zur Partnerschaft Land- und Wasserwirtschaft W04 • Verbreitung von Maßnahmen wie „Wasserschutzbrot“ (siehe https://www.wasserschutzbrot.de/) zum Schutz des Grundwassers
Robustheit und Flexibilität	MN zielt darauf ab, dass Versorgung flexibel auf verschiedene Witterungsbedingungen reagieren kann
Maßnahmenindikator	Entsprechend der Analyse in der Wasserversorgungsbilanz Oberfranken 2025 – Anteil der Anlagen mit uneingeschränkter Versorgung
Regionalisierung	• Bei Versorgern, welche von einzelnen Wassergewinnungsanlagen abhängig sind • Versorger mit flachen und damit witterungsabhängigen Brunnen • Gemeinden, die nach Kenntnisstand Gesundheitsamt bereits über Tank-

	wagen mit Trinkwasser versorgt werden mussten
Zeitliche Dringlichkeit	Information und Anregung sollte kurzfristig beginnen, da Handlungsdruck, wie die Sommer 2018 und 2019 zeigten, hoch ist Dauer der Maßnahme: • Erstellung von Verbundleitungen kurz- bis mittelfristig • Bohrung neuer Brunnen mit neuer Wasserschutzgebietsausweisung mittel- bis langfristig
Best-Practice Beispiele	• Auracher Gruppe als Beispiele für Verbünde • FWO Oberfranken als Beispiel für Fernwasserversorgung • Unterstützung durch Interessengemeinschaft Kommunale Trinkwasserversorgung

W 03 KOMMUNALES STARKREGENMANAGEMENT + SCHWAMMSTADT-PRINZIP

Kurzbeschreibung

Der klimatische Wandel sorgt für zunehmende Risiken durch Starkregenereignisse. Häufigere Ereignisse mit sehr hohen Niederschlagsmengen in kurzen Zeiträumen können zu einer Überforderung der Entwässerungssysteme führen, da diese nur bis zu einer gewissen Intensität bzw. Häufigkeit ausgelegt werden können. Kommt es zu einer Überlastung der Entwässerung, kann das Wasser im Siedlungsraum kaum versickern und es kommt zu unkontrolliertem Regenwasserabfluss. Dieser kann insbesondere in Verbindung mit einem Gefälle im Gelände zur Akkumulation großer Wassermengen und Überschwemmungen mit entsprechenden Schäden führen.

Die Gemeinden sollten zur Vermeidung dieser Schäden entsprechende Starkregenmanagementpläne erarbeiten (vgl. Infoblatt: Kommunales Sturzflut-Risikomanagement (StMUV, 2019c)*). Diese beinhalten beispielsweise Starkregenabflussanalysen, Analysen zum Schadenspotential in der Gemeinde (speziell entlang identifizierter Abflusswege), Maßnahmen zum Wasserrückhalt oder Versickerungsflächen.*

*Das Thema Starkregenrisiken könnte beispielsweise auf Bürgerversammlung angesprochen werden. Hier könnte rückblickend auf die Schäden durch Starkregen in der Vergangenheit eingegangen werden und Betroffene könnten von ihren Erfahrungen berichten. Im engem Austausch mit Feuerwehr und Katastrophenschutz könnten folgende Fragen erläutert werden: Was war die Ursache für die Schäden? Welche ersten Schritte hat die Gemeinde im Nachgang bereits unternommen? Was können die einzelnen Bürger*innen tun?*

Insbesondere in Bamberg und den dichter besiedelten Gemeinden im Landkreis sollte die Erstellung von Starkregenmanagementplänen mit der Steigerung des Wasserrückhaltes im Siedlungsbereich einhergehen. Dies kann beispielsweise über das Schwammstadt-Prinzip geschehen. Bei diesem handelt es sich um ein stadtplanerisches Konzept, bei welchem das Niederschlagswasser in der Stadt aufgenommen und gespeichert wird, anstatt es zu kanalisieren und abzuleiten. Dach- und Fassadenbegrünung, Versickerungsflächen (z. B. auch durch wasserdurchlässige Oberflächen, Baumrigolen…) oder Zisternen sorgen für ein dezentrales Regenwassermanagement. Das zurückgehaltene Wasser wird teilweise verdunstet (kühlender Beitrag zum Mikroklima), dem Grundwasser zugeführt oder kann später zur Bewässerung genutzt werden (dsa-pr.de, 2019)*. So können Schäden durch Starkregen minimiert werden.*

Cluster V: Wasser	**Handlungsfeld Wasserwirtschaft (Entwässerung)**
Verantwortlichkeit	• Landkreis in Form von Information und Anregung • Stadt und Gemeinden für die Informationsweitergabe an die Bürger*innen und Umsetzung von eigenen Maßnahmen und Vorgabe an Bürger über Bauleitplanung/ Flächennutzungspläne • Wasserentsorgungsunternehmen • Katastrophenschutz Stadt/LRA

	• Amt für Ländliche Entwicklung Oberfranken mit Projekt „Bodenständig“ • Unterstützung durch Wasserwirtschaftsamt Kronach
Aufwand für Akteure	Planerische und organisatorische Maßnahmen sind eher mit geringen bis mittlerem Aufwand verbunden, jedoch ist die Umsetzung von Wasserrückhalt oder Entsiegelung mit geringen bis hohem Aufwand verbunden (bspw. beginnt Starkregenmanagement bereits beim Einbau einer Türschwelle, damit das Wasser nicht reinläuft). Förderung siehe Maßnahme W 01 und Infoblatt Wasserbau (StMUV Bayern, 2019). Aufstellung von Starkregen- und Sturzflutkonzepten wird ähnlich wie Hochwasserschutzkonzepte durch WWA/ Freistaat Bayern gefördert.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Förderung und Bewerbung von Starkregenmanagement in den Gemeinden • Erstellung von Starkregenabflusskarten (Bürger und FFW vor Ort mit ins Boot holen, weil diese häufig wissen, wo Problematik mit Starkregen ist) • Austausch zwischen Sektoren zum Umgang mit Sturzfluten im Siedlungsbereich • Entsiegelung (z. B. von Parkflächen), Nutzung von Sportlplätzen als Rückhalteraum, Stärkung der Eigenvorsorge i. S. § 5 Abs. 2 WHG wird Eigenvorsorge sogar vorgeschrieben! • Werbung für Abschluss einer Versicherung für Elementarschäden (Verbraucherzentrale Bayern, 2019) • Unterstützung Gemeinden bei Erstellung bzw. Fortschreibung von Alarm- und Einsatzplänen durch Katastrophenschutzbehörde • Risiken der Kläranlagen mit Mischwasserkanalanschluß einbeziehen. • Bei Bebauungsplan-Erstellung berücksichtigen • Räume für alternative Niederschlagswasserbewirtschaftung identifizieren (Schwammstadt-Prinzip)
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Bezug zu MN im Gebäudesektor und im Katastrophenschutz • Überlappungen mit MN W 01 • Schwammstadt-Prinzip verbessert Mikroklima (insbesondere in zunehmenden Hitzephasen relevant) und wertet das Stadtbild auf
Robustheit und Flexibilität	Maßnahme ist bereits heute sinnvoll (NO-REGRET)
Maßnahmenindikator	Anzahl der Gemeinden mit Starkregenmanagementplänen Anzahl der überlasteten Kanäle bei Starkregen
Regionalisierung	• Versiegelte Flächen, Hangneigung und enge Täler erhöhen Risiken • Nähe zu Gewässern erhöht ebenfalls Risiken – insbesondere kleine Gewässer werden hier häufig unterschätzt • In Siedlungsräumen ist das Schadenspotential besonders hoch
Zeitliche Dringlichkeit	Umsetzung sollte kurzfristig beginnen, da Ereignisse wie beispielsweise in Baiersdorf Lkr. Erlangen-Höchstadt im Juli 2007, wo aufgrund einer Starkregenfront Niederschläge von 80 bis über 200 L/m² innerhalb kürzester Zeit zu zahlreichen Überschwemmungen führten, den Handlungsdruck deutlich machen
Best-Practice Beispiele	• Sturzflut-Risikomanagement Konzept e (StMUV, 2019c) werden in ersten Gemeinden wie Baunach und Lauter erstellt (bisher nur Planungen, noch keine Umsetzung)(nachrichtenamort.de, 2019). • Arbeitshilfe zur Berücksichtigung von Hochwasser- und Starkregenrisiken in der Bauleitplanung (StMUV & StMB, 2019) + Fragebogen als Unterstützung für Gemeinden zur Einschätzung von Hochwasser- und Starkregenrisiken ((StMUV, 2019a)

	• Hinweiskarten Oberflächenabfluss und Sturzflut werden im Moment vom Freistaat Bayern erstellt (LfU-Bayern, 2020b) • Infobroschüre: Hochwasser Audit (DWA, 2017) • Beispiel Stadt Baiersdorf: Einführung eines Starkregen Frühalarmsystem (FAS) https://www.baiersdorf.de/de/rathaus/buergerservice/starkregen-fruehalarmsystem-fas/ • Konzept zum Hochwasserschutz von Gaustadt durch die Stadt Bamberg

W 04 PARTNERSCHAFT ZWISCHEN LAND- UND WASSERWIRTSCHAFT

Kurzbeschreibung

Die Landwirtschaft und die Wasserwirtschaft sind auf vielfältige Weise miteinander verflochten. Landwirtschaft und Wasserwirtschaft konkurrieren um Flächen. Da die Landwirtschaft u. U. eine Schadstoffquelle für das Grundwasser darstellt, müssen Landwirte Einschränkungen für die Bewirtschaftung in Trinkwasserschutzgebieten in Kauf nehmen. Für diese Einschränkungen erhalten die Landwirte jedoch eine finanzielle Entschädigung. Diese Zusammenarbeit läuft laut den Akteuren gut und sollte angesichts der zu erwartenden Herausforderungen durch den Klimawandel ausgebaut werden. Auch im Zuge der Umsetzung der Düngemittelverordnung – zum Schutz von Grundwasser und Böden - werden die Belastungen für die Landwirte zunehmen.

Die Landwirtschaft benötigt Wasser zur Bewässerung von Sonderkulturen. Im Zuge des Klimawandels wird der Bedarf an Bewässerung aufgrund der höheren Temperaturen in der Region zunehmen. Die Bewässerung sollte mit wassersparenden Methoden (z. B. Tröpfchenbewässerung) durchgeführt werden, um eine weitere Belastung für das Grundwasser bzw. die Trinkwassergewinnung zu vermeiden. Neben den Bewässerungsmethoden sollte es ebenfalls einen Austausch und Informationen über geeigneten Bewässerungszeiten geben.

Cluster V: Wasser	**Handlungsfeld Wasserwirtschaft (Trinkwasser)**
Verantwortlichkeit	• Rechtsbehörde, WWA, AELF • Landkreis und Stadt als Mediator • Unterstützung durch Wasserberater am AELF
Aufwand für Akteure	• Die Information zum wasserschonenden Umgang ist mit geringen, die Förderung solcher Maßnahmen eher hohen Kosten verbunden • Aufstellen von Bewässerungskonzepten wird mit 75 % gefördert (StMUV, 2019b) • Effiziente Systeme sind in der Anschaffung teuer aber im Betrieb günstiger
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• WHG §§ 8, 9 und 10: Wasserentnahmen aus oberirdischen Gewässern und das Entnehmen von Grundwasser sind grundsätzlich genehmigungspflichtig • WHG § 22: bei konkurrierenden Wassernutzungen (z. B. Menge) kann vom Amt aus Menge durch Abwägung der Interessen beschränkt werden • Nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 ist jeder dazu verpflichtet, nachteilige Veränderungen der Gewässereigenschaften zu vermeiden • WHG § 33 auf Mindestwasserführung in Oberflächengewässer ist zu achten sowie auf den mengenmäßigen Zustand des Grundwassers nach § 47 • Art. 32 BayWG: wirtschaftlichen Nachteile von Landwirten in Trinkwasserschutzgebieten sind auszugleichen • Intensiver Austausch zwischen Landwirten, Erwerbsgärtnern und Wasserwirtschaft; Förderung Gründung von Beregnungs- bzw. Bewässerungsverbänden • Abschluss von freiwilligen Vereinbarungen mit höheren Anforderungen wie vorgeschrieben zum Ausgleich der Bewirtschaftungsnachteile in Trinkwasserschutzgebieten durch den Wasserversorger mit den Landwirten (ist z. T. schon gängige Praxis) • Information zu wasserschonenden Methoden und Techniken; Förderung

	• Bauernverbandsversammlungen für Austausch Wasser- und Landwirtschaft nutzen und gemeinsame Exkursionen durchführen (Kontakt mit Regierung von Oberfranken SG 52, 60 Landwirtschaft, AELF und WWA wo gemeinsame Veranstaltungen sich anbieten) • Erfahrungsaustausch zu Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen - die Belastung von Oberflächengewässer und Grundwasser verringern (ist auch Teil der Umsetzung der WRRL § 27 und 47 WHG, siehe https://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/032820/index.php • Förderung (beispielsweise): – Extensive Grünlandnutzung entlang von Gewässern und in sonstigen sensiblen Gebieten (Förderprogramm KULAP–Boden und Wasserschutz Maßnahme B30, Ansprechpartner AELF) mit Förderung 350 €/ha – Winterbegrünung mit Zwischenfrüchten (KULAP Boden und Wasserschutz Maßnahme B35 Ansprechpartner AELF) mit Förderung 70 €/ha bzw .40 €/ha – Mehr unter: https://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/foerderung/001007/index.php
Querverweise, Konflikte und Synergien	Bisher wurden wasserrechtliche Genehmigungen meist auf 30 Jahre festgelegt – problematisch, da Steuerung kaum möglich – insbesondere, wenn Wasserdargebot gering. Zukünftige Genehmigungen sind jedoch bereits auf 5 Jahre begrenzt. Und größere Entnahmemengen und GW-Stände werden bereits aufgezeichnet und überwacht. Zusammenarbeit mit Landwirtschaft insb. in Wasserschutzgebieten wichtig, damit Brunnen wg. Verunreinigung mit Nitrat nicht aufgelassen werden müssen.
Robustheit und Flexibilität	Beregnung kann flexibel ausgeweitet werden, jedoch ist Entnahmemenge irgendwann begrenzt! Dann werden effizientere Systeme die ggf. teurer in Anschaffung und aufwändiger sind attraktiver.
Maßnahmenindikator	Anteil von Bewässerungsverfahren mit bspw. mindestens einer Wassereffizienz von 0,8 an der Gesamtanzahl an Bewässerungsanlagen
Regionalisierung	In Stadt und Landkreis sind bereits Bewässerungskulturen im Garten- und Obstanbau vorhanden. Im Stadtgebiet gibt es im Nordflur einen Regenverband.
Zeitliche Dringlichkeit	Jetzt mit Planung beschäftigen, Umsetzung Maßnahmen eher mittelfristig, da aktuell Beregnungsbedarf im Lkr. Bamberg gering
Best-Practice Beispiele	Beregnungsverband Bamberg-Nord Zusätzliche Info: Siehe bedarfsgerechte Düngung Bewässerungsforum Bayern - Informationsplattform für sparsamen und sinnvollen Einsatz von Wasser in Landwirtschaft, Gartenbau und Weinbau (www.alb-bayern.de)

W 05 SCHUTZGUT TRINKWASSER

Kurzbeschreibung

*Durch die abnehmende Wasserverfügbarkeit im Zuge des Klimawandels bei gleichzeitigem Anstieg des Konsums in Hitzephasen wird der Konkurrenzdruck auf das Gut Wasser zunehmen. In Trockenphasen wurde in der Region bereits dazu übergegangen, die Bürger zum sparsamen Umgang mit dem Trinkwasser aufzufordern. Ziel dieser Maßnahme ist es, diese Informationskampagnen zu verstetigen und den Bürger*innen die umfangreiche Bedeutung und auch Verletzlichkeit des Trinkwassers bewusst zu machen.*

*Wie können Bürger*innen einen Beitrag zur Entlastung der Trinkwasserversorgung insbesondere in Trockenphasen leisten? Ist der grüne Rasen in Dürrephasen in unserer Region angebracht? Welchen Sinn erfüllen Trinkwasserschutzgebiete? Welche Herausforderung und Kosten bringt die Trinkwasseraufbereitung – insbesondere im Klimawandel - mit sich? Welche Auswirkungen ergeben sich durch landwirtschaftliche Anbaumethoden auf die Trinkwasserversorgung? All diese Fragen könnten in Broschüren, Infoveranstaltungen oder bei*

Führungen in Wasserwerken o. ä. angesprochen werden. *Die bereits heute übliche Praxis in Stadt und Landkreis eigenständig Grundwasserbrunnen anzulegen, wird im Zuge des Klimawandels an Bedeutung gewinnen. Die Anwohner sollten über die Folgen informiert und die Praxis zum Schutz des Grundwassers zentral durch die Gemeinden gesteuert werden.*	
Cluster V: Wasser	**Handlungsfeld Wasserwirtschaft (Trinkwasser)**
Verantwortlichkeit	• Landkreis und Stadt als Initiatoren • Wasserversorger für die Umsetzung
Aufwand für Akteure	Infokampagnen verstetigen ist mit geringen Kosten verbunden
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Broschüren, Infoveranstaltungen oder bei Führungen erstellen / zusammenstellen • Nach WHG § 5 Abs. 1 Nr. 2 ist jeder zur sparsamen Verwendung von Wasser verpflichtet • Bürger einer Gemeinde darüber informieren, wie ihre Gemeinde bei der Wasserversorgung aufgestellt ist (über Zeitung, Führungen im Wasserwerk etc.) • Bewusstsein für „Versorgungssicherheit mit eigenem Grundwasser“ stärken • Verständnis schaffen für die Notwendigkeit bspw. von Verfahren zur Schutzgebietsausweisung oder die Überholung des Trinkwassernetzes
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Bezug zur Maßnahme W 02 • Bezug zur Maßnahme Regenwassernutzung W 08 • Es könnten zusätzlich auch Themen wie die richtige Entsorgung von Medikamenten adressiert werden
Robustheit und Flexibilität	Bereits heute sinnvoll (NO-REGRET)
Maßnahmenindikator	Sensibilisierung in der Bevölkerung bspw. durch Umfragen ermitteln
Regionalisierung	Im ganzen Landkreis und in der Stadt sinnvoll
Zeitliche Dringlichkeit	kurzfristig
Best-Practice Beispiele	• Aktion Grundwasserschutz – Trinkwasser für Oberfranken (durch Regierung von Oberfranken) • Kampagne „richtig entsorgen wirkt.de“

W 06 RUNDER TISCH ZUR WASSERKRAFT

Kurzbeschreibung:

In Stadt und Landkreis leistet eine Reihe von Wasserkraftanlagen durch Erzeugung regenerativer Energie einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und hilft Stadt und Landkreis auf dem Weg zur energieautarken Gemeinde bis 2035.

Die Wasserkraft bringt jedoch auch ökologische Herausforderungen, wie eine veränderte Abflussdynamik für die Gewässermit sich. Durch den Klimawandel sind die Gewässer jedoch in verstärktem Maße von niedrigen Pegelständen in Dürrephasen und steigende Temperaturen betroffen – mit entsprechenden Belastungen für Fauna und Flora. Weiterhin müssen die Gewässer in die Lage versetzt werden die zunehmenden Starkniederschläge aufnehmen zu können. Die Umsetzung der WRRL adressiert teilweise diese Herausforderungen (Siehe MN 01), jedoch stellen bestehende Bauwerke im Flusslauf, wie Wasserkraftwerke, ein Hindernis für die Umsetzung dar. Daher ist ein weiterer Ausbau der Wasserkraft durch die WRRL und deren Ziel den Zustand des

Gewässers zu verbessern kaum möglich. Lediglich Effizienzsteigerungen bestehender Anlagen oder bei Vorliegen alter Wasserrechte die Reaktivierung von Altanlagen könnte durchgeführt werden (Klimaallianz Bamberg, 2020). Gleichzeitig leidet die Wasserkraft in den letzten Jahren ebenfalls unter den trockenen und abflussschwachen Sommern – welche im Zuge des Klimawandels an Häufigkeit zunehmen werden.

Hier gibt es also deutliche Widersprüche zwischen energiepolitischen Zielen und dem Gewässerschutz. Diese Maßnahme soll einen Beitrag leisten, diese aufzulösen. Es sollte ein gesellschaftlicher Diskurs gestartet werden, beispielsweise in Form eines Runden Tisches, auf welchem diese abweichenden Positionen diskutiert und zu einem Konsens geführt werden.

- *Wie kann bei Modernisierung oder Reaktivierung die Durchgängigkeit der Anlagen erhöht, eine ausreichende Mindestwasserabgabe gewährleistet und bspw. Fischauf- und Abstiegsanlagen installiert werden?*
- *Die Umsetzung solcher Maßnahmen scheitert insbesondere an der wirtschaftlichen Unzumutbarkeit für kleinere Wasserkraftanlagen, welche die Mehrheit der Anlagen in Stadt und Landkreis Bamberg bilden. Könnte eine entsprechende Förderung die Umsetzung von WRRL-Maßnahmen erleichtern?*
- *Welche Rolle kann die Wasserkraft bei veränderten Abflüssen und abnehmender Energiegewinnung spielen? Müssen u. U. Anlagen zurückgebaut werden (mit entsprechender Entschädigung für die Eigentümer)?*

Cluster V: Wasser	**Handlungsfeld Wasserwirtschaft (Oberflächenwasser)**
Verantwortlichkeit	• Landkreis und Kommunen als Initiatoren • Kraftwerksbesitzer
Aufwand für Akteure	Der Aufwand für den Runden Tisch mit WKA-Betreibern/ Gemeinden/ WWA ist gering. Der Aufwand für Förderung zum Um- oder Rückbau hoch.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	WRRL, Wasserhaushaltsgesetz Möglicherweise Runde Tische dort beginnen, wo Aufwand geringer – beispielsweise wenn Anlage nicht mehr in Betrieb oder sogar teilweise schon durchgebrochen. Hier kann die Anlagendurchgängigkeit mit Unterstützung von Bauhof, Eigentümern und WWA hergestellt werden. Auch Querbauwerke in den Gewässern müssen generell angegangen werden, da diese ebenfalls häufig die Durchgängigkeit erheblich beeinträchtigen.
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Bezug zur MN W 01 • Herausforderung: Alte Wasserrechte, die keine Regelung zur Mindestwasserführung enthalten
Robustheit und Flexibilität	
Maßnahmenindikator	Anzahl der Wasserkraftanlagen, welche noch nicht mit Fischtreppe oder ähnlichem versehen sind bzw. Anzahl rückgebauter Anlagen oder Querbauwerke
Regionalisierung	Betrifft alle Wasserkraftanlagen, welche noch nicht mit Fischtreppe oder ähnlichem versehen sind und Querbauwerke
Zeitliche Dringlichkeit	Kurz- bis mittelfristig runde Tische durchführen, wo können Maßnahmen rel. einfach umgesetzt werden, wo ist Durchgängigkeit/ Erhöhung Durchgängigkeit gar nicht möglich, wo nur mit wirtschaftlichen Ausgleich? Maßnahmenumsetzung kurz- bis langfristig
Best-Practice Beispiele/ Informationsquellen	

W 07 RESILIENZ DER FWO UNTER EXTREMEN KLIMAWANDEL PRÜFEN

Kurzbeschreibung

Veränderte Niederschlagsmuster, höhere Temperaturen sowie Verdunstung und damit veränderte Verbräuche in den Haushalten, der Industrie, der Landwirtschaft und damit der Trinkwasserversorger erhöhen die Nutzung der Fernwasserversorgung.

Es ist zu prüfen bis zu welcher Ausprägung des Klimawandels die Versorgung über die FWO ausreichend ist?

Die Wasserversorgung der FWO basiert zum überwiegenden Teil auf der Talsperre Mauthaus. Das Potential dieser Wasserversorgung gilt als nicht ausgeschöpft. Bisher konnten auch Trockenzeiten überwunden werden. Es ist jedoch zu erwarten, dass durch die klimatische Entwicklung die Abnahmen speziell in Trockenphasen durch die angeschlossenen Gemeinden zunehmen werden. Gleichzeitig wird sich das Wasserdargebot durch eine aufgrund höherer Temperaturen zunehmende Verdunstung bei nahezu gleichbleibender Niederschlagsmenge im Jahresmittel verringern. Das zweite Standbein der FWO basiert auf der Versorgung mit Trinkwasser aus dem Süden (Wasserversorgung Fränkischer Wirtschaftsraum), da hier ein günstigeres Verhältnis zwischen Wasserdargebot und –verbrauch vorherrscht. Jedoch wird im Zuge des Klimawandels auch der Süden Bayerns eher mit einer abnehmenden Wasserverfügbarkeit konfrontiert sein, insbesondere in Trockenphasen.

Es ist zu prüfen inwieweit der voranschreitende Klimawandel dazu führen könnte, dass dieser Wasseraustausch von Süd nach Nord geschwächt wird und mit welchen Auswirkungen dann im Norden zu rechnen ist?

Cluster V: Wasser	**Handlungsfeld Wasserwirtschaft (Trinkwasser)**
Verantwortlichkeit	Stadt, Landkreis, Kommunen und WWA
Aufwand für Akteure	Studie angeregt durch die kommunalen Verbraucher – durchgeführt durch das WWA – Kostenaufwand: mittel
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Auch Gebiete im Süden Bayerns leiden zunehmend unter Folgen des Klimawandels (Siehe Anpassungskonzept Landkreis Ostallgäu und kreisfreie Stadt Kaufbeuren) • Prüfen, bis zu welcher Ausprägung des Klimawandels die Versorgung über die FWO ausreicht • Prüfen, inwieweit der zunehmende Klimawandel dazu führen könnte, dass dieser Wasseraustausch von Süd nach Nord geschwächt wird und mit welchen Auswirkungen dann im Norden zu rechnen ist
Querverweise, Konflikte und Synergien	Bezug zur MN W 02
Robustheit und Flexibilität	
Maßnahmenindikator	Abschlussbericht der Prüfungen
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	Kurz- bis langfristig
Best-Practice Beispiele	Infobroschüre: „Die Überleitung Donau-Main“ https://www.wwa-an.bayern.de/ueberleitung/system/doc/broschuere_wasser_fuer_franken.pdf

W 08 ZISTERNENNUTZUNG FÖRDERN

Kurzbeschreibung

Durch den klimatischen Wandel werden Extremwetterereignisse, wie Starkregen und Trockenphasen, extremer und häufiger. Dies führt zum einen zu einer Überlastung der Entwässerungssysteme bei intensiven Niederschlägen und dann wieder zu längeren Dürrephasen, in denen die Wasserverbräuche der Verbraucher stark ansteigen und die Trinkwasserversorgung belasten.

Eine verstärkte Nutzung von Regenwasser durch die Verbraucher, z. B. durch Zisternen (insbesondere Retentionszisternen), kann hier in beiden Fällen zur Unterstützung beitragen. Zum einen wird Wasser länger zurückgehalten bevor es die lokale Entwässerung belastet, zum anderen wird Wasser für Trockenphasen (z. B. Gartenbewässerung) zurückbehalten.

Die Maßnahme zielt auf Infokampagnen zur Installation, zum Nutzen und zur Förderung von Zisternen ab. Es ist zu prüfen, inwieweit eine stärkere Verankerung in der Bauleitplanung (BLP) möglich ist.

Cluster V: Wasser	**Handlungsfeld Wasserwirtschaft (Entwässerung)**
Verantwortlichkeit	• Landkreis, Stadt und Gemeinden zur Information • Gemeinde für die BLP • Freistaat für die Förderung ?
Aufwand für Akteure	• Gesamtkosten: ~2500 bis 5000 € • Vorschlag Förderung: 50-75%
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Aktuell wird Zisterne im BLP nur empfohlen • Besser verpflichtend machen – z. B. für kommunale Betriebe • Regenwassernutzung für die Toilettenspülung
Querverweise, Konflikte und Synergien	Bezug zu MN W 05 Die Effizienz von Zisternen hängt stark von der Größe ab. Bei längeren Trockenperioden sinkt die Wasserersparnis bei üblichen Zisternengrößen.
Robustheit und Flexibilität	Ist auch heute schon sinnvoll (NO-REGRET).
Maßnahmenindikator	Anzahl der geförderten Zisternen in Stadt und Landkreis
Regionalisierung	In der Stadt und in den Gemeinden des Landkreises
Zeitliche Dringlichkeit	Kurz- bis mittelfristig
Best-Practice Beispiele	Retentionszisternen im Baugebiet "Langmeh II" in Baunach

W 09 INSTALLATION VON TRINKWASSERSPENDERN

Kurzbeschreibung

In Dürrephasen steigt die Belastung für die Bevölkerung. Diese nehmen im Klimawandel an Häufigkeit und Intensität zu. Die Stadt hat bereits einige Trinkwasserspender. Es ist zu prüfen ob weitere Installationen möglich sind.

Die Maßnahme zielt weiterhin auf eine Infokampagne zum Zugang von Trinkwasser ab. Dies sollte überall schnell und kostenfrei zugänglich sein.

Cluster V: Wasser	**Handlungsfeld Wasser (Trinkwasser)**

Verantwortlichkeit	Landkreis, Kommunen und Wasserversorger
Aufwand für Akteure	• Installations- und Betriebskosten: mittel • Infokampagnen: gering
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Installation von weiteren Trinkwasserspendern • Infokampagnen zum Zugang von Trinkwasser • Siehe auch Refill-Kampagne
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Synergien mit Schutzgut Trinkwasser (W 05) • Synergien mit HF Gesundheit
Robustheit und Flexibilität	• MN ist bereits jetzt sinnvoll (No-Regret) • Die Anzahl der Spender könnte flexibel an den steigenden Bedarf angepasst werden
Maßnahmenindikator	• Anzahl der Trinkwasserspender • Anzahl der Firmen die sich beispielsweise bei Refill engagieren
Regionalisierung	Insbesondere im Siedlungsbereich
Zeitliche Dringlichkeit	Kurz- bis mittelfristig
Best-Practice Beispiele	Siehe auch Refill-Kampagne (https://refill-deutschland.de/)

W 10 WASSERVERBRÄUCHE IN DER INDUSTRIE VERRINGERN

Kurzbeschreibung

Im Zuge des Klimawandels nimmt die Belastung für das Schutzgut Wasser zu. Die Verbräuche in der Industrie haben in den letzten Jahren zugenommen. Die Industrie kann als Großverbraucher einen Beitrag zur Entlastung der Trinkwasserversorgung leisten. Ziel dieser Maßnahme ist es, den Diskurs mit Industrie und Gewerbe zu beginnen, um Informationen zur Notwendigkeit des Wassersparens zu sammeln und entsprechende Methoden und Technologien zu erörtern. U. U. ist auch eine Nutzung von Grauwasser in der Industrie möglich oder kann ausgebaut werden.

Cluster V: Wasser	**Handlungsfeld Wasserwirtschaft (Trinkwasser)**
Verantwortlichkeit	• Landkreis, Kommunen und Wasserversorger im Austausch mit industriellen Verbrauchern
Aufwand für Akteure	• Informationskampagne ist mit geringen Kosten verursacht • U. U. kann Maßnahme langfristig mit Kostensteigerung oder Förderung flankiert werden – mit entspr. Auswirkungen auf Einnahmen oder Kosten
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Steuerung über Kosten durch Abwasserabgabe Der Einsatz von Wasser sparenden Verfahren ist auch als allgemeine Anforderung in der Abwasserverordnung (AbwV) enthalten (Betriebswasseraufbereitung/ Kreislaufführung).
Querverweise, Konflikte und Synergien	Bezug zur MN W 04 und MN W 05
Robustheit und Flexibilität	Maßnahme ist schon jetzt sinnvoll (NO-REGRET)

Maßnahmenindikator	Absoluter und relativer Anteil der industriellen Wasserverbräuche (über die kommunale Versorgung, eigene Brunnen usw.) in Stadt und Landkreis
Regionalisierung	Große Industrieverbraucher in Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	mittel
Best-Practice Beispiele	

3.7. CLUSTER VI: INFRASTRUKTUREN

Die Handlungsfelder im Cluster VI „Infrastrukturen“ zeichnen sich dadurch aus, dass sie stärker als andere gesellschaftliche Bereiche von langlebigen, gebauten langlebigen, gebauten Infrastrukturen abhängen. Diese können auch als technischer Unterbau der Daseinsvorsorge bzw. des Wirtschaftens angesehen werden. Im Einzelnen umfasst das Cluster V die Handlungsfelder Energiewirtschaft (3.7.1.), Verkehr (3.7.2.) sowie Gebäude und Stadtentwicklung (3.7.3.).

3.7.1. Handlungsfeld Energie

Ausgangssituation

Die generelle Energieversorgung der Stadt Bamberg und des Landkreises wird durch den überregionalen **Netzversorger Bayernwerk AG** sowie die ortsansässigen **Stadtwerke Bamberg** und die **Regionalwerke Bamberg** sichergestellt. Letztgenannte wurden im Dezember 2012 aus 31 Kommunen des Landkreises, der Stadt und den Stadtwerken Bamberg gegründet. Die Absicht war, einen neutralen Berater zu schaffen, welcher sich vor allem auf den Ausbau der erneuerbaren Energien und damit der dezentralen Energieerzeugung konzentriert. So sollen sowohl die regionalen Klimaschutzziele erreicht, als auch die Energieautarkie der Region bis 2035 gewährleistet werden (landkreis-bamberg.de, 2018).

Im Landkreis Bamberg wurden 2019 bereits 75 % des verbrauchten Stroms aus erneuerbaren **Energien** erzeugt. Vor zehn Jahren lag der Anteil lediglich bei etwa 33 %. Für 2020 wird angestrebt, dass 80 Prozent der verbrauchten Energie im Landkreis produziert werden (infranken.de, 2019g). Die aktuellen Daten können über den Energiemonitor des Landkreises aufgerufen werden. Der Landkreis hat im Hinblick auf flächenintensive erneuerbare Energien ein deutlich größeres Potential als die flächenmäßig kleinere Stadt Bamberg. So ist es nicht erstaunlich, dass der Anteil von selbst erzeugtem regenerativem Strom dort bei lediglich etwa 16 % liegt (Kurz, 2019).

In Stadt und Landkreis produzieren ungefähr 6.000 Windkraft-, Wasserkraft-, Biogas und Photovoltaikanlagen Strom. Die Erzeugung schlüsselt sich wie folgt auf: 35 Windkraftanlagen produzierten im Jahr 2017 zusammen 138.166 Megawattstunden und führten damit die Stromproduktion an. Die 5.880 Photovoltaikanlagen produzierten 120.063 Megawattstunden, an dritter Stelle rangieren die 46 Biomasseanlagen mit 116.496 Megawattstunden. 35 Wasserkraftanlagen lieferten 55.458 Megawattstunden und 141 Biogas-KWK-Anlagen 40.278 Megawattstunden (infranken.de, 2019g). Die Regionalwerke Bamberg bieten zusammen mit dem Bayernwerk seit 2019 für Stromkunden einen Ökostromtarif aus regionalen erneuerbaren Energien an (Regionalwerke Bamberg, 2019).

Gemeinsam kommen Stadt und Landkreis auf ca. **50 % an erneuerbaren Energien** am Stromverbrauch, wobei, wie im Klimaschutzfahrplan beschrieben, dieser Anteil bis 2020 auf 60 % erhöht werden soll. Durch den Ausbau der Wind-, Bio-, Solarenergie, Wasserkraft und Kraft-Wärme-Kopplung, bei gleichzeitigen Maßnahmen zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz, könnte dieses Ziel erreicht werden (Klimaallianz Bamberg, 2019b).

An sonnigen Tagen kann der Stromverbrauch des Landkreises gedeckt werden. Nachts und in den Abend- sowie Morgenstunden ist es für eine erneuerbare Energieversorgung erforderlich, dass der Wind weht. Bei Flaute reichen die regenerativen Biogasanlagen und Wasserkraftturbinen sowie die Blockheizkraftwerke jedoch nicht aus, um den gegenüber dem Tag bereits geringeren Stromverbrauch zu decken. Nachts speisen die Photovoltaikanlagen keinen Strom ein. Die Windkraft kann

diese Lücke nicht ausgleichen. Biogasanlagen, Wasserkraft und BHKWs produzieren Strom zwar witterungs- und tageszeitunabhängig, jedoch zusammen nur 5.000 bis 6.000 kWh, womit der nächtliche Strombedarf nur zur Hälfte gedeckt werden kann (Kurz, 2019). Deswegen ist es besonders wichtig sich durch Energieflexibilisierung und innovative Speichermöglichkeiten an die unstete Energieerzeugung anzupassen.

Die Stadt verfolgt mit dem Landkreis das gemeinsame Ziel der energieautarken Region bis 2035 (Klimaallianz Bamberg, 2010). So können Betroffenheiten gegenüber Klimarisiken auf die Förder- und Lieferketten fossiler Brennstoffe vermieden und die CO2-Emissionen reduziert werden. Die Förderung fossiler Brennstoffe gilt zudem als besonders wasserintensiv und umweltschädlich, ihre Verbrennung als eine der Hauptursachen für den Klimawandel und seine schwerwiegenden Folgen. Dies bedeutet also, dass die Energiewende regional stattfindet und erneuerbare Energien vor Ort produziert werden sollen. Dieses Ziel wird sowohl mit strategischen Konzepten untermauert und mit Maßnahmen sowie Meilensteinen vorangebracht als auch öffentlich kommuniziert. Wichtig ist es, die Bürger von Anfang an miteinzubeziehen, da die Energieautarkie nur möglich ist, wenn die Bevölkerung dahintersteht (Fuchs, 2013). Ein aktuelles Projekt wird unter der Beteiligung der Universität Bamberg in einer Graduiertenschule durchgeführt. Es wird zu energieautarken Gebäuden durch den Einsatz dezentraler erneuerbarer Energien im ländlichen Raum geforscht (TA Oberfranken, 2019). Für Hallstadt wurde im Bürgermeisterworkshop 2019 als Maßnahme ein autarkes Feuerwehrhaus mit PV-Anlage und Erdwärme vorgeschlagen.

Durch die **Vernetzung** verschiedener Energieträger werden vielfältige Möglichkeiten des Austauschs von Energie und der Umwandlung zwischen den Energieträgern geschaffen und die volatilen Erneuerbaren Energien speicherbar gemacht. Die Energieversorgung als Ganzes wird dadurch weniger anfällig gegenüber Klimawirkungen, schließlich kann der Ausfall oder die Minderung eines Energieträgers über andere Energieträger kompensiert werden.

Klimawirkungen

Im Folgenden werden die Klimawirkungen auf einzelne Bestandteile des Energiesystems detaillierter untersucht. Abbildung 78 zeigt einführend einen schematischen Überblick über die Klimawandelfolgen und ihre komplexen Verflechtungen im Handlungsfeld Energie. Das Klimawirkungsgeflecht wurde in einem partizipativen Prozess im Austausch mit den Stakeholdern erarbeitet (vgl. Kap. 3.1.).

Energieträger Windkraft

Im Landkreis Bamberg befinden sich aktuell 35 Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von ca. 84 Megawatt. 2012 wurde noch davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2015 etwa 100 Windräder im Landkreis Bamberg Energie erzeugen. Bis zum Jahr 2035 sollten es sogar 200 Anlagen werden, um die beschlossene Energieautarkie zu erreichen (Wehner, 2012). Die 10-H-Abstandsregelung erschwerte jedoch den Ausbau der Windkraft im Landkreis, was daran deutlich wird, dass 31 der 3 Anlagen vor dem Inkrafttreten der 10-H-Regelung genehmigt wurden (Klimaallianz Bamberg, 2019c). Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass die Gemeinden von dieser Regelung abweichen. Die Gemeinden Scheßlitz und Königsfeld haben mit der Aufstellung von vorhabenbezogenen Bebauungsplänen die Errichtung von vier Windenergieanlagen auf einer Windvorrangfläche ermöglicht. Dabei ist auf ein ursprünglich geplantes Windrad verzichtet worden, das zu nah an Ludwag gestanden hätte (Beck, 2017)(vgl. den Blick aus Ludwag auf den Windpark in Abbildung 79).

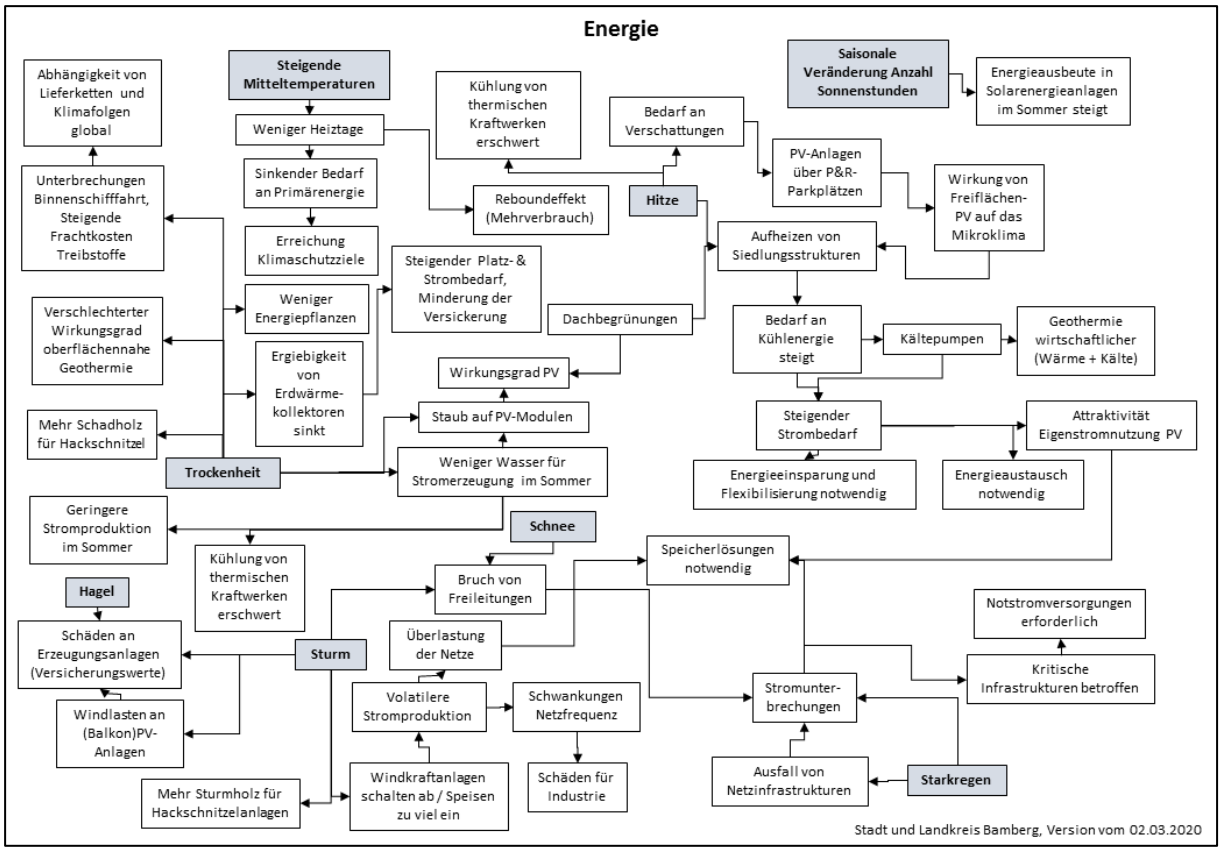


Abbildung 78: Klimawirkungsgeflecht für das Handlungsfeld Energie (Eigene Darstellung).

Der Klimaschutzfahrplan der Klima- und Energieagentur Bamberg bis zum Jahr 2020 sah zuletzt eine Steigerung des Anteils der Windenergie von 5,29 % im Jahr 2016 auf 16 % im Jahr 2020 vor. 2018 wurde ein Anteil von 14,67 % am EEG-vergüteten Strom erreicht (also ohne den Eigenverbrauchsstrom), wobei der Anteil für den Landkreis 26,78 % ausmachte, während in der Stadt Bamberg aufgrund fehlender Flächen mit ausreichendem Abstand zu Wohngebäuden kein Strom aus Windkraft produziert wurde. Die Windenergie ist damit der erneuerbare Energieträger mit dem höchsten Anteil an der EEG-vergüteten Energieerzeugung im Landkreis und der geringsten in der Stadt Bamberg.



Abbildung 79: Windkraftanlagen nahe der Ortschaft Ludwag im Windpark Poxdorf, Neudorf und Ludwag im Landkreis Bam-berg. Quelle: Hartmut Kenneweg.

Stromerzeugung durch Windkraft ist in hohem Maße volatil und schwankt in Abhängigkeit von der atmosphärischen Situation. Flauten, wie sie in klimawandelbedingten Blocking-Wetterlagen mit einem ortsfesten Hochdruckgebiet länger anhaltend vorkommen, bringen die Windstromerzeugung zum Erliegen. Starkwinde und Stürme führen dazu, dass die Windkraftanlagen gedrosselt werden oder sich von selbst aus dem Wind drehen. Dies kann kurzfristig an mehreren Windkraftanlagen

gleichzeitig geschehen, was zu einem plötzlichen Abfall der eingespeisten Strommengen führt. Da 35 Windkraftanlagen etwa ¼ des im Landkreis erzeugten Stroms produzieren, wird deutlich, wie sensibel die lokale Stromerzeugung von Wetterbedingungen und Extremwetter ist.

Stürme bedeuten eine hohe Belastung für Windkraftanlagen und ihre beweglichen Bestandteile. Eine regelmäßige Wartung und auch die rechtzeitige Erneuerung von Anlagen oder Anlagenbestandteilen sind deshalb notwendig. Schäden an Windkraftanlagen im Landkreis Bamberg durch Extremwetterereignisse wie Stürme, Hagel oder Starkregen wurden im Rahmen der Konzepterstellung jedoch nicht ermittelt.

Energieträger Solarenergie

Eine BMU Leitstudie von 2010 hat auf Basis des erneuerbaren Anlagenbestands und der Ausbaufaktoren für Stadt und Landkreis Bamberg errechnet, dass die Solarenergie in einem zukünftigen komplett erneuerbaren Versorgungsmix im Jahr 2035 einen Anteil von 57 % ausmachen wird (BMU, 2010). In den letzten Jahren sollte der Anteil der Solarenergie von 11,28 % im Jahr 2016 auf 12 % im Jahr 2020 gesteigert werden. Für Stadt und insbesondere den Landkreis wird bei der Photovoltaik auch gegenwärtig ein erhebliches Zubaupotential gesehen (Kurz, 2019). Einige Gemeinden im Osten des Landkreises werden aufgrund ihrer erhöhten Globalstrahlungswerte als besonders geeignet für den Ausbau der Stromerzeugung mittels Photovoltaik gesehen. Ein hohes Freiflächenpotenzial wird in vier Gemeinden gesehen.

Photovoltaikanlagen und Solarthermieanlagen sind abhängig von der Sonnenstrahlung, sie gehören deshalb zu den volatilen Energieträgern. Ihre Energieproduktion ist jedoch nicht nur wetterabhängig, sondern auch klimaabhängig. Bei sehr hohen Temperaturen, wie sie in Hitzewellen auftreten, sinkt ihr Wirkungsgrad. Langanhaltende Trockenperioden begünstigen Staubablagerungen, die den Wirkungsgrad ebenfalls mindern. Mit den steigenden Mitteltemperaturen steigt zudem der Gehalt von Wasserdampf in der Atmosphäre, was zu Streuungen führt und die Energieausbeute ebenfalls mindert. Im Winter profitieren Photovoltaik- wie Solaranlagen davon, dass weniger Schnee fällt und sie deshalb seltener von jenem bedeckt sind.

Bei Photovoltaikanlagen ist positiv hervorzuheben, dass ihr Erzeugungsprofil gut mit dem Lastprofil von elektrischen Klimaanlagen in Deckung ist. Um eine PV-Stromanlage auch in sommerlichen Abendstunden zur angenehmen Temperierung von Gebäuden nutzen zu können, wären jedoch entweder Speicher erforderlich oder aber PV-Anlagen mit einer steileren Westausrichtung, wie sie etwa an Hauswänden möglich ist. Die differenziertere Ausrichtung von PV-Anlagen auf verschiedene Einstrahlrichtungen trägt dazu bei, das Stromdargebot über den Tagesverlauf zu homogenisieren und dadurch einer etwaigen Überlastung des Stromnetzes durch zu viel PV-Strom vorzubeugen.

Grundsätzlich sind PV-Anlagen, wie alle anderen Energieerzeugungsanlagen, auch Starkwinden und Beschädigungen durch umfallende Bäume, herabknickende Äste oder umherfliegende Gegenstände ausgesetzt. Einsätze der Feuerwehr auf Dächern mit PV-Anlagen sind schwieriger und ohne eine Abschaltung der Anlage würde von ihnen eine Gefährdung für die Einsatzkräfte ausgehen.

Solarthermieanlagen, die der Warmwasseraufbereitung und der Heizungsunterstützung dienen, werden bei milderen Wintern zu einer zunehmend geeigneten Art der klimaschonenden Wärmeerzeugung. Da in milderen Wintern zwar Wärmeenergie zur Temperierung der Innenräume erforderlich ist, die aufzuwendende Energie aber geringer ist als bei sehr niedrigen Temperaturen, stellt dies für die Technologie der Solarthermieanlage (in Kombinationen) mit Speichern eine Chance des Klimawandels dar.



Abbildung 80: Die Photovoltaikanlage an der Kronacher Straße ist Bambergs größte derartige Anlage. Sie überdacht die Stellplätze eines P+R-Parkplatzes und bietet damit einen Schutz vor Regen und intensiver Sonnenstrahlung (Stadtwerke Bamberg 2019).

Bei PV-Freiflächenanlagen ist zu berücksichtigen, dass diese nicht in Flächenkonkurrenz zur Landwirtschaft oder zum Naturschutz treten, da diese im Klimawandel bereits einem erhöhten Stress ausgesetzt sind. Freiflächenanlagen, die Nutzungen kombinieren, bieten jedoch auch einen gewissen Schutz vor intensiver Sonnenstrahlung, Hitze oder Starkregen und Hagel für die darunterliegende Nutzungen. Beispiele für solche Kombinationen sind das Modell der Agro-Photovoltaik, der P+R-Parkplatz in der Kronacher Straße oder Dachbegrünungen mit aufgestelzter Solaranlage. Der Wirkungsgrad der PV-Anlage, der mit zunehmender Temperatur des Moduls sinkt, kann davon profitieren, da die Anlage von unten gekühlt wird bzw. Luft zirkulieren kann. Die Akzeptanz derartiger PV-Anlagen kann davon profitieren, dass Menschen und Fahrzeuge unter ihnen Schutz vor Extremwetter finden.

Aufgrund der Erfahrungen mit der Carport-Anlage auf dem P+R-Parkplatz Kronacher Straße (Abbildung 76) ist geplant, Zusatzparkplätze an der Brose Arena ebenfalls mit Carports zu bestücken und diese mit Photovoltaikanlagen auszustatten. Die Stadtwerke Bamberg formulieren im Witterungs- und Sonnenschutz explizit eine Aufwertung der Parkplatzanlage, die den Kund*innen zugutekommt.



Abbildung 81: Energieträger Holzhackschnitzel. Quelle: https://www.stadtwerke-bamberg.de/energie/energie-erleben/

Für Stadtbewohner in Mietswohnungen werden zukünftig **Steckersolarmodule (Kleinanlagen**) interessant, die auf dem Balkon aufgestellt werden können und dann direkt in die Steckdose gesteckt werden. Da diese jedoch in der Regel nicht von Fachbetrieben montiert werden, ist darauf zu achten, dass sie bei Starkwind nicht von den Balkonen herunterstürzen.

Energieträger Biomasse

Durch langanhaltende Trockenperioden fällt viel Schadholz an. Stürme verursachen zudem Sturmholz, das von minderer Qualität ist. Das Schadholz muss aus den Forsten ausgeräumt werden, damit sich Schädlinge wie der Borkenkäfer nicht weiter vermehren. Eine Verrottung im Wald würde zudem das gespeicherte Kohlenstoff wieder freisetzen und den Klimawandel beschleunigen. Eine Verwertung des Holzes, bei der das Kohlenstoffdioxid möglichst lange gebunden wird, ist deshalb sinnvoll.

Es gibt deshalb die Absicht der Stadtwerke Bamberg, das **Restholz in einem Hackschnitzelkessel energetisch zu verwerten** und zu Heizwärme umzuwandeln. Dieses Vorhaben ist im Rahmen der Verlegung des Heizkraftwerks in der Gereuth geplant. Dieser Standort wird aufgrund der Nähe zu den potentiellen Abnehmern Bundespolizei, Handwerkskammer (Ausbildungszentrum) und Brose-Arena sowie der kurzen Wege in die städtischen Forsten als sinnvoll erachtet. Diese Art der ökologischen Energiegewinnung wird bereits für die Beheizung des Bambados-Hallenbades erfolgreich angewendet. Eine Ausweitung der energetischen Verwertung von Sturm- und Schadholz ist vorgesehen, da der Klimawandel kurz- bis mittelfristig dazu führen wird, dass dieser regionale Energieträger reichlich vorhanden sein wird. Aus den negativen Klimawirkungen im Handlungsfeld Wald & Forst können auf diese Weise noch Vorteile für die klimaschonende und kostengünstige Energieversorgung generiert werden (infranken.de, 2019c)

Silomais und Grassilage zur Biogasnutzung wird in der Region vielerorts angebaut. Bei ihnen ist von einem Rückgang der Biomasseproduktion im Klimawandel auszugehen, da Trockenperioden das Pflanzenwachstum bremsen. Zwar wirkt sich eine höhere CO_2-Konzentration in der Atmosphäre positiv auf das Pflanzenwachstum aus, die Wasserverfügbarkeit ist hier jedoch der limitierende Faktor. Bei Energiepflanzen ist zudem darauf zu achten, dass Maisanbau in Monokultur sich negativ auf die Bodenstabilität auswirkt. Für ihren maximalen Anteil an der Fruchtfolge gibt es deshalb je nach Boden und erosionsgefährdeter Lage unterschiedliche Anbauempfehlungen, um eine Bodenerosion bei Stark- oder Dauerregen zu vermeiden. Grassilage aus Dauergrünland und Mais werden zudem als Futtermittel benötigt. Ihre energetische Verwertung steht in Konkurrenz zur Lebens- und Futtermittelproduktion, die durch den Klimawandel verschärft wird.

Da **Kurzumtriebsplantagen** mit Pappeln und Weiden auf ertragsschwachen Böden wachsen und ihre Wurzelsysteme besser ausgebildet sind als die von landwirtschaftlicher Biomasse wie Mais, kommen diese Pflanzen mit Trockenphasen besser zurecht. Zudem sind sie aufgrund der kurzen Umtriebszeiten relativ wenig pflegeintensiv und können, quer zum Hang oder zur Windrichtung angepflanzt, Bodenerosionen vermindern.

Energieträger Wasserkraft

In Stadt und Landkreis Bamberg existieren 73 Wasserkraftanlagen zur Erzeugung von elektrischer Energie. Darunter sind zahlreiche Anlagen mit einer installierten Leistung zwischen 10 und 100 KW, eine mit 300 kW und zwei Großanlagen. Eine davon, das Laufwasserkraftwerk Hirschaid in Strullendorf mit 3,9 MW, befindet sich an der Regnitz. Vom Main bei Viereth wird das leistungsstärkste Laufwasserwerk mit 6,2 MW angetrieben. Zusammen kamen die 38 per EEG vergüteten Anlagen im Jahr 2012 auf eine installierte Gesamtleistung von fast 13 MW Gesamtstromverbrauchs. Von 2016 bis 2020 sollte der Anteil der Wasserkraft von 5,71 % auf 8 % des Gesamtstromverbrauchs gesteigert werden.

Der Ausbau der Wasserkraft geschieht dabei fast ausschließlich über das sog. „repowering“ von bestehenden Anlagen, bei denen der Effizienzgrad gesteigert wird. Neubauten sind ggf. an bestehenden

Querbauwerken möglich. 2018 wurde, im Neubau der ehemaligen „Sterzermühle“, der heute unter anderem das Zentrum Welterbe Bamberg beherbergt, ein Wasserkraftwerk in Betrieb genommen (Deuerling, 2018).

Niedrige Abflussmengen infolge von Trockenperioden mindern die Möglichkeit der Energieerzeugung durch Wasserkraft. Die Stromerzeugung macht dann nur einen Bruchteil der installierten Gesamtleistung aus. Bei dem Betrieb von Wasserkraftanlagen ist zu beachten, dass eine Mindestwasserführung (§ 33 Wasserhaushaltsgesetz) und die Durchgängigkeit des Gewässers erhalten bleibt (➢ Wasser). Für den Schutz der Fischpopulation müssen geeignete Maßnahmen vorhanden sein bzw. ergriffen werden. Bei langanhaltenden Trockenperioden kann das Wasser also nicht vollständig energetisch genutzt werden.

Als Beispiel für eine langanhaltende Trockenheit sei die Situation Anfang September 2019 dargestellt. Der Energiemonitor wies hier nur marginale Erzeugungswerte für die Wasserkraft aus, die bei unter 2 MWh pro Tag liegen. Sie tragen damit nur unter 0,2 % zur Deckung eines niedrigeren werktäglichen Stromverbrauchs von 1.260 MWh bei (eigene Berechnungen auf Basis des Energiemonitors (LK Bamberg, 2019c)). Die Nennleistung aller Wasserkraftanlagen zusammengenommen nach einem trockenen Sommer entspricht damit nicht einmal der durchschnittlichen Nennleistung einer Windkraftanlage. Trockene Sommer, wie der im Jahr 2018, bedeuten praktisch einen Ausfall der Stromerzeugung aus Wasserkraft (Kurz, 2019).

Es muss davon ausgegangen werden, dass bei zunehmender Trockenheit im Frühjahr und Sommer der Beitrag der Wasserkraftanlagen zum Energiemix saisonal rückläufig sein wird und damit auch für die Sicherung der Energieversorgung in diesen Zeiträumen keine nennenswerte und verlässliche Rolle mehr spielen kann. Dies heißt jedoch nicht, dass die Anlagen gar keinen Strom mehr erzeugen, schließlich kann es nach Starkregenereignissen zu erhöhten Abflussmengen kommen.

Trotz der Verschlechterung der Bedingungen für eine Energiegewinnung durch Wasserkraft in den trockeneren Monaten des Jahres, stellt die Wasserkraft für die laut Projektionen feuchter werdenden Winter einen wichtigen Energieträger zur Sicherung der Grundlast dar. Das Wasserwirtschaftsamt Kronach nennt darüber hinaus vielfältige Gründe, die für den Erhalt und Ausbau von umweltfreundlichen Laufwasserwerken sprechen. Dies sind,neben der Regenerationsfähigkeit des Energieträgers, die Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff, der Erhalt des Grundwasserstandes und das Verhindern der Auswaschung des Flussbettes durch den Wasserstau (Richter, 2014).

Energieträger Geothermie

Die Nutzung von Geothermie kann einen wichtigen Beitrag zur Wärmewende und zur autarken Versorgung der Gebäude in Stadt und Landkreis mit Wärme darstellen (Fraas, 2019). Oberfranken und Teile von Unterfranken eigenen sich allerdings nicht für die Nutzung von Tiefen-Geothermie. Thermalbohrungen haben ergeben, dass das Temperaturniveau für die Nutzung von Tiefen-Geothermie im Gebiet von Stadt und Landkreis Bamberg nicht ausreicht (Klimaallianz Bamberg, 2019a).

Demgegenüber ist die Nutzung oberflächennaher Geothermie in vielen Teilen des Kreises möglich. Dabei wird die geringere Wärme nahe der Oberfläche mit Wärmepumpen nutzbar gemacht. Lediglich die Karstgebiete im Osten des Landkreises, Wasserschutzgebiete und eng bebaute Gebiete eigenen sich nicht für die Gewinnung klimaschonender und stetig vorhandener Wärme aus dem Untergrund. Im Gegensatz zu fossilen Energieträgern ist die Ressource nicht endlich. Eine Beeinträchtigung durch Witterungsbedingungen oder Klimawirkungen ist nur in geringem Ausmaß gegeben. Abnehmende Bodenfeuchte aufgrund langanhaltender Trockenperioden verschlechtert den Wärmeaustausch zwi-

schen Boden und den darin installierten Kollektoren. Strom zum Betrieb der Wärmepumpen ist natürlich notwendig. Seine Verfügbarkeit kann durch den Klimawandel unter Umständen beeinträchtigt werden.

Der Einsatz der oberflächennahen Geothermie liegt im Zuständigkeits- und Umsetzungsbereich der Kommunen und der Gebäudebesitzer. Best-Practice-Beispiel hierfür ist die Gemeinde Pommersfelden, die das Rathaus mit dieser sauberen und unbegrenzt vorhandenen Wärmequelle versorgt (Klimaallianz Bamberg, 2019a). Diesem Beispiel können andere Kommunen folgen. Den Teilnehmern des Workshops 2019 war Geothermie ein sehr wichtiges Anliegen. Als Maßnahme wurde eine gemeinsame, interkommunale Energiegewinnung mittels Geothermie vorgeschlagen. Oberflächen-Geothermie mit Flächenkollektoren erreicht im Bericht zu den Ergebnissen der Machbarkeitsstudie Wärme am Campus Lagarde ein hohes Benchmarking im Hinblick auf Potential und Nachhaltigkeit.

Energieträger Gas

Das bayerische Energiekonzept ruhte auf den drei Säulen Sonne, Gas und neue Trassen. Um die Versorgungssicherheit trotz volatileren Erneuerbaren zu garantieren, sollen neue gasbetriebene Reservekraftwerke aufgebaut werden (infranken.de, 2019d). Diese sind zwar weniger anfällig gegenüber Witterungseinflüssen als erneuerbare Energien. Eine klimawandelbedingte Betroffenheit des Energieträgers Gas ist allerdings indirekt dadurch gegeben, dass Erdgas hauptsächlich in Weltregionen produziert wird, die stärker von Klimafolgen betroffen sein werden. Die Gaskraftwerke stehen zudem für eine zentrale Energieerzeugung, bei der der Strom mit Leitungstrassen zum Verbraucher geführt werden muss.

Bei Gasnetzen hingegen handelt es sich um eine Leitungsart, die innerhalb des Netzgebietes von Stadt und Landkreis resilient gegenüber Extremwetterereignissen und dem Klimawandel ist. Gasnetze bieten die Möglichkeit, überschüssige Energie, etwa Photovoltaik-Strom, nach einer Umwandlung in grünen Wasserstoff über das „power-to-gas“-Verfahren im Gasnetz (bis zu einem gewissen Anteil) oder in Wasserstofftanks zwischenzuspeichern. Die Energie kann dann sektorübergreifend und flexibel zur Wärmegewinnung oder Rückverstromung eingesetzt werden.

Im Gasnetz kann auch sogenanntes Biogas bzw. Biomethan gespeichert werden, das in Biogasanlagen aus der Vergärung landwirtschaftlicher Produkte und Reststoffe wie Gülle und Pflanzenresten, aber auch durch eine Klärschlammverwertung, erzeugt wird. Biogasanlagen können durch Extremwetterereignisse geschädigt werden. Möglich sind eine Überschwemmung von Lagerstätten und die damit einhergehende Verunreinigung von umliegenden Böden und Gewässern, sowie Schäden am doppelwandigen Gasbehälter durch z. B. Stürme. Zwar sind Biogasanlagen mit Sicherungssystemen ausgestattet, funktionieren diese aber bei einem Blackout nicht, kann es zu einem Austritt von Gas kommen.

Biogas findet im Untersuchungsgebiet vielerorts Verwendung und ermöglicht eine dezentrale Wärme- und Stromproduktion. Best-Practice-Beispiel dafür ist die klimafreundliche Energieversorgung des Wohnviertels „Am Föhrenhain“. Dieses verfügt zur Wärme- und Stromproduktion über ein dezentrales BHKW (Blockheizkraftwerk), das mit mindestens 70 Prozent Biogas als regenerativem Brennstoff betrieben wird. Umgesetzt wurde das Projekt von der Stadtbau Bamberg in Kooperation mit den Stadtwerken Bamberg (Der Neue Wiesentbote, 2018).

Energieträger Öl

Eine Potentialanalyse des Frauenhofer-Instituts hatte vor einiger Zeit errechnet, dass die Bürger von

Stadt und Landkreis Bamberg zusammen jährlich rund 800 Millionen Euro für die Energieversorgung ausgeben, wobei der größte Anteil auf den Einkauf fossiler Brennstoffe wie Öl und Gas entfällt. Das ist Geld, dass der regionalen Wertschöpfung abhandenkommt (Wehner, 2012). Die globale Öl- und Gasinfrastruktur gilt zudem als besonders anfällig gegenüber Klimafolgen. Auftauender Permafrost kann Pipelines gefährden, Trockenperioden das Konfliktpotential im Mittleren Osten steigern, Stürme und der ansteigende Meeresspiegel die Verladehäfen bedrohen und die Trockenheit die Transportkapazitäten auf Binnenwasserstraßen beeinträchtigen.

Abwärmenutzung

Abwärme von Produktionsanlagen oder von Kraftwerken, die ungenutzt in die Atmosphäre emittiert wird, trägt zu einer Überwärmung bei und erhöht damit die thermische Belastung für Menschen sowie Flora und Fauna. Daraus entstehen Risiken, die durch eine Abwärmenutzung oder auch -speicherung und -umwandlung reduziert werden. Da Abwärme mittels Absorptionskältemaschinen in Kälte umgewandelt werden kann, stellt sie für Bewältigung von Hitzewellen eine energetische Ressource dar.

Energiespeicherung

Der Klimawandel erhöht die Notwendigkeit einer Energiespeicherung. Extremwetter nehmen zu, Hitzewellen werden heißer, während Kälteereignisse weiterhin möglich bleiben. Die Spannweite an atmosphärischen Zuständen vergrößert sich damit. Energie durch Photovoltaik-, Wasserkraft- und Windkraftanlagen wird jedoch nur innerhalb von energieträgerabhängigen Bandbreiten an klimatischen Bedingungen produziert. Speicher vermindern diese Abhängigkeit.

Speichersysteme selbst sind kaum von Extremwetterereignissen und Klimaveränderungen in der Region Bamberg betroffen. Allenfalls die Rohstoffgewinnung für die Batterieherstellung in anderen Ländern kann durch den Klimawandel betroffen sein, etwa durch Überschwemmungen in Minen und Konflikte um knapper werdende Wasserressourcen. Die Gewinnung von Schwermetallen und seltenen Erden geht zudem mit beträchtlichen negativen ökologischen Folgen einher. Saisonale Speicher, die das Wärmeüberangebot im Sommer für die kälteren Wintermonate nutzbar machen, sind von dieser Problematik weniger betroffen.

Wärme- und Kältebedarf

Der Wärme- und Kältebedarf verändert sich mit steigenden Mitteltemperaturen und zunehmenden Hitzewellen. Der Wärmebedarf sinkt, da die Winter milder werden und weniger Heiztage zu erwarten sind. Das hätte positive Folgen für die Energiekosten und die Kohlenstoffdioxid-Emissionen im Wärme- und Gebäudesektor. Für das Erreichen der Klimaschutzziele ist das vorteilhaft. Im Beteiligungsprozess wurde jedoch auch diskutiert, dass die Verhaltensänderungen (sog. „Rebound-Effekt) diese Einsparmöglichkeit zunichtemachen. Als ursächlich dafür werden die Zunahme der durchschnittlichen Wohnfläche pro Person und der steigende Komfortanspruch gesehen.

Gegenüber dem sinkenden Wärmebedarf im Winter steigt der Kältebedarf im Sommer langfristig (bis zum Ende des 21. Jahrhunderts) an, da Hitzewellen an Häufigkeit, Intensität und Dauer zunehmen. Wird die Kälte elektrisch erzeugt, führt dies zu einem steigenden Stromverbrauch und Mehrkosten für Haushalte, Gewerbe und öffentlichen Einrichtungen. Je schlechter die Gebäude gedämmt sind, desto mehr Kühlenergie wird benötigt. Der Hitzeinseleffekt wirkt sich ebenfalls nachteilig auf den Kühlungsbedarf aus, sodass besonders in dicht bebauten Gebieten (Beispiel Bamberger Innenstadt) mit einem Mehrbedarf an Kühlenergie zu rechnen ist. Im Beteiligungsprozess wurde angemerkt, dass

passive Kühlungen mittels blau-grüner Infrastrukturen (Wasser und Vegetation) den Bedarf an aktiver Kühlung mindern können. Insofern ist das Nichtvorhandensein blau-grüner Infrastrukturen als nachteiliger Faktor für die Deckung des Kältebedarfs zu werten – schließlich kommen dann auf den Nutzer entweder höhere Innenraumtemperaturen oder aber Investitions- und Betriebskosten zu.

Strombedarf

Auswirkungen auf den Stromverbrauch wurden bereits unter der Thematik „Kühlung“ behandelt. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein zunehmender Klimawandel und die deutlich zu Tage tretenden Klimafolgen zu zunehmenden Effizienzbestrebungen bei Verbrauchern führen, mit dem Ziel, den Strombedarf zu senken und insbesondere auf den Bezug von Strom aus fossilen Brennstoffen zu verzichten. Die Stadtwerke Bamberg haben diese Nachfrageentwicklung erkannt und bieten dafür passende Tarife an.

Die Abkehr von fossilen Brennstoffen im Mobilitäts- und Gebäudebereich wird jedoch den Strombedarf ganz erheblich in den nächsten Jahrzehnten steigen lassen. Dabei ist jedoch auch zu betrachten, dass der Bedarf an Energie umso leichter gedeckt werden kann, je geringer der Strombedarf ist. Ein niedriger Strombedarf macht weniger anfällig, schließlich muss der Strom erzeugt, gespeichert oder verteilt werden – und fast überall können Extremwetterereignisse zu Beeinträchtigungen führen. Die Bemühungen um ein Energiesparen tragen ebenfalls dazu bei, die Versorgungssicherheit zu garantieren. Stadt und Landkreis Bamberg betreiben bereits umfangreiche Aktivitäten im Bereich der Energieeinsparung und Minderung von CO_2-Emissionen. Dass dies jedoch auch dringend geboten ist, zeigte eine Studie aus dem Jahr 2014, die Bamberg auf dem Spitzenplatz beim Pro-Kopf-Stromverbrauch sah. Dieser lag mit 2.235 kWh um 21,8 % über dem bundesweiten Durchschnitt (T-online, 2014).

Stromnetz

Das Stromnetz in Unter- und Oberfranken, der Oberpfalz sowie Nieder- und Oberbayern wird von der Bayernwerk Netz GmbH betrieben, dem größten regionalen Verteilnetzbetreiber in Bayern.

Das Stromnetz in der Stadt Bamberg verläuft unter der Erde und ist damit nicht durch Stürme gefährdet, welche immer wieder Schäden an Freileitungen verursachen. Die Exposition der Freileitungen im Landkreis Bamberg dagegen, ist bei diesem Extremwetterereignis ähnlich wie in anderen Landkreisen in Bayern. Die Stromleitungen im Landkreis Bamberg sind also nicht stärker gefährdet als die Stromleitungen anderswo. So bleiben vereinzelte Schäden bei Stürmen nicht aus: Während des Sturms „Fabienne“ kam es zu Schäden an Freileitungen des Netzbetreibers Bayernwerk in Franken, da Bäume oder schwere Äste auf Stromleitungen fielen (ntv.de, 2018). Bei Stadelschwarzach im unterfränkischen Landkreis Kitzingen knickten derweil sogar sechs etwa 70 Meter hohe Versorgungsmasten einer Fernleitung um, für die daraufhin eine Notleitung über den Reparaturzeitraum aufgebaut wurde (Rössert, 2018). Derartige Schäden an Fernleitungen durch Sturmtiefs gelten jedoch als außergewöhnlich selten. Ebenso selten sind kleinräumige Downbursts, also Fallwinde in mächtigen Gewittern, sogenannten Superzellen.

Im Zuge des Klimawandels nehmen Gewitterstürme an Häufigkeit zu. Ein mit einem Gewitter in Verbindung stehender Downburst traf Untersteinach im Landkreis Bamberg besonders stark. Die Fallböen deckten Häuser ab und beschädigten etwa 40 Häuser schwer. Es knickten Bäume ab und die Stromversorgung wie auch das Mobilfunknetz brachen zusammen (Lang, 2018).

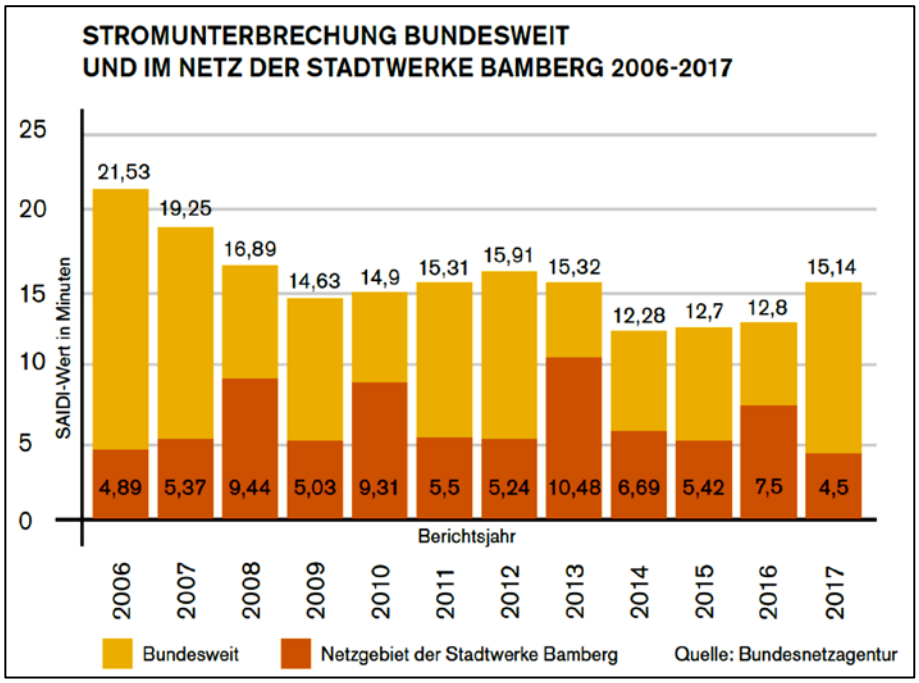


Abbildung 82: Bundesweite Stromunterbrechungen gegenüber den Unterbrechungen im Netz der Stadtwerke Bamberg (2006-2017).

Aus lokal begrenzten Schäden kann sich durch Folgefehler ein großflächiger Stromausfall entwickeln, so geschehen durch die Beschädigung eines Stromkabels bei Erd- und Baggerarbeiten im Bereich der Hallstadter Straße und der Weinbergstraße im August 2018 in Bamberg. Im Anschluss war es zu weiteren Kurzschlüssen im Netz und zum Ausfall einer Schaltstation gekommen. Es waren etwa 6.000 Haushalte für ca. eine Stunde betroffen (infranken.de, 2018d).

Für die Gemeinden ist es eine wichtige Aufgabe, die Einrichtungen des Katastrophenschutzes wie auch kritische Infrastrukturen im Falle eines Extremwetterereignisses zu sichern. Die Feuerwehr Haßfurt (nicht im Landkreis) verfügt etwa im Rahmen eines Wechselladerkonzeptes über einen Abrollbehälter Strom/Licht. Mit diesem kann die Notstromversorgung des Gerätehaues oder externer Einsatzstellen sichergestellt werden (FW Haßfurt, 2019) (➢ Katastrophenschutz).

Hochspannungsleitungen gelten als sehr sicher. Freileitungen sind der Sache nach jedoch potentiell anfällig gegenüber extremwetterbedingten Störungen, wie Schäden durch Starkwind (etwa Downbursts), Schnee und Eis. In jedem Fall stellt trotz angestrebter Energieautarkie die Möglichkeit, Strom aus Reservekraftwerken oder aus anderen Regionen bzw. dem Höchstspannungsnetz zu beziehen, eine weitere Komponente dar, um die Versorgungssicherheit in Stadt und Landkreis Bamberg zu garantieren.

In Deutschland wurde etwa im Juni 2019 mehr Strom gebraucht, als in den Netzen vorhanden war. Die zeitweise Unterversorgung gefährdete die Systemsicherheit, die nur mithilfe von Strom aus dem europäischen Verbundnetz gewährleistet werden konnte. Die Netzfrequenz sank daraufhin im gesamten europäischen Verbundnetz ab. Medien berichteten von einem Beinahe-Blackout (ntv.de, 2019). Als Ursache wurden Fehlspekulationen von Stromhändlern ausgemacht. Es mussten europa-

weit sämtliche Reserven an Regelenergie abgerufen werden (Geers, 2019). In Großbritannien ist es im Sommer 2019 ebenfalls zu einem Beinahe-Totalausfall des Stromnetzes gekommen. Ursache waren der wetterbedingte Ausfall eines Gaskraftwerkes aufgrund eines Blitzeinschlags in Kombination mit einem unvorhergesehenen Abfallen der Erzeugungsleistung volatiler Erneuerbarer. Zwei Minuten nach dem Gaskraftwerk stellte ein Offshore-Windpark die Produktion ein. Dies kann etwa durch zu starken Wind geschehen. Infolgedessen sank die Netzfrequenz ab. Da in den Tagen zuvor die Windkraft hohe Erträge lieferte, standen nicht genügend fossile Stromquellen bereit, um die Frequenz kurzfristig zu stabilisieren, sodass Verbindungen zum Verteilnetz getrennt werden mussten und es in Teilen des Landes zu Stromausfällen kam. Den Totalausfall verhinderten in diesem Fall Batteriespeicher, die das Netz automatisch unterstützten und die Netzfrequenz kurzfristig stabilisierten (Enkhardt, 2019).

Da einige erneuerbare Energieträger stark fluktuierend sind, könnte eine erneuerbare Energieversorgung allein auf Basis von Solarenergie und Windkraft beispielsweise nicht gewährleistet werden. Es benötigt dafür in erster Linie die Einbindung ins Verbundnetz. Da Dunkelflauten (abends/nachts, kein Wind) jedoch auch großräumig zu einem Einknicken der erneuerbaren Energieeinspeisungen führen können, ist eine Speicherung des in Stadt und Landkreis erzeugten Stroms sinnvoll.

Für die Stromerzeugung wird Schwefelhexafluorid benötigt, kurz SF_6. Es dient als Isoliergas in elektrischen Anlagen, also in Umspannwerken, Windkraftanlagen usw. SF_6 ist das stärkste bisher bekannte Treibhausgas, um ein vielfaches klimaschädlicher als CO_2 und, mit einem Verbleib von 3.200 Jahren in der Atmosphäre, äußerst langlebig. Vorteilhaft ist, dass die produzierten Mengen vergleichsweise gering sind und das Gas nur bei Leckagen entweicht. Schätzungsweise wird in Deutschland jährlich etwa SF_6 mit umgerechnet vier Millionen Tonnen CO_2-Äquivalent freigesetzt. Das entspricht einem Anteil von rund 0,4 Prozent an den gesamten deutschen Treibhausgas-Emissionen.

Wärmenetze

Die gemeinsame Betrachtung der Bedarfe in den Sektoren Strom und Wärme wird als wesentlich für eine zukunftsweisende Energieversorgung in Quartieren gesehen (Stadtwerke Bamberg, 2018). Mit einer Kopplung der Sektoren soll Energie zukünftig effizienter bereitgestellt werden. Dafür werden nicht nur Strom- und Wärmenetze, sondern auch der Mobilitätssektor miteinander verknüpft.

Die Stadtwerke Bamberg entwickeln auf dem Lagarde-Campus ein Wärmenetz 4.0, das verschiedene Netze integriert und den Austausch zwischen Energieträgern und Netzen in den Vordergrund rückt. Es besteht u. a. aus einem kalten Nahwärmenetz (Niedertemperaturnetz), einem warmen Netz und einem elektrischen Netz. Da dieses Best-Practice-Beispiel in Zukunft möglicherweise weitere Verbreitung finden wird, sollen die Klimawirkungen auf Wärmenetze 4.0 ebenfalls thematisiert werden.

Das Niedertemperaturnetz kann in Hitzewellen zur Kühlung verwendet werden, gespeist u. a. durch Geothermie/Erdkälte. Abwärme kann ebenfalls aufgenommen werden, sodass diese nicht in die Atmosphäre emittiert wird und zum Wärmeinseleffekt beiträgt. Überschüssiger Strom aus PV-Anlagen kann in Stromspeichern zwischengespeichert werden oder über das Power-to-Gas-Verfahren in grünes Erdgas umgewandelt und im Erdgasnetz gespeichert werden. Der überschüssige Strom gefährdet damit nicht die Netzstabilität, das Gas kann bedarfsgerecht bei sog. Dunkelflauten (Tage ohne Wind und Sonne) rückverstromt werden und/oder für die Wärmegewinnung in Kältewellen genutzt werden. All diese Möglichkeiten führen dazu, dass das Prinzip der Wärmenetze 4.0 in hohem Maße flexibel auf Extremwetter reagieren kann und eine hohe Resilienz gegenüber Klimafolgen aufweist. Die

Möglichkeit weitere Erzeuger, Verbraucher und Technologien einzubinden, macht das Wärmenetz 4.0 anpassungsfähig an zukünftige Erfordernisse im Klimawandel.

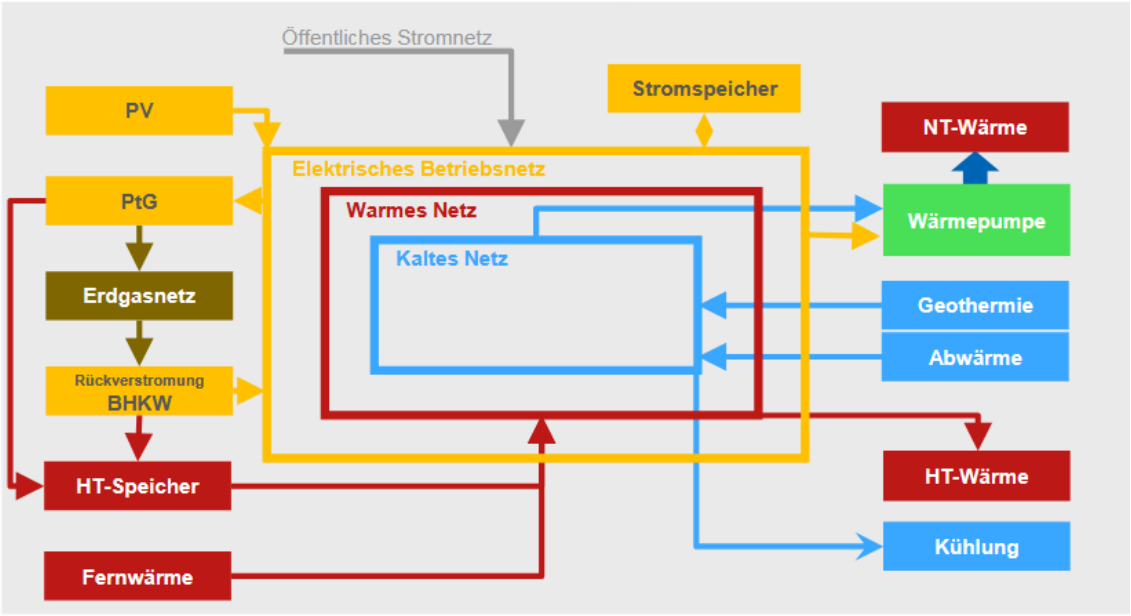


Abbildung 83: Energiekonzept Lagarde-Campus (Fideldey, 2019).

Teilstrategie

Dem Handlungsfeld Energie kommt im Bereich des Klimaschutzes eine zentrale Bedeutung zu. Stadt und Landkreis Bamberg unternehmen umfangreiche Aktivitäten, um die CO_2-Emissionen zu mindern und damit einen „gefährlichen" Klimawandel zu unterbinden. Dies ist für die Klimaanpassung förderlich, da die zu erwartenden Klimaveränderungen geringer ausfallen. Die bereits erfolgten und laufenden Aktivitäten und Strategien im Klimaschutzbereich weisen teilweise Synergien zur Klimaanpassung auf. Das bedeutet, dass etwa Anpassungsaspekte intendiert mitverfolgt wurden und Klimaschutzmaßnahmen einen positiven Nebeneffekt für die Klimaanpassung haben. Insofern intendiert die Klimaschutz-Strategie für Stadt und Landkreis bereits teilweise die Klimaanpassung.

Ein Beispiel dafür ist die Strategie der bilanziellen Energieautarkie für Stadt und Landkreis Bamberg aus dem Jahr 2017. Explizit und implizit formulierter Teil war bereits die Anpassung an den Klimawandel. Folgende Aspekte der Strategie sind der Klimaanpassung förderlich:

- Energieverbrauch reduzieren → Extreme im Energieverbrauch (z. B. in Hitze- und Kältewellen) fallen geringer aus und können einfacher gedeckt werden.
- Energiebedarf aus erneuerbaren Energien decken und Produktion erneuerbarer Energien fördern. Ausbau der Energieerzeugung mit Hilfe von Sonne, Wind, Wasser und Biomasse → Durch Ausbau (wo möglich und sinnvoll, siehe unten) kann der klimawandelbedingte Leistungsrückgang einzelner Energieträger einfacher kompensiert werden und der Bedarf weiterhin gedeckt werden.
- Stabile und flexible Energieversorgung garantieren → Die Stabilität gegenüber äußeren Einwirkungen ist ein wichtiges Ziel der Klimaanpassung. Flexibilität ist wichtig, um Erzeugung und Bedarf abzustimmen und um auf Klimawirkungen auf das Energiesystem zu reagieren.

Eine Teilstrategie zur Klimaanpassung für das Handlungsfeld Energie muss das Rad folglich „nicht neu erfinden“, stattdessen sollten laufende und geplante Vorhaben, die dem Klimaschutz dienen, um Aspekte der Klimaanpassung ergänzt werden. So können bereits funktionierende Klimaschutzmaßnahmen im Energiebereich „optimiert“ werden. Beispiel dafür ist etwa die Schaffung von Energiespeichern zur Erhöhung der Netzstabilität. Durch ihren Beitrag zur Klimaanpassung bekommen Vorhaben eine zusätzliche Dringlichkeit, Bedeutung, Legitimation.

Darüber hinaus bestehen für die Klimaanpassung strategische Anknüpfungspunkte an den Energienutzungsplan für Stadt und Landkreis Bamberg aus dem Jahr 2017. Das sind zur Stromerzeugung:

- Geringe Potenziale in der Wasserkraft → Hier zeigt der Energienutzungsplan eine Klimafolge und die (zumindest im Frühjahr und Sommer) stark geminderten Erzeugungskapazitäten auf, die durch andere erneuerbare Energieträger kompensiert werden müssen.
- Ausbaupotential bei Aufdach-Photovoltaik → Verbrauchsnahe Erzeugung von Strom ist der Netzstabilität dienlich. PV-Dächer über Gründächern haben dabei einen höheren Wirkungsgrad und positive Effekte für Stadtklima und Biodiversität.
- Photovoltaik mit Stromeigennutzung → Eine Kombination mit Speichern steigert die Energieautarkie, Erzeugungs- und Lastspitzen belasten die Netze weniger.
- Das Ausbaupotential bei Freiflächen-Photovoltaik nutzen → Hier bestehen ggf. Flächenkonflikte mit Nutzungen, die im Klimawandel unter „Stress“ stehen (Landwirtschaft, Biodiversität).

Hinsichtlich des Stromverbrauchs thematisiert der Energienutzungsplan die Senkung des Strombedarfs durch Effizienzsteigerung und den Umstieg auf moderne Technologien. Hierbei wird im Klimawandel besonders die Kälteerzeugung in den Vordergrund rücken.

An die Themen Wärme und Kälte im Energienutzungsplan wird folgendermaßen angeknüpft:

- Ausbaupotentiale bei der Solarthermie nutzen → Mildere winterliche Temperaturen begünstigen die Wärmeerzeugung mittels Solarthermie, deren Wärme möglichst gespeichert werden muss. Über Wärmetauscher kann zudem im Sommer aus Wärme Kälte generiert werden.
- keine Potenziale bei der Tiefengeothermie → Oberflächengeothermie bzw. Erdwärmekollektoren bieten Potential, sind nicht wetterabhängig und für die Wärme- wie Kälteerzeugung einsetzbar.
- Potenziale bei der festen Biomasse werden im Energienutzungsplan als gering angesehen → Im Klimawandel wird immer mehr geschädigtes Holz anfallen, das größtenteils nur noch zum Verheizen nutzbar ist. Es fällt vermehrt Sturmholz an. Kalamitätsholz durch Trockenheitsschäden sollte abgeräumt werden, um eine Borkenkäfervermehrung zu mindern; Hackschnitzel stellen einen flexibel einsetzbaren, speicherbaren Energieträger dar.
- Ausbau der Nahwärmenetze → Wärmenetze sind wenig anfällig für Extremwetter. Neben Wärmenetzen sind Kältenetze zu thematisieren.
- Sanierungskonzepte → Energetisch modernisierte Gebäude kühlen langsamer in Kältewellen aus, erhitzen sich langsamer in Hitzewellen und benötigen weniger Energie, sparen dadurch Kosten.
- (Industrielle) Abwärmenutzung → Abwärme bietet die Möglichkeit, in Kälte umgewandelt zu werden. Wärmeemissionen, die eine Überhitzung verstärken, werden unterbunden.
- Energieeinsparung/Effizienzsteigerung Lüftungsanlagen → Diese werden bei Hitzewellen notwendiger. Ohne Effizienzsteigerungen würden daraus Energiemehrverbräuche resultieren.

Als drittes bestehen neben dem Energienutzungsplan und der Strategie der Energieautarkie strategische Anknüpfungspunkte zu folgenden Themen der Klimaallianz (Auswahl):

- Ausbau Wärmespeicher → Speicherung von Wärmeenergie für extreme Kälteeinbrüche. Mit saisonalen Wärmespeichern können Wärmeüberschüsse heißer Sommer genutzt werden.
- Strom-, Wärme- und Mobilitätskonzept für den Lagarde-Campus → Die sektorübergreifende Vernetzung verbessert die Möglichkeiten der Abstimmung von Erzeugung und Verbrauch.

Fazit: Ausbauaktivitäten bei unterschiedlichen und dezentralen regenerativen Energien sowie bei den Netzen tragen in Sinne der Klimaanpassung dazu bei, die Betroffenheit des Gesamtsystems im Klimawandels zu mindern, da klimawandelbedingte Schwankungen bei Erzeugung und Verbrauch besser kompensiert werden können. Effizienz und Suffizienz (geringerer Verbrauch) ermöglichen zudem, Bedarfe einfacher zu decken. Es wird deshalb empfohlen, die im Energienutzungsplan und in der Strategie der Energieautarkie formulierten Schritte zu großen Teilen (siehe Diskussion oben) fortzusetzen und dabei die aufgezeigten Klimaanpassungsbelange stärker herauszustellen.

Zusätzlich sind für die Klimaanpassung die folgenden strategischen Elemente besonders notwendig:

- Abstimmung/Steuerung von Erzeugung und Verbrauch
- Flexibilisierung mittels Power-to-Heat und Power-to-Gas
- Vernetzungen zwischen Erzeugern und Verbrauchern, aber auch zwischen Sektoren
- Erzeugungs- und Verteilstrukturen in ihrer Resilienz erhöhen (gegen Starkregen, Stürme usw.)

Maßnahmen

E 01 REGIONALE ENERGIE- UND STOFFKREISLÄUFE STÄRKEN

Kurzbeschreibung *Regionale Energie- und Stoffkreisläufe tragen dazu bei, dass Rohstoffe und Energieträger in der Region verbleiben und auch bei einer Störung globaler Produktions-, Liefer- und Verwertungsketten durch den Klimawandel verfügbar bleiben. Schadholz kann beispielsweise flexibel dem Bedarf gerecht in lokalen Hackschnitzelkraftwerken verwertet werden.*	
Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfeld Energiewirtschaft**
Verantwortlichkeit	Regionalwerke Bamberg GmbH
Aufwand für Akteure	Finanzieller Aufwand hoch
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Teilaspekte: Regionales Phosphorrecycling (Kläranlagen), Wertstoffrecycling, effektivere Müllverbrennung;
Querverweise, Konflikte und Synergien	Positiver Beitrag für die Erreichung der Klimaschutzziele, Beschäftigungseffekte; Ansiedlung von Umwelttechnologien; lokale Investitionen; Umweltschutz;
Robustheit und Flexibilität	Diese Maßnahme ist robust und flexibel, als No-Regret-Maßnahme ist sie unabhängig von der Stärke des Klimawandels ökologisch und teils wirtschaftlich sinnvoll.
Maßnahmenindikator	Anteil der regional recycelten oder verwerteten Stoffe. Insbesondere im Hinblick auf regionale Energiestoffkreisläufe.

Regionalisierung	Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	Mittelfristiger Beginn; langfristig fortzuführen.
Best-Practice Beispiele	Auf dem Maßnahmen-Workshop wurde die Müllsortieranlage „Kahlenberg“ im Ortenaukreis als Vorbild genannt.

E 02 STEUERUNG VON ERZEUGUNG & VERBRAUCH (E 02)

Kurzbeschreibung

Die Netzstabilität soll durch eine Steuerung von Energieerzeugung und Verbrauch gestärkt werden. Hierfür sind Großverbraucher wie auch die Vielzahl an Kleinverbrauchern zu gewinnen. An die Großverbraucher soll einzeln herangetreten werden, um Flexibilisierungspotentiale zu erheben und den Kleinverbrauchern soll eine App bzw. ein digitales Ampelsystem zur Verfügung gestellt werden, wann regional ein hohes Angebot an erneuerbarem Strom zur Verfügung steht. Extremwetterbedingte Schäden an Erzeugungs- oder Verteilanlagen gefährden damit weniger stark das Netz.

Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfeld Energiewirtschaft**
Verantwortlichkeit	STWB Stadtwerke Bamberg GmbH, Regionalwerke Bamberg GmbH; Netzbetreiber; Moderiert durch die Klimaallianz
Aufwand für Akteure	Der personelle Aufwand für die Akteure ist hoch (Ansprache der Großverbraucher, Softwareentwicklung)
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Ansprache der Großverbraucher; Aufklärung und Potentialerhebung, Entwicklung von Steuerungssystemen für das Lastmanagement.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Sinkende Stromkosten durch geringere Redispatch-Maßnahmen, Erhöhung des Bewusstseins für die Herkunft erneuerbarer Energien, Bewussterer Umgang mit Energie; Erreichung der Autarkieziele
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme macht das Stromnetz robuster und erhöht die Flexibilität, um auf extremwetterbedingte Schwankungen bei Erzeugung und Verbrauch zu reagieren.
Maßnahmenindikator	Zeitanteil, an dem der Stromverbrauch alleine durch regionale erneuerbare Erzeugungsanlagen gedeckt werden kann; Anzahl der Eingriffe zur Stabilisierung des Stromnetzes
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	Die Maßnahme ist kurz- bis mittelfristig zu beginnen und langfristig fortzuführen.
Best-Practice Beispiele	In der Region Augsburg wird ein Projekt zu energieflexiblen Fabriken und einer energieflexiblen Region als Antwort auf die Volatilität der Erneuerbaren durchgeführt.

E 03 ENERGIENOTVERSORGUNG KRITISCHER INFRASTRUKTUREN

Kurzbeschreibung

*Die Resilienz kritischer Infrastrukturen und sozialer Einrichtungen (z. B. Altenheime) gegenüber einem Ausfall der Strom- und Wärmeversorgung ist zu stärken. Die Einrichtungen sind zu erfassen und die durch Strom- und Heizungsausfall resultierenden negativen Auswirkungen abzuklären. Im Anschluss sind gemeinsam mit den Betreiber*innen Strategien zu erarbeiten, wie negative Auswirkungen im Falle eines langanhaltenden Stromausfalls vermieden werden können. Geeignete Lösung können auch im Rahmen von Quartierskonzepten*

(Strom und Wärme) entwickelt werden.	
Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfeld Energiewirtschaft**
Verantwortlichkeit	Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt Bamberg; LK Bamberg Fachbereich 31.1 – Öffentliche Sicherheit; Feuerwehr Bamberg, KFV Bamberg; Betreiber der Einrichtungen
Aufwand für Akteure	Der personelle Aufwand ist hoch. Sollten Maßnahmen in den Einrichtungen und Infrastrukturen ergriffen werden, sind diese mit finanziell aufwendig.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Maßnahmenplan erstellen, enthält etwa: Vorbeugende Brandschau; Überprüfung der Einhaltung von Auflagen für bspw. Energieerzeugungsanlagen; Erstellung von Listen mit zu erwartenden Auswirkungen; Vorrangige Versorgung für Blackout klären
Querverweise, Konflikte und Synergien	Die Maßnahme entlastet die Feuerwehren und Hilfsorganisationen im Falle eines Blackouts. Der vorsorgliche Aufbau von Möglichkeiten der Notversorgung ist nicht immer wirtschaftlich.
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist wenig flexibel, da sie nur für den Fall eines langanhaltenden flächendeckenden Blackouts geeignet ist.
Maßnahmenindikator	Anteil der sensibilisierten oder geprüften Einrichtungen; Anteil der Einrichtungen mit Vorkehrungen gegenüber einem Blackout.
Regionalisierung	Für Stadt und Landkreis sinnvoll.
Zeitliche Dringlichkeit	Die Maßnahme ist kurzfristig zu beginnen und mittelfristig abzuschließen.
Best-Practice Beispiele	Die Stadt Augsburg kontaktiert sensible und kritische Infrastrukturen und führt Listen, welche Folgen Stromausfälle für die Einrichtungen haben.

E 04 WÄRMESPEICHER UND -NETZE

Kurzbeschreibung *Ziel ist es, ausreichend regionale Energien für den Wärmemarkt vorzuhalten. Dabei sollte die intelligente Vernetzung (Sektorenkopplung) zwischen dem Strom- und Wärmemarkt intensiviert werden. Die Speicherung von überschüssiger Energie (Abwärme, PV-Strom im Sommer) für Bedarfsphasen im Winter oder während Extremwetter sollte intensiviert werden.* *Hierfür können z. B. Infrastrukturen für Power-to-Heat und Power-to-Gas genutzt werden. Die Wärme kann von einer „Wärmedrehscheibe" in Wärmenetzen an Industrie und Haushalte verteilt werden.*	
Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfeld Energiewirtschaft**
Verantwortlichkeit	STWB Stadtwerke Bamberg GmbH, Regionalwerke Bamberg GmbH; Netzbetreiber; Klimaallianz Bamberg
Aufwand für Akteure	Hoher finanzieller Investitionsaufwand; Planungsaufwand in den Städten und Gemeinden; hierbei kann der Landkreis unterstützen
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Vernetzung der Akteure; Erstellung einer Machbarkeitsstudie; Geeignet für Konversionsflächen und neue Wohn- und Gewerbegebiete. Es bedarf der Berücksichtigung in den Planungen der Kommunen.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Die Wärme kann mit Adsorptionskältemaschinen auch für die Kältegewinnung in Hitzewellen genutzt werden kann. Die Maßnahme trägt zur Erreichung der Klimaschutzziele bei.

Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist flexibel, da die Netze ausgeweitet werden können.
Maßnahmenindikator	Anzahl der Erzeuger/Verbraucher, die an Wärmenetze angeschlossen sind.
Regionalisierung	Für Stadt und Landkreis sinnvoll.
Zeitliche Dringlichkeit	Die Maßnahme ist mittelfristig zu beginnen und langfristig beizubehalten.
Best-Practice Beispiele	Wärmeversorgungskonzept Lagarde

E 05 ENERGETISCH KLIMAANGEPASSTE GEBÄUDE

Kurzbeschreibung *Schaffung von Informations- und Beratungsangeboten für Eigenheimbesitzer und Bauherren. Dabei sollte über die energetische Gestaltung von Gebäudehüllen, Dämmung, Kühlmöglichkeiten, Energiespeicher, Verbrauchssteuerungen usw. aufgeklärt werden.*	
Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfeld Energiewirtschaft**
Verantwortlichkeit	Klimaallianz Bamberg, Bauberatung Stadt und Landkreis
Aufwand für Akteure	Der personelle Aufwand ist gering bis mittel. Kosten für Investitionen fallen nicht an. Eine Bauberatung existiert bereits, muss jedoch personell aufgestockt werden.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Bauwillige werden vor Baubeginn im Rahmen der Bauberatung über die Notwendigkeit und die Umsetzung baulicher Klimaanpassungsmaßnahmen informiert. • LK verschickt Newsletter zum Thema Gebäudeanpassung an den Klimawandel an die Gemeinden und kommuniziert Best-Practice-Beispiele • Die Stadt Bamberg und die Gemeinden im LK informieren Bauwillige (Private und Unternehmen), Architekten und Interessierte zu den o. g. Themen (Nutzen der vorhandenen Medien und Verteiler). Dazu auch: Prüfung, inwieweit die bestehenden Vortrags- und Informationsangebote der Klimaallianz ergänzt oder ausgeweitet werden können. • Erfolgreich umgesetzte Projekte werden kommuniziert
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Es bestehen starke Synergien zum Handlungsfeld Bauen. Das Angebot kann mit Informations- und Beratungsangeboten zur Starkregenvorsorge und zur Eigenvorsorge sowie natürlich zum Klimaschutz kombiniert werden.
Robustheit und Flexibilität	Die Maßnahme ist robust und flexibel, da sie unabhängig von der Stärke des Klimawandels sinnvoll ist. Sie sollte stetig aktualisiert werden im Hinblick auf technische Möglichkeiten und Reglementierungen.
Maßnahmenindikator	Anzahl erreichter Personen mit Beratungen und Info-Veranstaltungen; Sanierungsquote im Gebäudebestand; Abnahme der Gebäudeschäden sowie der Hitzebelastung in und um die Gebäude
Regionalisierung	Für Stadt und Landkreis sinnvoll
Zeitliche Dringlichkeit	Die Maßnahme ist kurzfristig zu beginnen und mittelfristig beizubehalten, bis das Wissen als Mainstreaming in die Gesellschaft eingegangen ist.
Best-Practice Beispiele	Die Stadt Hannover weist unter dem Slogan „Machen Sie ihr Haus zukunftsfähig“ auf Klimaanpassungsmaßnahmen samt Fördermöglichkeiten hin.

3.7.2. Handlungsfeld Verkehr

Ausgangssituation

Der Verkehrssektor des Landkreises Bamberg erfährt gegenwärtig durch mehrere Faktoren Wandlungen. Dazu zählen beispielsweise der demographischen Wandel, die Energiewende und die ansteigenden Infrastrukturkosten. Zusätzlich stehen dem Verkehrssektor der Stadt und des Landkreises Bamberg drastische Auswirkungen des Klimawandels bevor.

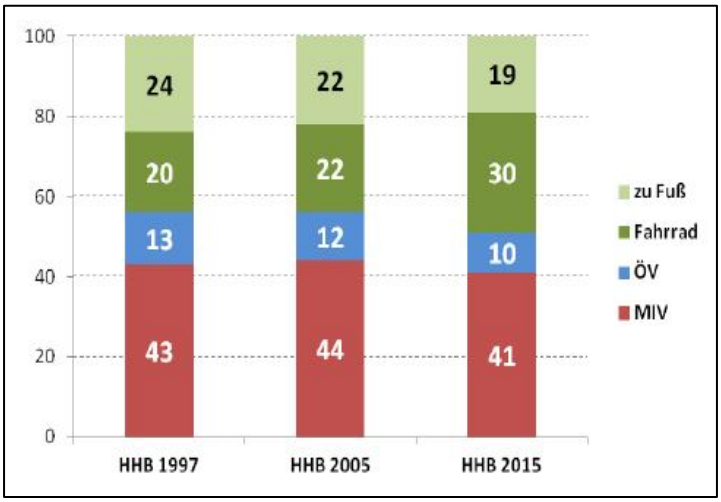


Abbildung 84: Verkehrsmittelwahl (in %) im Zeitreihenvergleich 1997 – 2015 in der Stadt Bamberg (stadt.bamberg.de, 2020).

Zu Gunsten des Klimaschutzes wird die Transformation des Modal Splits vorangebracht. Zukünftig soll auf Autos verzichtet und es sollen stattdessen mehr Fahrräder und ÖPNV als Transportmittel gewählt werden. Zur Umsetzung wurden bereits mehrere Konzepte und Pläne erarbeitet. Im Jahr 2005 wurde beispielsweise für die Stadt Bamberg ein **Verkehrsentwicklungsplan** beschlossen und 2017 mit dem **Verkehrsentwicklungsplan 2035** erneuert. Im Jahr 2018 konnte ein **Intermodales Mobilitätskonzept** für den Landkreis Bamberg verabschiedet werden. Gleichermaßen ist die Wandelung des Modal Splits jedoch auch eine Anpassung an den Klimawandel. Die hohe durch Autos verursachte Feinstaubbelastung führt zu einer starken Beeinträchtigung der Bevölkerung. Besonders ältere Menschen, als auch Kinder sind stark gefährdet. Einerseits führen Luftschadstoffe zu einem erhöhten Risiko von Asthmaerkrankungen und grundsätzlichen Atemwegs- und Lungenerkrankungen (ECARF, 2019), andererseits bildet sie in Kombination mit hoher Sonneneinstrahlung **bodennahes Ozon**. Höhere Konzentrationen hiervon führen zu Atemwegsbeschwerden und verminderter Lungenfunktion. Besonders für Asthmatiker besteht hier eine hohe Empfindlichkeit (➢ Gesundheit) (UBA, 2018a).

Durch den Klimawandel wird es häufiger zu Witterungsbedingungen mit hohen Temperaturen und intensiver Sonneneinstrahlung kommen. In Verbindung mit hohen Luftschadstoffkonzentrationen an Straßen begünstigt dies die Bildung von bodennahem Ozon (UBA, 2018a). Die Veränderung des Modal Splits hin zu höheren Anteilen von emissionsfreierem Verkehr, liegt daher sowohl im Sinne des Klimaschutzes zur Eingrenzung der CO_2-Emissionen als auch im Sinne der Klimaanpassung zur Reduzierung des Gesundheitsrisikos durch Ozonbelastung.

Die Etablierung und Ausweitung von ergänzenden Mobilitätsangeboten, wie Sharing-Fahrzeuge oder Elektroroller, würde nicht nur die Emissionen und Schadstoffe verringern, vielmehr würde sich eine Verringerung des PKW-Verkehrs auch auf den Platz- und Parkverbrauch auswirken. Der dadurch eingesparte Raum könnte für Begrünung bereitstehen, sodass dadurch wiederum Ozon und Lärm absorbiert und Schatten gespendet werden würde.

Beim Vergleich der Verkehrsmittelwahl im Laufe der Jahre in der Stadt Bamberg fällt auf, dass von 1997 bis zum Jahr 2015 das Fahrrad als Transportmittel um 10 Prozentpunkte an Beliebtheit zuge-

nommen hat und die anderen Transportmöglichkeiten eine leichte Rückläufigkeit erfahren haben (Abbildung 84). Die Ergebnisse wurden mittels einer Haushaltsbefragungen in Bamberg für die Jahre 1997, 2005 und 2015 erhoben (stadt.bamberg.de, 2020).

Klimawirkungen

Öffentlicher Personennahverkehr

Der öffentliche Personennahverkehr macht in der *Stadt Bamberg* einen Anteil von 10 % an den genutzten Verkehrsmitteln aus (Erhebung 2009-2015) und spielt daher eine unterordnete Rolle (Planersocietät, 2019). Grundsätzlich ist innerhalb der Stadt eine mäßige ÖPNV-Anbindung vorhanden und wird bei der Bestandsanalyse des intermodalen Mobilitätskonzeptes von den Bürgern als verbesserungswürdig eingestuft. Beispielsweise besteht abends nur ein eingeschränktes Beförderungsangebot und die Möglichkeit zur Intermodalität (Verknüpfung mehrerer Transportmittel) fällt gering aus (Planersocietät, 2019). Die Intermodalität ist besonders wichtig, um flexibel Verkehrsmittel zu nutzen und um bei Ausfällen eines Verkehrsträgers die Reise fortsetzen zu können.

Im *Landkreis Bamberg* ist der **Schülerverkehr** die wichtigste Kundengruppe für den ÖPNV (Stadt Bamberg, 2000). Knapp 6.000 Schüler und Auszubildende sind im Landkreis und in der Stadt von ihm abhängig (Expertengespräche, 2020). Aus diesem Grund sind die Fahrpläne besonders den Schulzeiten angepasst, sodass die Angebote außerhalb dieser Zeiten, z. B. für Abendfahrten oder am Wochenende, eingeschränkt sind (Intermodales Mobilitätskonzept, 2018). Des Weiteren wird der stadtgrenzüberschreitende ÖPNV als stark ausbaufähig eingestuft (stadt.bamberg.de, 2020). Auch die Verbindungen innerhalb des Landkreises haben insbesondere mit pünktlichen Abfahrtszeiten zu Stoßzeiten zu kämpfen (Expertengespräche, 2020).

Im Hinblick auf die klimawandelbedingte Zunahme von Hitzewellen und -tagen, werden zunehmend **Hitzebelastungen für Fahrer und Fahrgäste** in der Stadt und im Landkreis auftreten, insbesondere bei nicht ausreichender Fahrzeug-Kühlung. Da im Landkreis Bamberg die Hauptfahrgäste Jugendliche und Kinder sind, besteht bei nicht ausreichender Kühlung ein besonders hohes Gefährdungspotential (➢ Gesundheit). Des Weiteren besteht die Gefahr von **Schäden an technischen Anlagen** und Motoren durch starke Sonneneinstrahlung. In diesen Fällen kann es zu Ausfällen von Fahrten kommen und die Erreichbarkeit einschränken.

Durch **extremwetterbedingte Verzögerungen** oder gar Ausfälle des ÖPNV, sind eine Vielzahl von Schülern betroffen, die nicht oder verspätet zum Unterricht erscheinen. Daneben sind auch Berufstätige betroffen, die zu spät zur Arbeit gelangen. Das Risiko auf dem Weg zu „stranden“, ist durch die Unzuverlässigkeit des ÖPNV im Landkreis hoch.



Abbildung 85: Direkte, häufige und schnelle Verbindungen von der Stadt in den Landkreis sind erforderlich. Wie zum Beispiel der Stadtbus 918 ab dem 16. Dezember

Der Landkreis und die Stadt Bamberg stehen gemeinsam vor der Herausforderung des demographischen Wandels. Im Jahr 2018 betrug der Anteil der ab 65-Jährigen in Bamberg noch 19,2 %. Im Jahr 2030 wird ein 25,9 prozentiger Anteil der über 65-Jährigen prognostiziert (Bertelsmann Stiftung, 2018). In naher Zukunft

wird es demzufolge mehr ältere Verkehrsteilnehmer geben. Viele werden aus Sicherheitsgründen nicht mehr selbstständig PKW fahren können, weshalb eine barrierefreie, einfache und schnelle ÖPNV-Verbindung innerhalb des Landkreises, der Stadt und dazwischen von großer Bedeutung ist. Bei Extremwetterereignissen wie Sturm, Starkregen oder Hagel wird normalerweise das Fahrrad stehengelassen, um auf ein witterungsgeschützteres alternatives Transportmittel umzusteigen. Aufgrund der mangelhaften und unsicheren ÖPNV-Verbindung, entscheiden sich die Verkehrsteilnehmer*innen dann häufiger fürs Autos als Transportmittel, weshalb, wie vom Nahverkehrsplan geplant, schnellere, verdichtete und häufigere Buslinien verkehren sollten (Abbildung 85) (Der Neue Wiesentbote, 2019).

Schienenverkehr

Der Schienenpersonennahverkehr (SPNV) ist im Landkreis Bamberg weniger stark ausgebaut. Es verlaufen nur zentral in nord-südlicher Richtung Schienentrassen und verbinden insgesamt 12 Bahnhöfe (Bamberg Bahnhof, Baunach Bahnhof, Breitengüßbach Bahnhof, Buttenheim, Ebing, Hallstadt, Hirschaid, Manndorf, Oberhaid, Reckendorf, Strullendorf, Zapfendorf (Intermodales Mobilitätskonzept, 2018)). Sowohl der Osten als auch der Westen des Landkreises sind nicht erschlossen. Im Beteiligungsprozess der Anpassungsstudie wurde angemerkt, dass der erweiterte ICE-Streckenausbau ungünstig geplant sei. Zum einen gebe es keine Hafenanbindung, über welche Güter ab und hin transportiert werden könnten. Zum anderen sei der Bahnhof Bamberg zu schlecht zu erreichen und biete kaum Parkraum. Einwohner des Landkreises würden den Hauptbahnhof daher sehr schlecht erreichen, sodass die Fahrgastanzahl aus dem Landkreis sehr begrenzt ist (Expertengespräche, 2020).

Erhöhte Temperaturen sorgten in der Vergangenheit zwischen Bamberg und Lichtenfels für durchhängende Oberleitungen, sodass die Fahrgeschwindigkeit gedrosselt werden musste. Die Deutsche Bahn stellte fest, dass die Hitze die stromführenden Leitungen stark gedehnt hatten (Merkur.de, 2015). 2010 blieb ein ICE nördlich von Bamberg aufgrund eines **Oberleitungsschadens** auf den Bahngleisen liegen. Ein zusätzlicher Klimaanlagenausfall bei einer Außentemperatur von ca. 35 °C führte zu starker Hitzebelastung bei den Passagieren (SPIEGEL ONLINE, 2010). Mögliche weitere Schäden, wie sie in Deutschland bereits aufgetreten sind, sind Böschungsbrände oder entwurzelte Bäume, welche zu Verzögerungen führen.

Straßenverkehr

Das Straßennetz des Kreises Bamberg verfügt über fünf Bundesstraßen, 55 Staats-, Kreis- und Gemeindestraßen (im LK). Des Weiteren ist die Region über die Bundesautobahnen 3, 70 und 73 erreichbar (Intermodales Mobilitätskonzept, 2018). In Deutschland werden grundsätzlich 95 % der durch den Verkehr verursachten CO_2 Emissionen durch den Straßenverkehr verursacht (UMWELTBUNDESAMT 2012). Dieses Ergebnis korreliert mit Haushaltsbefragungen zur Transportwahl in der Stadt Bamberg: Rund 41 % der Befragten nutzen als präferiertes Verkehrsmittel das Auto (Erhebung 2009-2015) (stadt.bamberg.de, 2020).

Im Jahr 2000 kamen auf 1.000 Einwohner 668 PKW im Landkreis und 530 PKW in der Stadt (Stadt Bamberg, 2000). Da der ÖPNV weniger gut ausgeprägt ist, insbesondere die Verbindung von Landkreis und Stadt Bamberg betreffend, ist die Region sehr stark auf das Auto als Verkehrsmittel ausgerichtet (Stadt Bamberg, 2000). Auch dezentrale Industrie- und Gewerbeanlagen fördern das Auto als Fortbewegungsmittel (➢ Raumplanung). Dem Verkehrsentwicklungsplan aus dem Jahr 2000 zufolge, pendelten täglich 80 % von insgesamt ca. 80.000 Menschen mit dem Auto aus der Region in die Stadt

(Stadt Bamberg, 2000). Gegenwärtig dürfte die Zahl weiter angestiegen sein.

Auch Elektrofahrzeuge werden im Landkreis Bamberg vereinzelt gefahren. Insgesamt waren in 2017 434 Elektrofahrzeuge im Kreis Bamberg zugelassen (Intermodales Mobilitätskonzept, 2018). Im gleichen Jahr gab es Deutschlandweit 34.022 zugelassene Elektromobile (Statista, 2019). Bis zum jetzigen Zeitpunkt dürfte sich auch diese Zahl erhöht haben. Zum gleichen Zeitpunkt sollen sich 48 Ladesäulen im Landkreis befunden haben, wobei die Verteilung nicht flächendeckend erfolgt ist (Intermodales Mobilitätskonzept, 2018).

Zukünftig wird der Straßenverkehr zunehmend von Klimafolgen beeinträchtigt werden. Eine hohe Verkehrsbelastung und hohe Temperaturen haben in der Vergangenheit vermehrt **Straßenschäden** hervorgerufen (Spurrillen, Risse, Blow-ups, etc.). Plötzlich auftretende Blow-ups können zu schweren Unfällen führen, vor allem bei Zweirad-Fahrzeugen, wie zum Beispiel im Sommer 2019 auf der A2 (Mindener Tageblatt, 2019). Grundsätzlich sind **erhöhte Sanierungskosten** durch vermehrte witterungsbedingte Straßenschäden zu erwarten. Auf eine **sinkende Konzentrationsfähigkeit**, Dehydrierung und Herzkreislaufprobleme, verursacht durch Hitze, erfolgt eine **erhöhte Unfallgefahr** der Verkehrsteilnehmer (➢ Gesundheit). Selbst einfache Unfälle, die langanhaltende Staus verursachen, können für die Autofahrer bei hohen Temperaturen zu Unannehmlichkeiten und großer Hitzebelastung führen. Alleine im Jahr 2019 wurde von drei Vorkommnissen berichtet, wo Menschen mehrere Stunden lang unter starker Hitzebelastung im Stau standen und von der Feuerwehr mit Wasser und schattenspendenden Zelten versorgt werden mussten (br.de, 2019d; infranken.de, 2019h; Merkur.de, 2019).

Auch Starkregenereignisse haben einen großen Einfluss auf den Straßenverkehr. Durch unangepasste Geschwindigkeiten der Verkehrsteilnehmer führen sie verstärkt zu Unfällen, wie im August 2019 zwischen Eltmann und Viereth, in welchem fünf Fahrzeuge verwickelt waren (kurier.de, 2019). Zum anderen waren viele **Überschwemmungen** die Folge. Im Jahr 2018 führte Starkregen und Hagel zu einer Überflutung der A70 bei Hallstadt und einem Unfall durch Aquaplaning auf der A73 bei Ebensfeld (tvo.de, 2018a). Es folgten mehrere Überschwemmungen von Bahnunterführungen, zum Beispiel in der Geisfelder Straße (tvo.de, 2018c) und in der Moosstraße in Bamberg, wo kurzzeitig Wasserhöhen von bis zu 1,2 m auftreten können (Feuerwehr Bamberg, 2019) oder im Raum Hirschaid in der Maximilianstraße (nordbayern, 2018). Die ersten beiden genannten Unterführungen sind bei der Feuerwehr als gefährdete Stellen bekannt. Schon häufiger mussten Autos und ihre Fahrer aufgrund einer Fehleinschätzung der Situation, mangelnder Bereitschaft einen Umweg zu fahren oder Eile, aus dem Wasser gerettet werden (Feuerwehr Bamberg, 2019). Bei Bischberg kam es sogar zu **Schlammlawinen** (tvo.de, 2018c). Schäden durch Hagelereignissen treffen besonders geparkte Autos, wie es beispielsweise im Jahr 2018 der Fall war (nordbayern, 2018). Mögliche **Stromausfälle** können sich erheblich auf sämtliche Verkehrsanlagen und -systeme, wie Tankstellen, Ladestationen und Ampeln auswirken. Zukünftig ist eine erhöhte Gefährdung der Stromversorgung durch den klimawandelbedingt häufiger auftretende Extremwetterereignisse zu erwarten (➢ Energie). Daher muss mit häufigeren Stromausfällen und Auswirkungen auf die Elektromobilität gerechnet werden.

Mit den zukünftig seltener werdenden Schnee- und Glätteereignissen, nimmt auch die Erfahrung in der Bevölkerung ab, mit solchen Ereignissen umzugehen. Bei seltenen aber doch auch in Zukunft auftretenden Wintereinbrüchen kommt es dann zu verhältnismäßig vielen Unfällen. Erst Anfang 2019 führten viele Glätte-Unfälle in Deutschland zu Todesopfern (inFranken.de, 2019).

Sturmereignisse können vermehrt Schäden an Autos, Straßen oder elektrischen Anlagen hinterlassen und Straßensperrungen verursachen, wie Anfang des Jahres 2019. Das Sturmtief Eberhard sorgte für

umgewehte Bäume und Zäune und führte in einigen Fällen zu Autounfällen durch starken Seitenwind oder fallende Bäume. Auch in Memmelsdorf fiel ein Baum auf ein Haus. Vereinzelt kam es im Landkreis zu Stromausfällen und Schneefälle am nächsten Morgen sorgten für Schulbusausfälle (Infranken.de, 2019b). Vermehrte Schäden durch Sturm- und Starkregenereignisse mit Hagel haben erhöhte Versicherungsbeiträge zur Folge (GDV, 2015). So gaben die bayerischen Behörden insgesamt fast 900 Millionen Euro aus, sodass ab Juli 2019 die Elementarversicherung eingestellt wurde (br.de, 2019c).

Radverkehr

In der Stadt Bamberg wird das Fahrrad zu 30 % als Transportmittel gewählt und liegt somit zum Teil weit vor anderen Städten, wie Göttingen mit 28 %, Regensburg mit 23 %, Aschaffenburg mit 12 % oder Kaiserslautern mit 8 % (siehe Abbildung 86) (ADFC, 2020; stadt.bamberg.de, 2020). Der Landkreis verfügte im Jahr 2017 über 60 E-Ladestationen und ausgewiesene Radwege mit einer Gesamtlänge von 600 km (Intermodales Mobilitätskonzept, 2018). Das Fahrrad-Gesamtangebot wird grundsätzlich als gut empfunden (Expertengespräche, 2020), dennoch besteht ein Optimierungsbedarf der bestehenden Radverkehrsanlagen zur Steigerung der Attraktivität des Fahrrads.



Abbildung 86: Das Fahrradparkhaus an der Brennerstraße am Bahnhof Bamberg. Quelle: Stadtwerke Bamberg.

Kritisiert wird unter anderem der Mangel an Abstellanlagen, insbesondere im Innenstadtbereich. Besonders Abstellanlagen für Fahrräder am ZOB und an Bahnhöfen weisen eine zu geringe Kapazität auf (Abbildung 86) (stadt.bamberg.de, 2020). Fahrradabstellanlagen bieten nicht nur Schutz vor Diebstahl, vielmehr schützen sie das Rad vor äußeren Wettereinflüssen, wie Sturm oder Starkregen.

Des Weiteren werden Fahrradwege oftmals als zu schmal wahrgenommen (Expertengespräche, 2020). Für externe Fahrrad- oder Busspuren im Innenstadtbereich besteht jedoch grundsätzlich aufgrund des historischen Stadtkerns eine große Platzknappheit (Expertengespräche, 2020).

Besonders im Hinblick auf die steigende Mitteltemperatur wird sich die **Fahrradsaison verlängern**. Somit erhöht sich der Nutzungsdruck auf das Fahrrad, wodurch der Ausbau und die Verbreiterung von Fahrradwegen sowie anderweitigen Nutzungsangeboten (z. B. Elektrofahrräder und - roller etc.) erforderlich werden.

Binnenschiffsfahrt

Der Hafen Bamberg ist einer von sechs Standorten, die dem *Bayernhafen* zugehörig sind. Er liegt an der Regnitz, die zuvor dem Main entsprungen ist und führt weiter als Main-Donau-Kanal südlich nach Nürnberg, Roth, Regensburg und Passau. Der Hafen Bamberg nimmt für die Versorgung in Oberfranken daher eine entscheidende Bedeutung ein und ermöglicht internationalen Export (bayernhafen.de, 2020). Der Bamberger Hafen besitzt sowohl einen Frachthafen als auch eine Anlegestelle für Flusskreuzfahrtschiffe. Pro Jahr kann der Bamberger Hafen 21.704 LKW-Fahrten einsparen. Dabei ermöglicht der Hafen Umschläge zwischen Schiff, Bahn und LKW (bayernhafen.de, 2020).

2019 wurde die Stadt Bamberg mit dem „Cruisers' Choice Destination Award 2019" ausgezeichnet und zählt zu den Top 5 der europäischen Flusskreuzfahrt-Ziele. Im vorherigen Jahr 2018 legten 764 Kreuzfahrtschiffe, mit insgesamt 124.000 Passagieren an (bayernhafen.de, 2019).

Durch Sommertrockenheit sinkt der Wasserspiegel, sodass **Einschränkungen im Binnenschiffverkehr** verursacht werden. Im Jahr 2018 führte Niedrigwasser am Main-Donau-Kanal zu erheblichen Transporteinbußen. Im Monat August wurde über ein Drittel weniger Ladung verzeichnet, sodass sich der Wasserweg als Transportweg kaum mehr lohnte (Binnenschifffahrt Online, 2018). Im Jahr 2011 sorgte bereits im Mai einsetzende Trockenheit und geringe Niederschläge für Niedrigwasser in der Regnitz, sodass Donauwasser in die Regnitz gepumpt werden musste (Augsburger Allgemeine, 2011).

Jedoch wird nicht nur der Gütertransport durch die Trockenheit eingeschränkt, vielmehr wirken sich niedrige Wasserstände auch auf die Tourismusbranche aus (➢ Tourismus). So konnten aufgrund des geringen Wasserpegels der Donau und des Mains im Jahr 2015 keine Kreuzfahrtschiffe mehr zwischen Bamberg und Passau verkehren (br.de, 2015).

Laut BR24 kann ein in Bayern verkehrendes Schiff zwischen 1.500 und 2.000 Tonnen zuladen und ersetzt damit bis zu 80 Lkw (br.de, 2019b). Bei ausbleibenden Lieferungen über den Wasserweg, müssen die Güter- und Schwertransporte jedoch vermehrt über die Straßen stattfinden. Zum einen können durch schwere Fahrzeuge während hoher Temperaturen auf stark erhitzten und aufweichenden Straßen langfristig Spurrillen auf vielbefahrenen Straßen entstehen. Auf diese Weise steigt der Sanierungsaufwand. Zum anderen erhöhen sich durch vermehrte Schwertransporte die Schadstoffkonzentrationen, sodass es zu lokal erhöhten Ozonwerten und der damit einhergehenden Gesundheitsbelastung kommt (➢ Gesundheit).

Abfallentsorgung und Winterdienst

Veränderte klimatische Verhältnisse wirken sich auch auf die Abfallentsorgung aus. Erhöhte Temperaturen führen begünstigend zu **Geruchsbildungen** durch Abfall. Mit diesen Geruchsbelästigungen sind besonders Müllmänner und -frauen sowie Anwohner konfrontiert.

Bei undichten oder offenstehenden Abfallbehältern können Starkregenereignisse zu erheblichen **Einschränkungen in der Abfallentsorgung** führen. Zum einen benötigt nasser Abfall einen längeren Zeitraum zur Trocknung, sodass er bei der Verbrennung erst verspätet zündet und langsamer verbrennt. Dadurch wird der Müll nicht vollständig vernichtet, sondern hinterlässt unbrauchbare Schlacke (Informationsdienst Wissenschaft, 1998). Zum anderen erhöht sich das Gewicht bei feuchten oder nassen Inhalten. Dies bedeutet nicht nur einen erhöhten Kraftaufwand für die Müllmänner und -frauen, vielmehr versagt im Falle von zu schweren Ladungen die Automatik an Müllfahrzeugen, sodass die Leerungen zukünftig häufiger abgebrochen werden könnten (APM, 2016).

Sturm- und Starkschneeereignisse können auch in Zukunft zu erschwerten oder verhinderten Abfallentsorgungen führen. Trotz seltener auftretenden winterlichen Schneeereignissen sollte der Winterdienst weiterhin aktiv gehalten werden, zumal er sich auf erschwerte Bedingungen durch stärker variierendes Witterungsgeschehen einstellen muss.

Teilstrategie

Im Landkreis und in der Stadt Bamberg wird das Handlungsfeld Verkehr zunehmend von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein. Das Ziel der Anpassung im Handlungsfeld Verkehr ist die Sicherstellung eines **resilienten Verkehrssektors mit zuverlässigem Transport** während Extremwet-

ters. Zudem hat die **Gesundheit der Bevölkerung** einen hohen Stellenwert.

Die Stärkung des öffentlichen Verkehrs in Stadt und Landkreis hat große Priorität. Mit erhöhter Zuverlässigkeit und erweitertem Angebot öffentlicher Verkehrsmittel kann von einem ressourcensparenden und intermodalen Transport überzeugt werden. Mit dem Ausbau des ÖPNV und der Stärkung von Rad- und Fußverkehr ist der Verkehr nicht nur umweltfreundlich, vielmehr trägt er zu einem besseren Stadtklima und Gesundheit bei. Der zunehmende Verzicht auf den Individualverkehr kann für eine Verkehrsflächenreduzierung und Entsiegelung genutzt werden.

Grundsätzlich muss auf gesellschaftliche Veränderungen Rücksicht genommen und frühzeitig darauf reagiert werden. Der zunehmende Lieferverkehr sorgt im Logistik- und Transportsektor zu großen Herausforderungen. Die Corona-Pandemie im Jahr 2020 kann sich nachhaltig auf das Verkehrsverhalten auswirken. Hier ist mit einer Meidung des öffentlichen Transportes und einem Anstieg von Fußgängern und Fahrradfahrern zu rechnen. Auf derartige längerfristig absehbare oder aber spontane Entwicklungen muss sich auch der Verkehrssektor mit Flexibilität und präventiven Maßnahmen einstellen.

Im Hinblick auf häufigere Extremwetterereignisse muss auch die Bevölkerung verstärkt für eine witterungsangepasste Fahrweise sensibilisiert und angehalten werden.

Maßnahmen

V 01 INTEGRIERTES ÖPNV-KONZEPT FÜR STADT UND LANDKREIS IM KLIMAWANDEL

Kurzbeschreibung

Im Zuge der Anpassung der Mobilität an veränderte klimatische Bedingungen kommt dem ÖPNV eine besondere Bedeutung zu.

Zum einen sollen Verkehrsverbindungen auch unter klimawandelbedingten Extremwetterereignissen erhalten bleiben. Dafür wird ein zuverlässiger, flächendeckender und witterungsunabhängiger ÖPNV benötigt.

Zusätzlich müssen zum Schutz vor Überwärmung und zur Erhöhung der Versickerungsfähigkeit der Böden, Flächen im Siedlungsraum entsiegelt werden. Maßnahme V 03 zielt auf die Verringerung des Flächenverbrauches des Verkehrssektors ab – auch dafür wird es nötig sein, verstärkt auf den, im Gegensatz zum Individualverkehr, flächensparenden ÖPNV zu setzen. Die Verlagerung von Pkw-Fahrten auf öffentliche – möglichst mit elektrischer regenerativ gewonnener Energie betriebene – Verkehrsmittel kann auf dieser Basis zu einer Verringerung von Fahrten und den damit verbundenen unerwünschten Nebenwirkungen wie Verkehrsopfer und Unfallschäden sowie des Fahrzeugbestandes führen (Entfall der Notwendigkeit von Zweit- oder Drittfahrzeugen). Ein weiterer Grund für die Fokussierung auf den ÖPNV ist die Verringerung des Schadstoffausstoßes. Dies umfasst nicht nur die dem Klimaschutz dienende Verminderung von Treibhausgasen durch den ÖPNV, sondern auch den geringeren Ausstoß von NO_X und die damit einhergehende Abnahme der Ozonbelastung, insbesondere in klimawandelbedingt häufiger auftretenden Hitzephasen. Auch für die durch den Klimawandel zu befürchtenden höheren Risiken für die vulnerable Bevölkerung (z. B. steigende Hitzebelastung für ältere Menschen), kann eine flächendeckende Anbindung an das ÖPNV-Netz zu einer Steigerung der Resilienz dieser Bevölkerungsteile führen (besserer Zugang zu ärztlicher Versorgung auf dem Land).

Ziel dieser Maßnahme ist es daher, Rahmenbedingungen zu schaffen, welche einen Stadt und Landkreis übergreifenden und zuverlässigen ÖPNV möglich machen. Hierzu sollte – mangels gesetzlich geregelter Ansprüche – in Abstimmung mit der Landesregierung ein auch auf andere Landkreise anwendbarer ÖPNV-Standard definiert werden.

Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfeld Verkehr**
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis mit allen Kommunen, Straßenbauamt, Stadtplanung, Quartiersmanagement, Verkehrsverbund Großraum Nürnberg GmbH VGN, Stadtwerke Bamberg, Gemeinderäte, Stadtwerke

Aufwand für Akteure	• Hoch • Hier muss im Zuge der aktuell laufenden Überplanung des gesamten ÖPNV-Netzes im Landkreis Bamberg geklärt werden, welche neuen Linien und Strukturen sich ergeben werden und wer Aufgabenträger der jeweiligen Linien wird. Anschließend ist die Finanzierung zu regeln, bei denen auch die Landkreis-Gemeinden einzubeziehen sind. • Sinnvoll erscheinende Anpassungen an den Tarifzonen sind mit dem dafür zuständigen VGN sowie den betroffenen Gemeinden zu besprechen. Zu beachten: Es müssen finanzielle Ausgleichsleistungen vom Initiator der Tarifzonenanpassungen geleistet werden.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Stärkung der öffentlichen Erreichbarkeit vom Landkreis in die Stadt/Umland gemäß der Vorgaben des im Dezember 2019 verabschiedeten Nahverkehrsplans. • Errichtung von Verknüpfungspunkten, die verschiedene Verkehrsträger verbinden (z. B. am Bahnhof Bamberg zum Umstieg zwischen Regionalbussen und Bahn sowie Stadtbusverkehr mit langfristig ausreichender Bussteig-Kapazität) • Unterstützung und Ausbau von Sharing-Angeboten und Pilotprojekten (z. B. meiaudo, Robo-Vehicle, Flat-Preissysteme, E-Mobil Landkreis Bamberg) • Taktverdichtung von Bussen und Bahnen (gemäß der Vorgaben des im Dezember 2019 verabschiedeten Nahverkehrsplans) • Öffentliche Bereitstellung von Echtzeit-Dispositionsdaten zur Entwicklung von Kommunikationssystemen (z. B. über die VGN-App, um die Fahrenden über Verspätungen/Ausfälle, alternative Routen und verkehrsmittelübergreifende Fahrplanauskunft inkl. Bedarfsverkehre zu informieren) • Altersgerechte Ausrichtung der ÖPNV-Infrastruktur • Einrichtung autoarmer Ortszentren mit attraktiver Infrastruktur, Überarbeitung der Stellplatzsatzungen mit dem Ziel, Raum für Begegnungen zu schaffen durch Beschränkungen des ruhenden Verkehrs • schrittweise Einrichtung eines „Autofreies Welterbes“ in der Stadt Bamberg, Schaffung von „Quartiersgaragen“ • P+R so gestalten, dass keine Anreize für den MIV geschaffen werden • Wiederinbetriebnahme und Aufbau stillgelegter Bahnstrecken/-trassen (z. B. Harzexpress, Nordwestbahn, Straßenbahn) • Erprobung und Etablierung von zukunftsfähigem Last-Mile-Konzept (Siehe MN V 05) • Ausbau von Fußgängerzonen (Siehe MN V 02)
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Synergie: Unterstützung von Maßnahme V 02 • Synergie: mit zunehmender Nutzung eines zuverlässigen ÖPNVs, reduziert sich der Individualverkehr → positiver Effekt für den Klimaschutz + Reduzierung des Flächenverbrauchs (MN V 03) • Synergie: Verringerung von Mikroplastik aus Reifenabrieb in Böden und Gewässer
Robustheit und Flexibilität	• Sollten die Schäden stärker werden als erwartet, ist ein zuverlässiger ÖPNV von weitaus größerer Wichtigkeit und kann/sollte dahingehend entsprechend weiter modifiziert werden • Maßnahme ist schon jetzt sinnvoll (No-Regret)
Maßnahmenindikator	• Umfragen zur ÖPNV Nutzung innerhalb der Bevölkerung (z.B. persönlich, über Apps, etc., hier ist es wichtig auch Nicht-ÖPNV-Nutzer zu befragen (welcher Grund spricht gegen die Nutzung? Was wird als störend empfunden?) • Langfristige Auswertung quantitativer Daten (z.B. Nutzerzahlen, Auslastung der Busse, Modalsplit) • Quantifizierte jährlich verringerte Ziele, Monitoring und Nachsteuerung

	an kritischen Messpunkten. • Regelmäßige Teilnahme bei der Studie „Mobilität in Deutschland“.
Regionalisierung	Gesamter Landkreis und Stadt, inklusive Absprache zu umliegenden Landkreisen und Städten
Zeitliche Dringlichkeit	Beginn kurzfristig Dauer laufend bis mittelfristig
Best-Practice Beispiele	

V 02 STÄRKUNG VON RAD- UND FUSSVERKEHR IM KLIMAWANDEL

Kurzbeschreibung: *Wie für Maßnahme V 01 beschrieben, gibt es neben Klimaschutzaspekten eine Reihe von Gründen, die eine Umstellung im Modalsplit erfordern. Dies sind der Schutz vor Schadstoffemissionen (NO_x), eine Verringerung der Versiegelung (V 03) und eine verbesserte Anbindung auch zum Zwecke der Resilienzsteigerung vulnerabler Bevölkerungsteile (V 01). Neben der Förderung des ÖPNVs werden auch eine Förderung des Fuß- und Radverkehrs und der Schutz dieser Verkehrsteilnehmer vor Extremwetter notwendig sein. Die Rahmenbedingungen für eine zunehmende Verschiebung im Modalsplit sollten vorbereitet werden, da alleine schon durch günstigere Witterungsbedingungen mit mehr Verkehrsteilnehmern im Radverkehr zu rechnen ist.*	
Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfeld Verkehr**
Verantwortlichkeit	Straßenbauamt, Stadtplanung, VGN, andere Nutzungs- und Sharingangebote, Stadtwerke, Gemeinderäte
Aufwand für Akteure	hoch
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Jährliches Monitoring der Zielvorgaben + Nachsteuerung wenn nötig (z. B. regelmäßige Erhebung des Radverkehrsaufkommens) • Umsetzung des Konzeptes für den Alltagsradverkehr im Landkreis und Verknüpfung mit der Radinfrastruktur im Stadtgebiet (z. B. Ertüchtigung bestehender Verbindungen gemäß der definierten Qualitätskriterien, Schließen von Lücken in der Wegeinfrastruktur, Behebung von Gefahrstellen, Implementierung von Radschnellwegen, Gewährleistung sicherer und wettergeschützter Abstellanlagen, …) sowie allgemeine Förderung der Radverkehrskultur • Abstimmung zwischen Stadt und Landkreis zu Optimierungen an den Radverkehrs-Schnittstellen. • Überdachte Fahrrad-/Fußwege; Tunnel an Kreuzungen o. ä. • Ausbau der inter- und multimodalen Wege (optimale Verknüpfbarkeit der unterschiedlichen Fortbewegungsarten wie Fahrrad, Fußverkehr, ÖPNV, bessere und direktere Verbindungen) in Fortsetzung der „Mobilstations-Pilotprojekte“ des Landkreises Bamberg. • Maßnahmen zur Reduzierung des Individualverkehrs/Autos, z. B. Flächentausch – Flächen, die das Auto bisher benötigt, werden dem Umweltverbund zugewiesen • Unterstützende Integrierung des Fahrrads in den Job (z. B. Rad-Angebote als Arbeitswegverkehrsmittel) • Umwidmung von Kfz-Stellplätzen in Radabstellanlagen • Erarbeitung eines landkreisweiten Fußwegenetzes mit zugehöriger Vermarktung • Erarbeitung gemeinsamer Standards für die innerörtlichen Fußverbindungen • Bauvorschriften müssen kleinräumige Strukturen bevorzugen, die besser mit Umweltverbund, insbesondere Fuß und Rad bedienbar sind (z. B. gute Erreichbarkeit von Nahversorgung u. ä.)

	• Vorschriften zur privilegierten Schaffung von Raum für motorisierten Individualverkehr abschaffen oder anpassen (z. B. Stellplatzsatzung)
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Unterstützung von Maßnahme V 01 • Reduktion NO_X und damit Ozon • Reduzierung Flächenverbrauch • Positive Auswirkung auf Gesundheit der Nutzer
Robustheit und Flexibilität	Sollten die Auswirkungen stärker als erwartet sein, wird der Nutzungsdruck höchstwahrscheinlich weiter ansteigen und eine noch konsequentere Verschiebung des Modal Splits verlangen
Maßnahmenindikator	• Entwicklung des Modal Split in Verbindung mit einer Gesamtreduktion der zurückgelegten Personenkilometer, z. B. durch dezentrale Versorgung mit Angeboten aller Art • Entwicklung der Flächen je Verkehrsart
Regionalisierung	Gesamter Landkreis und Stadt Bamberg; besonders im dichter besiedelten Bereich; Anbindung LK und Stadt Bamberg hat Priorität
Zeitliche Dringlichkeit	Beginn Kurzfristig
Best-Practice Beispiele	Radverkehrskonzept der Stadt Utrecht in den Niederlanden

V 03 REDUZIERUNG DES FLÄCHENVERBRAUCHS IM VERKEHRSSEKTOR

Kurzbeschreibung:
Während Hitzeereignissen kommt es insbesondere über versiegelten, dicht bebauten Gebiete zu einer verstärkten Überwärmung. Im Zuge des Klimawandels werden solche Ereignisse an Häufigkeit und Intensität zunehmen. Hier ist ein Ansatz der Klimaanpassung, im Siedlungsbereich entsiegelte und, wenn möglich, begrünte Flächen zu schaffen, um eine verbesserte mikroklimatische Situation zu schaffen (➢ Planung).
Weiterhin wird es durch den voranschreitenden klimatischen Wandel zu einer Intensivierung der Niederschläge kommen. Dies kann zu einer Überlastung der Siedlungsentwässerung (➢ Wasser) mit einem entsprechenden Schadensrisiko führen. Ziel ist es daher, zur Anpassung an solche Niederschlagsmengen, insbesondere im Siedlungsraum, Flächen zur Versickerung oder zum Wasserrückhalt zu schaffen.
Für beide genannten Aspekte kommt dem Verkehrssektor eine große Bedeutung, aufgrund seines umfangreichen Flächenverbrauches, zu. Ziel dieser Maßnahme ist es, Möglichkeiten der Reduzierung im Flächenverbrauch des motorisierten Individualverkehrs zu erarbeiten und umzusetzen. Dies kann beispielsweise ein veränderter Umgang mit dem ruhenden Verkehr (kurz- bis mittelfristig) sein – durch Teilentsiegelung und Umwandlung von Parkplatzflächen. Mittelfristig führt eine verstärkte Nutzung des ÖPNV (MN V 01) sowie des Rad- und Fußverkehrs (MN V 02) ebenfalls zu einer Verringerung des Flächenverbrauchs im Verkehrssektor.

Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfeld Verkehr**
Verantwortlichkeit	Stadtrat (Stellplatzsatzung modifizieren, flächendeckende Parkraumbewirtschaftung), Straßenbaumamt, Grünflächenamt, Gemeinden im Landkreis Bamberg, Stadtwerke Bamberg
Aufwand für Akteure	• bei Entsiegelungsmaßnahmen: hoch • Einsparung von Baukosten bei Entfall von Parkplatzbauten in Verbindung mit Bauvorhaben

Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Stellplatzsatzung/Parkraumbewirtschaftung/Verkehrsleitsystem • Aufheben von Straßenrandparken im Umfeld von Parkhäusern (10 min Fußweg) • Reduzierung nicht benötigter versiegelter Fläche insbesondere des ruhenden Verkehrs • Teilentsiegelung • Freigewordene Flächen können für Begrünung oder Umweltverbund genutzt werden • Identifizierung und Vermeidung überflüssiger Wege, welche durch Digitalisierung der Schnittstelle zwischen Bürger*innen und Verwaltung, Möglichkeiten für Homeoffice und Distanzunterricht, Dezentralisierung von Versorgungseinrichtungen oder Telemedizin vermieden werden können
Querverweise, Konflikte und Synergien	Synergie: Unterstützung durch Maßnahmen V 01 und V 02 Synergie: Wechselwirkung mit Planungsmaßnahmen zur Entsiegelung Synergie: Wechselwirkung mit Grünanlagenplanung
Robustheit und Flexibilität	Flexibel
Maßnahmenindikator	• jährliche Bestandsaufnahme und Fortschreibung der Verkehrsflächen • Festlegung der jährlich zu unversiegelten Grünflächen umzuwidmenden Verkehrsflächen • jährliches Monitoring und Nachsteuern
Regionalisierung	gesamter Landkreis und Stadt Bamberg
Zeitliche Dringlichkeit	Kurzfristig bis mittelfristig
Best-Practice Beispiele	

V 04 SENSIBILISIERUNG UND VORBEREITUNG GEGENÜBER EXTREMWETTEREREIGNISSEN

Kurzbeschreibung
Durch den Klimawandel induzierte Extremwetterereignisse führen zunehmend zu herausfordernden und gefährlichen Verkehrssituationen. Daher sollten die Verkehrsteilnehmer für die potenziellen Gefahren sensibilisiert und über adäquates Verhalten informiert werden. Auf diese Weise können Risiken vermindert sowie Schäden und Unfälle verhindert werden. Auch einer abnehmenden Erfahrung gegenüber Kälteereignissen (mit Schnee und Eis), welche ebenfalls im Zuge des Klimawandels Schadensrisiken erhöhen, kann im Zuge dieser Maßnahme vorgebeugt werden.
Die Maßnahme sollte auch Verkehrsmittelanbieter und deren Mitarbeiter umfassen. Hier kann es im Rahmen von Extremwetterereignissen zu neuen, bisher wenig erprobten Situationen kommen, in denen ein koordinierter Austausch zwischen verschiedenen Akteuren im Verkehrs- und Katastrophenschutzsektor erforderlich sein wird. Hierbei müssen vorab Protokolle und Absprachen getroffen werden, um im Ernstfall sofortige Hilfe zu ermöglichen.

Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfel Verkehr**
Verantwortlichkeit	• Landkreis und Stadt imitieren Prozess • Fahrschulen, Schulen, Werbeagenturen setzen um • Mitarbeiter des öffentlichen Verkehrsnetzes, VGN, Deutsche Bahn • Feuerwehr/Katastrophenschutz
Aufwand für Akteure	gering
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Informationsaustausch über Radio/Apps • Verhalten bei Hitzewellen • Warnungen an/vor schnell überfluteten Straßenstellen / gefährdeten Verkehrsstellen • Bewertung/Markierung risikoreicher Verkehrsbereiche

	• Initiierung von Sicherheits-Protokollen, wie schnelle und geregelte Abläufe in außerordentlichen Fällen (Versorgung von Fahrgästen bei Ausfällen der Klimaanlage in Bussen/Bahnen, langanhaltenden Staus) • Zusammenarbeit mit Katastrophenschutz • Gezielte Schulung und Ausbildungsinhalt von ÖPNV-Mitarbeiter/Fahrzeugführer (z. B. in Sicherheitstraining, Erste-Hilfe, Handlungsabläufe, Einschätzung des Gesundheitszustanden der Fahrgäste (Risikopersonen))
Querverweise, Konflikte und Synergien	• Verminderung von Unfallrisiken (HF Gesundheit) • Wechselwirkung und Synergien mit Katastrophenschutz
Robustheit und Flexibilität	• Informationen können und müssen an (durch den Klimawandel) veränderte Witterungsbedingungen angepasst werden • Flexibel. Sollten die Auswirkungen stärker ausfallen als erwartet, können Absprachen und Protokolle in Fällen von Katastrophen von großem Nutzen sein.
Maßnahmenindikator	
Regionalisierung	• gesamter Landkreis und Stadt Bamberg
Zeitliche Dringlichkeit	• Kurzfristig
Best-Practice Beispiele	

V 05 LAST-MILE-LOGISTICS BAMBERG - INNERSTÄDTISCHES LOGISTIKKONZEPT

Kurzbeschreibung
Nicht unerhebliche Teile des Innenstadtverkehrs basieren auf dem Logistik- und Transportsektor. Diese sind mit entsprechenden Lärm und Abgasemissionen verbunden. Zusätzlich lässt sich in den letzten Jahren eine besonders starke Zunahme im Bereich der Paketzustellung verzeichnen – dies wiederum stellt die Zulieferer vor Herausforderungen hinsichtlich einer ökonomischen Tourenplanung. Es ergibt sich hier also eine Schnittmenge zwischen Bestrebungen der Logistikunternehmen, welche Kosten einsparen wollen, und den Zielen der Klimaanpassung bzw. des Klimaschutzes: Verkehrswege einsparen. Die Stadt Nijmegen in den Niederlanden verfolgt bereits ein innerstädtisches Logistikkonzept und auch die Stadt Hamburg erarbeitet Möglichkeiten, wie hier Wege und Emissionen eingespart werden können.
Ziel dieser Maßnahme ist, dass für die Stadt Bamberg ebenfalls ein innerstädtisches Logistikkonzept erarbeitet wird. Wie ist die Bereitschaft bei Logistikunternehmen und Gewerbetreibenden? Kann eine Modellstudie durchgeführt werden?

Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfeld Verkehr**
Verantwortlichkeit	Stadt Bamberg, Straßenbauamt, Stadtplanung, Gewerbetreibende, Logistikunternehmen, Stadtwerke Bamberg, Wirtschaftsförderung, Stadtmarketing
Aufwand für Akteure	Hoch Eine effizientere Logistik führt zu Kosteneinsparungen/Wettbewerbsvorteilen
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Analyse zur Verwendung von Micro-Hubs • Verteilung ab Micro-Hub: Kleintransporter mit Batteriebetrieb, Lastenräder, Fußverkehr o. ä. • Prüfen, ob die Nutzung von ÖPNV-Fahrzeugen für Warentransport aus der Stadt aufs Land sinnvoll sind, um die Auslastung zu verbessern und Notwendigkeit von Personenfahrten zu verringern • Stärkere Förderung von Lastenrad-Anschaffungen • Konzeption eines Lastenrad-Verleihsystems • Etablierung von Stadt und Landkreis Bamberg als Mobilitätslabor

Querverweise, Konflikte und Synergien	• ➢ Industrie und Gewerbe • Synergien mit MN V 01 / V 02 • Verringerte Schadstoffemissionen (CO_2, NO_X,…) • Konflikt: erhöhter Platzbedarf für die Micro-Hubs im Innenstadtbereich – trotz positiver Auswirkungen auf den klassischen Verkehrsflächenverbrauch
Robustheit und Flexibilität	• Unabhängig vom Klimawandel ist die MN sinnvoll
Maßnahmenindikator	• Anteil der Güter, welche über alternative Logistikwege in die Stadt gelangen
Regionalisierung	• Stadt Bamberg
Zeitliche Dringlichkeit	• Pilotstudie kurzfristig beginnen, da Umstrukturierung langwierig und aufwendig ist
Best-Practice Beispiele	• Last-Mile-Logistics Hamburg – Innerstädtische Zustelllogistik • Nutzung vorhandener Erfahrung in anderen europäischen Städten • Nijmegen-Last-Mile-Delivery: https://eukalypton.com/en/2019/11/23/the-future-of-last-mile-delivery-has-arrived-in-a-small-dutch-city/

3.7.3. Handlungsfeld Gebäude und Stadtentwicklung

Ausgangssituation

Das Risiko eines Gebäudes, im Extremwetterfall Schaden zu nehmen, ist von mehreren Faktoren abhängig. Einerseits ist die Lage und somit die Exposition gegenüber extremen Witterungseinflüssen entscheidend. Doch auch das Gebäude selbst, also dessen baulicher Zustand (Alter, verwendete Materialien) sowie dessen Wert (z. B. Denkmalschutz, Versicherung) bestimmen letztlich das potenzielle Schadensausmaß. Sämtliche gebäudespezifische Aussagen müssen daher individuell ermittelt werden und sind nicht Gegenstand der anschließenden fachlichen Einschätzung (Abbildung 83).

Die Kommunen des Landkreises und die Stadt Bamberg können mit Hilfe örtlicher Bauvorschriften die Gestaltung von Gebäuden und Grundstücken regeln (Art.81 BayBO). Darin enthalten sind bspw. Regelungen bzgl. Luftreinhaltung, überbaubarer Fläche, Brandschutz und Ortsbild (Stadt Bamberg, 2019c). Speziell für die Belange der Klimaanpassung von Gebäuden und deren Außenanlagen existieren aktuell weder in der Stadt noch im Landkreis Bamberg spezielle Satzungen. Als Instrument für Klimaanpassungsmaßnahmen in der Planung gilt die Festsetzung in B-Plänen. Diesen wird durch Satzungen der Weg geebnet. Fehlen Satzungen, fehlen oftmals auch entsprechende Festsetzungen, da sie in diesem Fall kaum Aussicht auf Erfolg haben. Auf die Betroffenheiten hinsichtlich der Planungsbelange wird im Kapitel Raumplanung (5.2.2.) im Cluster I eingegangen.

Das Klimawirkungsgeflecht gibt einen schematischen Gesamtüberblick über die Klimawirkungen im Handlungsfeld (Abbildung 87).

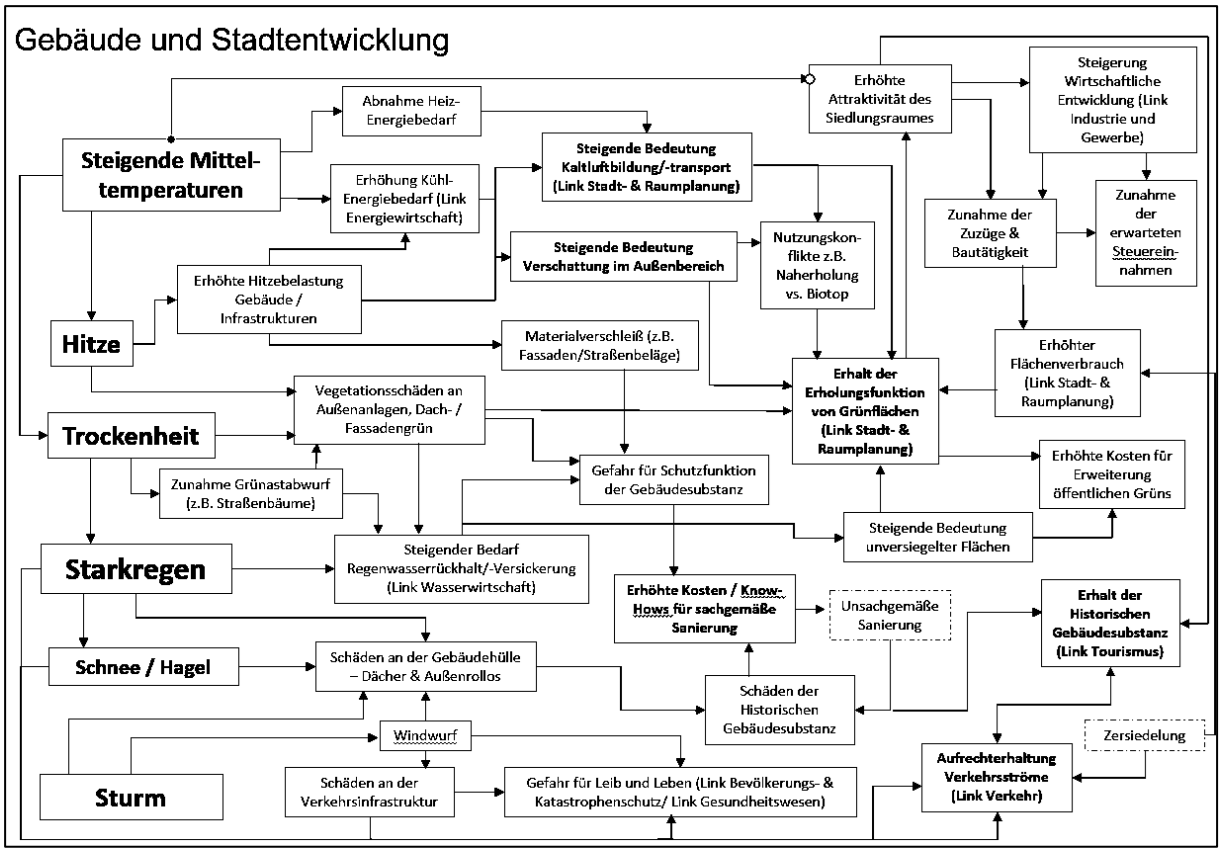


Abbildung 87: Klimawirkungsgeflecht im Handlungsfeld Gebäude und Stadtentwicklung: Schematische Darstellung der ermittelten Klimasignale in ihrer Bedeutung für das Handlungsfeld (je größer umso bedeutender) und deren Wirkung auf die Gebäude und deren Außenbereiche in Stadt und Landkreis Bamberg.

Klimawirkungen

Betroffenheit der Gebäudesubstanz im historischen Stadtkern

Die Stadt Bamberg steht vor besonderen Herausforderungen: Seit die Altstadt Welterbe ist, herrscht ein starker touristischer Nutzungsdruck (Krone, 2018) (➢ Tourismus). Aufgrund der Vielzahl denkmalgeschützter Gebäude (Abbildung 84) sind die Nutzungsmöglichkeiten jedoch eingeschränkt und es entstehen **Nutzungskonflikte**.

Die aktuell und voraussichtlich auch in Zukunft stärksten Bedrohungen für die UNESCO-Welterbestätte „Altstadt von Bamberg“ durch den Klimawandel sind **Hochwasserereignisse und Sturmschäden**. So sind beispielsweise die historischen Gebäude im Fischerdorf „Klein Venedig“, welche direkt an der Regnitz erbaut wurden, bereits heute durch Hochwasserereignisse häufiger renovierungsbedürftig (TV1, 2011). Da die Gebäude überwiegend in Privatbesitz sind, ist ein einheitlich geregelter Weg für Anpassungsmaßnahmen erschwert. Von Hochwasser besonders betroffen könnte künftig beispielsweise das kulturell wertvolle alte Rathaus sein, welches auf einer künstlichen, auf Pfählen basierenden Insel in der Regnitz steht.

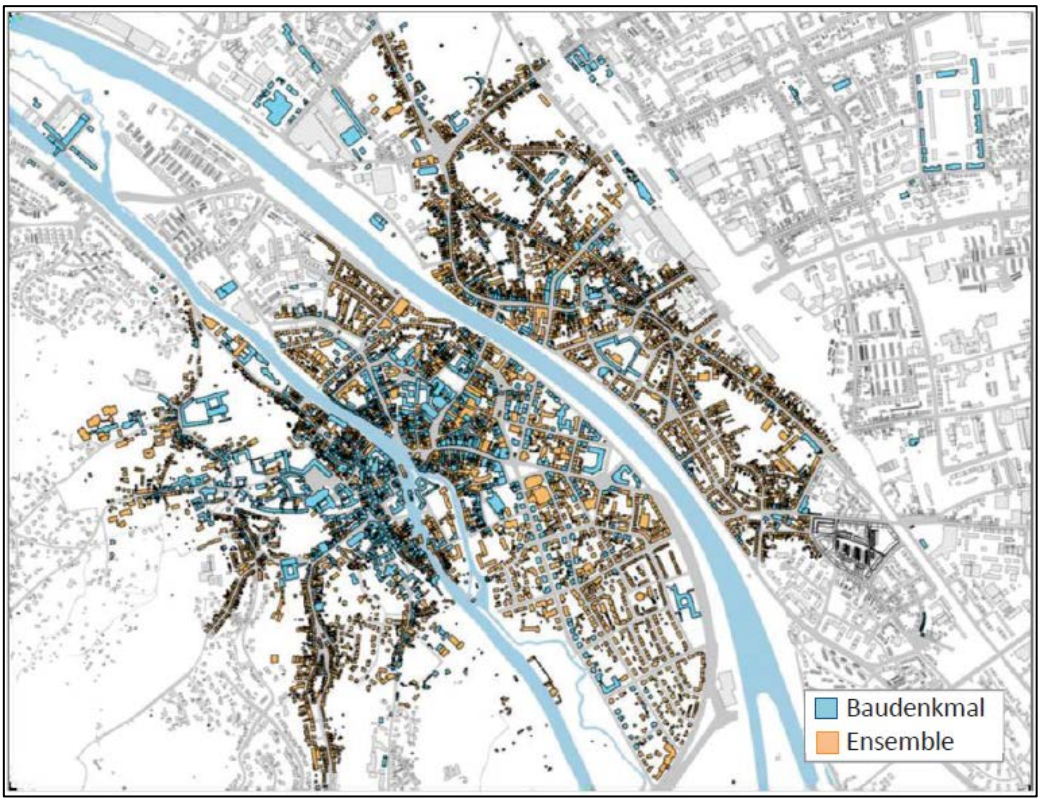


Abbildung 88: Darstellung der denkmalgeschützten Einzelgebäude und Ensembles (Klimaallianz Bamberg, 2017).

Es gilt als besondere Herausforderung, den **Hochwasserschutz in den Altstadtbereich zu integrieren**, da die Anpassung und gleichzeitige Erhaltung der historischen Bausubstanz einen großen Mehraufwand bedeutet (Deutscher Städtetag, 2013). Das gleiche gilt für eventuelle Sturmschäden – umstürzende Bäume oder abgedeckte Dächer können die Denkmäler gefährden.

Nicht nur die historische Bausubstanz, auch das immaterielle Kulturerbe der Gärtnerstadt **steht aufgrund der zu erwartenden Klimawandelfolgen vor Herausforderungen. Steigende Mitteltemperaturen** können dazu führen, dass der traditionelle Anbau von regionalem Gemüse gegebenenfalls durch neue klimawandelangepasste Sorten ergänzt werden muss und die alten Arbeitstechniken möglicherweise den neuen Herausforderungen nicht mehr gewachsen sind (➢ Landwirtschaft). Das Thema wurde bereits von der Bamberger Verwaltung aufgegriffen. Auch wird aktuell untersucht, wie historische Altstädte biologische Vielfalt im Einklang mit kulturellem Erbe fördern können. Dazu läuft das Projekt "Bamberger Stadtgrün – Welterbe und biologische Vielfalt" (2019 bis 2022). Eine an die Veränderungen angepasste Flora und Fauna kann das Schadensrisiko reduzieren (WeBZet, 2019).

Betroffenheiten der städtischen Liegenschaften

Etwa jede zehnte Wohnung in der Stadt Bamberg wird kommunal verwaltet (Expertengespräche, 2020). Insgesamt betrifft dies über 4.000 Wohneinheiten. Eine energetische Sanierung erfolgt mit 150 bis 200 Wohnungen jährlich seit ca. sieben Jahren. Es gibt sowohl Altbauten als auch Neubauten. Beinah alle Gebäude haben eine auf maximal vier Stockwerke beschränkte Höhe, da die Vereinbarkeit mit der historischen Gebäudesubstanz in der Vergangenheit im Vordergrund stand. Vereinzelt wurde bereits der Bau einzelner höherer Gebäude außerhalb des historischen Stadtkerns zugelassen. Derartige Entscheidungen werden künftig eine größere Rolle spielen, um die steigende Wohnraumnachfrage nicht zu Lasten der dringend notwendigen Grünflächen zu reduzieren.

Denn Grünflächen haben eine stadtklimatisch bedeutsame Funktion, dienen als Mikrohabitate bzw. Trittsteine für Flora und Fauna (➢ Biodiversität) und werten die Wohnqualität maßgebend auf. Aktuell werden bereits Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität unternommen, welche durchaus auch einen positiven Effekt auf die Klimaanpassung haben können. So werden die Rasen seltener gemäht und Blühstreifen (auch als biologische Trittsteine) belassen (Expertengespräche, 2020).

In der Stadt Bamberg werden **Hitze und Trockenheit** als derzeit größte Herausforderung betrachtet (Expertengespräche 2020). Die vergangenen trockenen Sommer 2018 und 2019 führten zu vertrockneten Rasen und Ausfällen im Pflanzenbestand. In den letzten Jahren litten die heimischen Straßenbaumarten wie beispielsweise Berg-, Spitzahorn und Linde (z. B. Winterlinde, Krimlinde, Silberlinde, Hybridlinde) besonders unter Trockenstress (Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 2018). Im Sommer 2018 mussten in der Stadt Bamberg **Sondergießdienste** eingeführt werden, außerdem wurde die Bevölkerung zum Gießen aufgerufen, da die Stadtbäume stark unter der Hitze und Trockenheit litten (Infranken.de, 2018). Wie stark der **Trockenstress** ausgeprägt ist, hängt einerseits vom Zeitpunkt und der Dauer der Trockenheit ab und andererseits von eventuellen Vorschädigungen/Verletzungen, anderen Stressoren (z. B. Platzmangel) sowie der individuellen physiologischen Anpassungsfähigkeit (z. B. Blattbehaarung) der Baumart ab (Rohloff, 2019). Einige Baumarten kommen mit trockenen Standorten daher naturgemäß besser zurecht als andere. Die Blumenesche, der Schnurbaum, sowie der Ginkobaum sind beispielsweise robustere und dürreresistentere Arten. Die bayerische Landesanstalt für Wein- und Gartenbau startete 2010 das Projekt „Stadtgrün 2021“ bei welchem verschiedene neue und fremde Baumarten hinsichtlich ihrer **Stadtklimatauglichkeit** untersucht werden (stadt.bamberg.de, 2019b). Die Stadt Bamberg ist eine der 35 Partnerkommunen des zugehörigen bayerischen **Netzwerks „Klimabäume“**, welches zum Austausch der Erfahrungen hinsichtlich des Anpflanzens der Versuchsbaumarten an den eigenen Standorten dient (lwg.bayern.de, 2019). Als besonders geeignete Klimabäume haben sich bisher die Purpur-Erle, die Manna-Esche, der Amerikanische Amberbaum, die Europäische Hopfenbuche, die Zerreiche und die Lobel-Ulme erwiesen (Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 2018). Als besonders hitze- und trockenresistent hat sich beispielsweise die Silberlinde (Blattbehaarung) herauskristallisiert. Am kältesten Testort Hof ist die Silberlinde jedoch erfroren.

Wichtig ist, die neuen Stadtbäume auch hinsichtlich ihres **Lebensraumpotenzials** für die heimischen Tier-, Vogel- und Insektenarten zu betrachten. Zur Bewertung dieses Potentials kann bspw. ein Biodiversitätsindex verwendet werden (Gloor und Hofbauer, 2018). Das Garten- und Friedhofsamt von Bamberg rechnete im Frühjahr 2019 mit überdurchschnittlich vielen Fällarbeiten, aufgrund der Dürre im Sommer 2018. Viele Fällungen sind dabei aus Verkehrssicherungsgründen unvermeidbar. Neben dem **Absterben** von Trieben, Ästen und ganzen Bäumen, werden die Bäume durch den Trockenstress oft auch anfälliger gegenüber **Krankheiten** und **Parasiten**, was ebenso die Standsicherheit beeinträchtigen kann. Durch den Pilzbefall (z. B. Rußrindenpilz an Ahorn) wird die Stand- und Bruchsicherheit der Bäume gefährdet und es können allergische Reaktionen beim Menschen hervorgerufen werden (tvo.de, 2019).

Die Stadt Bamberg hat zunehmend mit dem Baumbefall durch den **Eichenprozessionsspinner** zu kämpfen (Stadt Bamberg, 2019g). Besonders in trockenen Jahren, kann die Population des Insekts stark ansteigen. Waren 2015 noch 313 Eichen der Stadt befallen, stieg die Anzahl 2018 auf 854 Eichen an und 2019 mussten bereits 1671 Eichen in Bamberg behandelt werden. Die Behandlung musste in diesem Jahr sogar einen Monat nach vorne gezogen werden, da die Witterungsverhältnisse im April den frühen Austrieb der Eichen befördert haben.

Box 7: Stadtbäume

Bäume produzieren **Sauerstof**f und verbrauchen dafür das klimaschädliche CO_2. Eine ausgewachsene Buche kann beispielsweise täglich so viel Sauerstoff produzieren, dass der Sauerstoffbedarf von 50 Menschen abgedeckt wird. Zudem verdunsten vor allem Laubbäume an warmen Tagen mehrere hundert Liter Wasser, kühlen damit die umgebene Luft und **regulieren das Mikroklima**. Vor allem in Städten erfüllen die Straßen- und Stadtbäume wichtige Funktionen, welche im Zuge des **Klimawandels** immer wichtiger werden. Sie spenden **Schatten**, tragen zur **Lärmreduzierung** bei und verbessern die **Luftqualität**, da sie durch die große Blattoberfläche Fein- und Grobstäube sowie giftige Stickoxide aus der Luft minimieren. Zudem dienen sie als **Lebensraum** vieler Tier- und Pflanzenarten und tragen zum Stadtbild bei (UBA, 2016; bund-naturschutz.de, 2019).

Gleichzeitig sind Stadtbäume stärkeren urbanen Belastungen ausgesetzt. Sie müssen extreme Bedingungen, wie **Bodenverdichtung und -versiegelung**, Streusalz und andere **Luft- und Bodenschadstoffen** tolerieren. Des Weiteren sind sie dem **Stadtklima** mit erhöhten Temperaturen und Trockenheit ausgesetzt. Zusätzlich verschlechtert der Klimawandel die Standortbedingungen des Stadtgrüns (UBA, 2016). Zunehmende **Witterungsextreme** wie Starksturmereignisse, Dürre- und Hitzeperioden, sowie die Verschiebung der Niederschläge gefährden die Stadtbäume (galk.de, 2019). Die Arten- und Standortwahl ist daher für die Auswahl des Stadtgrüns von zunehmender Bedeutung und sollte sich an den **spezifischen stadtklimatischen Verhältnissen orientieren** (Umweltbundesamt, 2016).

Zur allmählichen Kompensation fehlender Grünflächen stellen **Dach- und Fassadenbegrünungen** ein bauliches Mittel dar. Dabei können nicht allein Gebäude, sondern viele Überdachungsarten im öffentlichen Raum – wie z. B. Haltestellen des ÖPNV oder Fahrradstellplätze - begrünt werden. In Bamberg wurden und werden Dachbegrünungen insbesondere an Neubauten angelegt. Auch die Begrünung von Fassaden wurde in der Stadt Bamberg begonnen. Diese Art der Begrünung steckt jedoch noch in den Anfängen und wird aktuell bspw. hinsichtlich der energetischen und schalltechnischen Auswirkungen von Fassadengrün untersucht (Expertengespräche, 2020).

Neben den positiven Effekten für das Stadtklima bzw. als biologische Trittsteine oder Mikrohabitate, besitzen die genannten Begrünungsformen einen großen Nutzen für das Rauminnenklima. Der Mensch verbringt durchschnittlich 80 % bis 90 % des Tages in Gebäuden (Horr *u. a.*, 2016). Dies spielt hinsichtlich der **steigenden sommerlichen Hitze** eine immer größer werdende Rolle. Zusätzlich können Gebäude aktiv durch Klimaanlagen bzw. passiv durch ihre Bauweise gekühlt werden. Dies geschieht bei städtischen Neubauten aktuell durch mechanische oder automatische Lüftungsanlagen. Weiterführende Kühlungsmaßnahmen werden derzeit noch nicht umgesetzt, es wird jedoch empfohlen, keine Klimaanlagen einzubauen (Expertengespräche, 2020).

Die Quartiersentwicklung von Seiten der Stadt sieht lokale Verdichtungen vor, so dass sich enge, durch Gebäude verschattete Gassen ergeben. Dies wird als sinnvoll erachtet, da auch die „italienische“ Bauweise der historischen Innenstadt enge Gassen aufweist, was der gewollten Verschattung zugeschrieben wird (Expertengespräche, 2020). Doch enge Gassen führen mitunter zu **Kanal- bzw. Düseneffekten** (Arnfield, 2003). Inwieweit Windgeschwindigkeiten abgeschwächt oder erhöht werden, hängt neben den Witterungsbedingungen von der Gebäudeanordnung und Stadtstruktur ab (➢ Raumplanung). Werden nun bspw. an heißen Sommertagen mit ohnehin geringen Windgeschwindig-

keiten, diese noch weiter abgeschwächt, reduziert sich der Luftaustausch. Das erhöht den **Hitzestress** insbesondere für ältere und kranke Menschen, aber auch für Babys und Schwangere (➢ Gesundheit).

Da die Häufigkeit und Intensität von **Starkregenereignissen und damit u. U. auch Hagelschauern** künftig steigen wird, steigt auch in der Stadt Bamberg das Risiko für Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen. Starkniederschläge in Bamberg führten in der Vergangenheit häufiger zu überfluteten **Tiefgaragen.** Diese werden daher von Seiten der Stadt nicht mehr gebaut (Expertengespräche, 2020). Auch **Kellerräume** können betroffen sein, wenn oberflächlich abfließendes Wasser in Gebäude eindringt und/oder sich das Wasser aus der Kanalisation sich bei fehlenden Rückstauklappen zurückstaut (➢ Wasserwirtschaft). Deswegen wird bei einigen Neubauten möglichst viel Niederschlag auf den Außenflächen versickert, auf den Dächern (z. B. via Dachbegrünung) zurückgehalten und zeitlich versetzt der Entwässerung zurückgeführt, für die Pflanzenbewässerung gesammelt und generell zur Verbesserung des Außenklimas im Quartier wiedergenutzt (Expertengespräche, 2020). Derartige integrierte Projekte finden jedoch noch nicht flächendeckend Anwendung. Im bestehenden Gebäudebestand gestaltet sich eine Niederschlagsversickerung aufgrund von Nutzungskonkurrenzen meist schwieriger. Weiterhin sind technische Anlangen innerhalb der Kellerräume der Altbauten zwar anfälliger gegenüber Störungen, doch befinden sich diese mit einer Höhe von 1,50 m bislang weit außerhalb der Pegelstände bisheriger Starkregenereignisse.

Auch wenn in Zukunft für Bamberg nicht mit einer erhöhten Sturmgefahr gerechnet werden muss (➢ Klimakapitel), so verursachen auftretende Starkwinde Schäden an Gebäuden, Infrastruktur und Bäumen und bedeuten eine Gefahr für die Bürger. Der Sturm Kyrill erforderte bspw. zahlreiche Feuerwehreinsätze, weil mehrere Personen verletzt, diverse Bäume umgeweht sowie Dächer abgedeckt und Schaufenstern eingedrückt wurden (wetteronline, 2018). Derartige Extremwetterereignisse, aber auch normale Starkwinde können insbesondere durch Trockenheit geschwächte Bäume in ihrer Standfestigkeit zusätzlich einschränken. Straßenbäume müssen u. a. aus diesem Grund regelmäßig hinsichtlich der Verkehrssicherungspflicht kontrolliert werden. In Bamberg erfüllt diese Aufgabe die Baumpflegeabteilung des Gartenamtes. Mithilfe eines 1991 eingeführten und seit 2003 digitalisierten **Baumkatasters** können der Baumbestand kontrolliert, protokolliert und geeignete Pflegemaßnahmen eingeleitet werden. Derzeit sind etwa 14.000 Bäume in Bamberg registriert (Stadt Bamberg, 2008; stadt.bamberg.de, 2019a).

Betroffenheiten der kommunalen Liegenschaften im Landkreis

Im Landkreis Bamberg bestimmt die typisch fränkische Bauweise das Bild. Es besteht das planerische Ziel der Ortskernverdichtung. Dazu wurden in den vergangenen Jahren kaum Sanierungen von denkmalgeschützten Gebäuden vorgenommen, sondern meist neue Häuser gebaut (Expertengespräche, 2020). Weiterführende bauliche Klimawandelanpassungsmaßnahmen fanden bislang nicht statt.

Der Klimawandel bedingt nicht allein eine Erhöhung der durchschnittlichen Mitteltemperatur, sondern ebenso eine Verstärkung der Häufigkeit und Intensität extremer Wetterereignisse. Für den Landkreis Bamberg müssen dabei die **Starkregenereignisse** hervorgehoben werden, welche immer wieder zu Gebäudeschäden führten, insbesondere dann, wenn Keller vollliefen. Im Zeitraum von 2002-2016 lagen die **Schadenskosten** im Landkreis Bamberg beispielsweise bei 554 € pro Gebäude durch von Starkregen ausgelöste Überschwemmungen bzw. Schlammlawinen (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft, abgerufen über pfefferminzia online, 2019). Neben der Gebäudesubstanz werden auch sämtliche **Infrastrukturen** stark belastet (➢ Verkehr). Starkregenereignisse können zum Überlaufen der **Kanalisation** führen, wie beispielsweise 2018 in Hallstadt (tvo.de,

2018b). Besonders im ländlichen Raum besteht jedoch auch die Gefahr von S**chlammlawinen**, welche die Infrastruktur zusätzlich belasten können. Doch auch Stürme kamen in der Vergangenheit vor und müssen künftig mit beachtet werden. Gebäude können während Sturmereignissen direkten Schaden nehmen - beispielsweise indem Dächer abgedeckt werden - und indirekt durch umstürzende Bäume oder umherwehende Objekte, wie z. B. Mülltonnen (wetteronline, 2018).

Darüber hinaus sind sowohl die **steigende Hitze als auch die langanhaltende Trockenheit** nicht zu vernachlässigen. Verschiedenen klimawandelbedingte Effekte können kumulieren, wie beispielsweise von Trockenheit geschwächte Bäume während hoher Windgeschwindigkeiten leichter entwurzelt werden können und dadurch neben Sachschäden auch direkt **Menschenleben gefährden** (infranken.de, 2018e). Extreme sommerliche Temperaturen gefährden im Landkreis tendenziell eine größere Gruppe von Menschen als bspw. in der Stadt, da der **demographische Wandel** hier besonders stark ausgeprägt ist. Andererseits ist aufgrund der ländlichen Einfamilienhausstruktur mit teilweise großzügigen Gärten an vielen Stellen mit weniger Hitzewirkung zu rechnen. Betroffen sind daher in erster Linie versiegelte Marktplätze oder auch große Parkplätze an den Orten der Daseinsvorsorge (z. B. Supermärkte). Verschattungsmöglichkeiten in den Außenanlagen und eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit an heißen Tagen werden künftig ebenso an Bedeutung gewinnen, wie die Wahl geeigneter Materialien für künstliche Oberflächen (Straßenbelege, Fassadenfarben).

Derzeit existieren keine landkreisweiten Auflagen für **Dach- und Fassadengrün** oder für PV-Anlagen (Expertengespräche, 2020) (➢ Energie). Es ist den Kommunen überlassen, ob und welche Vorkehrungsmaßnahmen sie umsetzen. Dabei gehen einige Kommunen mit gutem Beispiel voran, während andere Kommunen im Landkreis derzeit andere Prioritäten setzen (Expertengespräche, 2020). Die Kreisverwaltung selbst schlägt aktuell bereits Gründächer für große Gewerbetreibende vor, ist für die Festsetzung jedoch nicht zuständig.

Instrumente

Grundsätzlich können Gründächer und Fassadenbegrünungen in B-Plänen festgesetzt werden. Derzeit wird dies jedoch hauptsächlich für Gründächer genutzt. Für Gebäudehöhen in der Stadt Bamberg müssen aktuell noch Sondergenehmigungen erteilt werden, wenn über die Höhe der historischen Bebauung überbaut werden soll. Hinsichtlich des Wohnungsdrucks kann eine größere Gebäudehöhe die bereits geschilderten Vorteile für Umwelt, Klima und Lebensqualität mit sich bringen. Aufgrund des demographischen Wandels werden bei der innerstädtischen Quartiersentwicklung soziale Verknüpfungen und heterogene Quartiere angestrebt. Zur Verständnissteigerung gegenüber Anpassungsmaßnahmen werden Workshops organisiert. Ebenso können Mitarbeiter der Stadtbau GmbH, die insbesondere für sozial Schwache als Beratungsanlaufstelle in Mieterfragen dienen, Aufklärungsarbeit leisten.

Dennoch wird mangelndes Interesse und Verständnis in der Bevölkerung als die größte Herausforderung der nächsten Jahre für Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel angesehen. Als Vorreiterprojekt der Stadt ist das Wohnungsbauprojekt **„Ulanenpark**“ zu nennen. Die Strategie des Projektes ist es, soziale und klimatische Herausforderungen zu vereinen, z. B. durch das Kooperationsprojekt „Essbare Stadt Bamberg“.

In den Verwaltungen der Gemeinden im Landkreis geht man bislang nicht von Betroffenheiten der Gebäudesubstanz durch den Klimawandel und Extremwetterereignisse aus. Im Landkreis steht die wirtschaftliche Entwicklung stärker im Vordergrund (Expertengespräche, 2020). Die alternde Gesellschaft und Landflucht bedeuten in diesem Zusammenhang eine Herausforderung. Aufklärungsarbeit

hinsichtlich der Notwendigkeit und Durchführbarkeit bautechnischer Anpassungsmaßnahmen kann seitens der Verwaltung im Landkreis aus **personellen bzw. finanziellen Gründen** kaum geleistet werden, ebenso wenig wie exemplarische Bau-/Begrünungsprojekte. Die Fachbehörden der Landkreise sind stark spezialisiert. Personell ist neben dem Klimaschutzmanager kein Mitarbeiter für Öffentlichkeitsarbeit bzgl. Klimaanpassungsmaßnahmen für die Gemeinden, Planungsbüros und Architekten zuständig. Solange es keine Gesetze, Vorschriften oder Satzungen gibt, welche der Verwaltung die Möglichkeit geben, Bebauungspläne und Flächennutzungspläne hinsichtlich klimarelevanter Aspekte zu berücksichtigen, liegt die Ausgestaltung der Bebauung letztendlich bei den Kommunen. Derzeit kann die Verwaltung lediglich über die Brandschutzbestimmungen und die wasserrechtlichen sowie naturschutzfachlichen Belange eingreifen. Stellungnahmen zu Bauvorhaben hinsichtlich des Klimaschutzes betreffen den Klimaschutzmanager des Landkreises. Bezüglich der Klimaanpassung gibt es derzeit kein Personal.

Teilstrategie

Das Ziel der Klimaanpassung im Handlungsfeld Gebäude und Stadtentwicklung ist die **Stärkung der Robustheit** der eigenen Liegenschaften sowie der privaten Gebäude im gesamten Landkreis, inkl. der Stadt Bamberg. Dies betrifft neben Neubauten auch den bestehenden Gebäudebestand, einschließlich der historisch wertvollen Gebäudesubstanz. Die Gebäude und deren Außenanlagen werden nicht nur als Objekte in ihrer Substanz gestärkt, sondern auch in ihrer Funktion als Wohn- und Aufenthaltsort. Dazu gilt es, die **menschliche Gesundheit und thermische Behaglichkeit** unter dem sich wandelnden Klima zu schützen, insbesondere in Bezug auf steigende Hitzeperioden durch:

- Erhöhung des Sanierungs-/Modernisierungsgrades im Gebäudebestand der eigenen Liegenschaften, aber auch der Liegenschaften im Privatbesitz.
  - Anpassung vor allem an die zunehmende Hitzebelastung innerhalb von Gebäuden (z. B. Außenverschattung, Dach-/Fassadengrün),
  - aber auch zum Schutz vor starkregenbedingten Überschwemmungen (z. B. Rückstauklappen) und
  - zur Schadensprävention vor Sturmereignissen (z. B. Dachziegelklammerung)
- Erhöhung der Flächen für Regenwasserspeicherung und -versickerung und Förderung von Niederschlagsrückhalteflächen innerhalb der Grundstücksgrenzen und auf Gebäuden (u. a. durch Dachbegrünung), Entsieglungsmaßnahmen durch:
  - Informationen/Aufklärung der relevanten Akteure
  - Evaluation und Kommunikation der Förderung von Einzelmaßnahmen
  - Ggf. durch das Einrichten eigener Fördertöpfe für kleine Einzelmaßnahmen oder im Rahmen von Wettbewerben
- Erhöhung der Verschattungseinrichtungen im Außenbereich öffentlicher Gebäude, Wege zu Orten der Daseinsvorsore und im Rahmen von Großveranstaltungen
- Vorbildwirkung erkennen und nutzen:
  - Bautechnische Anpassung an den Klimawandel und die Erfolge kommunizieren
  - Beratung, Betreuung und Kontrolle der Kommunen (Landkreis) und der Bürger(Stadt)

Hinter einer klimaangepassten Gebäudesubstanz und deren Außenanlagen steht auch eine Verringerung des Flächenverbrauchs durch konsequente Innenentwicklung (z. B. doppelte Innenentwicklung) und Ausnutzung angepasster Gebäudehöhen. Dadurch können wertvolle Kaltluftentstehungsgebiete und Regenwasserrückhalteflächen bewahrt, entwickelt oder wiederhergestellt werden (➢ Raumplanung).

Maßnahmen im Handlungsfeld Gebäude- und Stadtentwicklung

B 01 GEBÄUDEANPASSUNG DER EIGENEN LIEGENSCHAFTEN

Kurzbeschreibung:
Die Stadt und der Landkreis Bamberg besitzen eine Vorbildfunktion. Um Gebäudeeigentümer und Bauwillige für die Anpassung an den Klimawandel zu begeistern, müssen auch Sanierungen der eigenen Gebäuden/Liegenschaften, sofern nicht bereits geschehen, energetisch saniert bzw. modernisiert werden. Dabei muss auf eventuelle Diskrepanzen zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung geachtet werden (z. B. Ausrichtung von Aufenthaltsräumen bspw. in Kitas). Erfahrungen, Herausforderungen und Lösungsvorschläge sollten dabei kommuniziert werden (E05).

Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfeld Gebäude und Stadtentwicklung**
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis
Aufwand für Akteure	**mittel**, da die Klimaanpassungsrelevanten Aspekte teilweise bereits durch Klimaschutzaspekte abgedeckt werden.
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	Die Stadt und der Landkreis fördern die Sanierung bzw. Modernisierung ihrer eigenen Liegenschaften. Dabei werden Klimaanpassungsaspekte ab sofort mitgedacht: • Energetische Sanierung • Regenwasserrückhalt/-versickerung inkl. Möglichkeiten von Regenwassernutzung für Bepflanzung • Beschattung und Begrünung (Dach- / Fassadengrün, Bäume, Pergola, Dachgrün an ÖPNV-Wartehäuschen) oder energetische Nutzung durch PV, Thermosolar • Passive bzw. nachhaltige aktive Kühlung • Entsieglung ungenutzter Flächen • Förderung alternativer Mobilität (Parksituation, Duschmöglichkeiten im Gebäude für Radfahrer/Jogger) Verwendete bautechnische Lösungen und Hürden werden mit Bauherren, Architekten und Interessierte über Infoveranstaltungen kommuniziert. Diese Infoveranstaltungen sollten nicht nur in der Stadt Bamberg, sondern ebenfalls an wechselnden Orten im Landkreis durchgeführt werden, bestenfalls direkt am jeweiligen Gebäude.
Querverweise, Konflikte und Synergien	Maßnahme E05 - Kommunikationsaspekte
Robustheit und Flexibilität	**LOW-REGRET**: „Ohnehin-Sanierungen“
Maßnahmenindikator	Anteil der Sanierungen/Modernisierungen mit Integration der Klimaanpassungsbelange der Liegenschaften in kommunaler Verwaltung
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) bis mittelfristig (3 bis 10 Jahre) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	Best-Practice-Katalog soll im Rahmen eines neuen Modellvorhabens vom Bayerischen Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr erstellt werden (https://www.stmb.bayern.de/med/aktuell/archiv/2020/200110klima/) Beispiel: B-Plan Dachbegrünungspflicht in Essen

B 02 INITIALISIERUNG AUßENVERSCHATTUNG

Kurzbeschreibung *Insbesondere öffentliche Plätze und Orte der Daseinsvorsorge benötigen an den bekannten oder ermittelten Hitze-Hot-Spots Außenverschattungen. Dabei sollen auch nötige kurzfristige Außenverschattungen beispielsweise bei Großveranstaltungen mitgedacht werden. Unter Umständen ist es sinnvoll existierende Ventilationsbahnen (Kaltluft und Frischluft) zu berücksichtigen, damit diese nicht verbaut, sondern optimal genutzt werden. Die Außenverschattung kann natürlich und künstlichen Ursprungs sein, wobei aufgrund besserer mikroklimatischer Bedingungen die Natürlichen stets vorzuziehen sind (z. B. Dach- / Fassadengrün, Straßenbäume, Pergola).*	
Cluster VI: Infrastruktu	**Handlungsfeld Gebäude und Stadtentwicklung**
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis
Aufwand für Akteure	**mittel bis hoch,** abhängig von der Vorgehensweise der Ermittlung der Hitze-HotSpots und der Menge und Art der Außenverschattungen (Pflege) - ggf. Einzelmaßnahmen via Drittmittel nötig
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Stadt und Landkreis beauftragt Ingenieurbüros zur Ermittlung der Hotspots durch bspw.: Messungen, Simulationen, Abschätzen aus Erfahrungswerten, Gutachten sonstiger Art • Stadt und LK kommunizieren Ergebnisse auf Infoveranstaltungen und via Webseite/ Themenstadtplan /Karten • Außenverschattungen werden im öffentlichen Raum (Straßen/Wege/Plätze/Stellplätze) bzw. den eignen Liegenschaften (Rollläden, Wärmedämmung usw.) geschaffen, dabei müssen ggf. extreme Abstrahlungen bestimmter vorhandener (dunkler) Oberflächen langfristig geändert werden (z.B. Asphalt) • Sind Außenverschattungen natürlichen Ursprungs, muss die Pflege (Bewässerung, Schnitt, Nachpflanzungen) ebenfalls unter den künftigen Umständen mitfinanziert werden Zur Förderung der nötigen Maßnahmen im Privaten Bereich und in den Kommunen können LK/Stadt: – Beratungen durchführen – Wettbewerbe initialisieren – Fördermittel beraten/bereitstellen
Querverweise, Konflikte und Synergien	E05 (Kommunikationswege), B01 (Sanierung der eigenen Liegenschaften), B04 (Fördermittelberatung) Zu beachten seien sämtliche Wege zur Daseinsvorsorge vulnerabler Bevölkerungsteile (z. B. vom Betreuten Wohnen zum Arzt) und Plätze, an denen sich Menschen sammeln (z. B. vor Stadien)
Robustheit und Flexibilität	Insbesondere beim Pflanzen von Bäumen sollten die künftig steigenden Schwierigkeiten der Wasserversorgung beachtet werden – das bedeutet: • Baumartenwahl • Bewässerung mit Unterstützung der Anwohner • Regenwasserrückhalt und/-nutzung unterirdisch und auf Dächern
Maßnahmenindikator	• Relative Hitzebelastung zu vergleichbaren unbeschatteten Orten und Gebäuden ist geringer • Sinkende Gesundheitskosten
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	Leipzig – Programm Stadtgrün und Projekt Stadtgrün wertschätzen Stadtbaumkonzept Jena (https://www.klimaleitfaden-thueringen.de/best-

	practice-beispiel-baumkonzept-jena) Wien – Bestrebungen zur Abkühlung und Bestrebungen zum Ziel Klimahauptstadt Europas

B O3 AUSWEITUNG DER FÖRDERMITTELBERATUNG: KLIMAFOLGENANPASSUNG

Kurzbeschreibung: *Die Stellen der Fördermittelberatung werden inhaltlich um die Belange der Klimaanpassung in den aktuellen Förderrichtlinien erweitert. Ziel ist es, das Bewusstsein zu stärken, welche Maßnahmen, die ohnehin durchgeführt werden, auch zur Klimaanpassung dienen und eine Erleichterung für die Kommunen zu schaffen, indem diese Themen aktiv angesprochen und Lösungen aufgezeigt werden.* *Die Herausforderung besteht darin zu evaluieren welche Fördermittel auf welchen Ebenen von wem wie beantragt werden können, damit die dort geplanten Klimaanpassungsmaßnahmen (KA) im Bereich Gebäude/Liegenschaften und Stadtentwicklung greifen.*	
Cluster VI: Infrastruktur	**Handlungsfeld Gebäude und Stadtentwicklung**
Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis, Klimaallianz, Regionalplaner
Aufwand für Akteure	**wenig bis mittel**, Fördermittelberatung findet ohnehin statt und wird nun aktiver von Seiten der Verwaltung gestaltet
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Verknüpfung Handlungsfeld Stadt- und Raumplanung • Vorhandene Projekte bzgl. Integrierbarkeit der KA-Belange prüfen • stete Aktualisierung
Querverweise, Konflikte und Synergien	Maßnahmen: • E05 (Kommunikation) nutzen • P01 (Klimaanpassungsmanager) entlasten und informieren • B01 (eigene Liegenschaften) finanzielle Entlastung
Robustheit und Flexibilität	**NO-REGRET:** da die Fördermittelberatung bereits existiert und durch eine angepasste Nutzung der Möglichkeiten Eigenmittel eingespart werden können
Maßnahmenindikator	Steigende Nachfrage entsprechender Fördermittel
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	Infos: Einbinden der Energieberatervereine

B 04 SCHAFFUNG EINER KONTROLLINSTANZ „KLIMAANPASSUNG“

Kurzbeschreibung: *Viele Klimaanpassungsmaßnahmen können prinzipiell im Rahmen der Bauleitplanung festgesetzt werden (bspw. Heizung/Wärme/Grünordnung/ Dachbegrünung). Die tatsächliche Durchführung kann jedoch meist nicht kontrolliert werden. Stadt und Landkreis werden angehalten Möglichkeiten zur Kontrolle zu schaffen. Werden Belange der Energiesparverordnung berührt, so ist in erster Linie die untere Bauaufsichtsbehörde zuständig. Es ist jedoch zu prüfen, ob die Belange anderer Sachbereiche berührt werden (z.B. Wasser-/Naturschutzbehörde) (siehe Teil 1, Kapitel 1, 3.3 Bußgeldkatalog „Umweltschutz“, BayMBI), oder der aktuelle Personalbestand nicht ausreichend ist.* *Dann wird die Schaffung einer entsprechenden Stelle dringend angeraten. Die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in der Bauleitplanung kann einerseits direkt über Vertrags-Controlling festgelegt werden oder indirekt über die Schaffung von Anreizen oder transparente Kommunikation von Sanktionen gewährleistet werden. Stadt und Landkreis sollten praktikable Formen für Anreize und Sanktionen evaluieren.*	
Cluster VI: Infrastruktur	**Bauwesen und Gebäude**

Verantwortlichkeit	Stadt und Landkreis – Untere Bauaufsichtsbehörde
Aufwand für Akteure	**mittel** (Integration Bauaufsicht - Personalbestand reicht) bis **hoch** (zusätzliche Stelle(n))
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Die Möglichkeiten von Anreizen und Sanktionen werden verwaltungsintern evaluiert und anschließend an kommuniziert • Der LK informiert entsprechend die Kommunen, wichtig ist dabei, dass auch festgesetzte Klimaanpassungsmaßnahmen im Rahmen beschleunigter Verfahren (§ 13a, b BauGB) kontrolliert werden • Prüfung der Einhaltung von Bauauflagen mindestens bzgl. Klimaanpassungsmaßnahmen • Von der Erstellung eines konkreten Bußgeldkataloges wird abgesehen, in den kontrollierten Einzelfällen sind die vorhandenen Sanktionen nicht allein nach §17 OWiG zu bemessen, sondern auch nach bereits bestehenden Bußgeldkatalogen z.B. Bußgeldkatalog „Umweltschutz“ (26.9.2019) Ziel ist es die Kontrollinstanz als Kommunikationsmittel zu verwenden. Das bedeutet, der Sinn und Zweck der baulichen Auflagen müssen im Vorfeld für alle Beteiligten klar sein, damit ein Umsetzungsrahmen sinnvoll und erfüllbar festgelegt werden kann (z. B. Vertrags-Controlling).
Querverweise, Konflikte und Synergien	Über Festsetzungen im B-Plan zu bspw. Niederschlagsversickerung oder Grünordnung können die Belange verschiedener Sachbereiche berührt werden. Die Schaffung von Anreizen, Sanktionen und einer Kontrollstelle ist Teil der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen im Bereich Bauen/Planen. Dazu müssen die Belange der Klimaanpassung in Abwägungsprozessen bzw. innerhalb politischer Entscheidungsprozesse gestärkt werden (vgl. P02, P03, P04)
Robustheit und Flexibilität	**LOW-REGRET:** eine Kontrolle bestimmter baulicher Auflagen erfolgt oftmals nicht, unabhängig der Klimaanpassung. Die Schaffung bzw. Kommunikation einer entsprechenden Kontrolle begünstigten die Umsetzung der verschiedener Festsetzungen in der Bauleitplanung, unabhängig von den Belangen der Klimaanpassung
Maßnahmenindikator	Vorhanden ja/nein
Regionalisierung	Stadt und Landkreis
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) bis mittelfristig (in 3-10 Jahre) **Dauer:** laufend
Best-Practice Beispiele	

B 05 RUNDER TISCH „WELTERBE“

Kurzbeschreibung:
Der Schutz der Welterbestätten vor den Folgen des Klimawandels ist eine besondere Herausforderung. Dabei steht nicht die energetische Sanierung im Vordergrund, sondern die Vulnerabilität der historischen Gebäudesubstanz. Zunehmende Extremwetterereignisse (z.B. Hochwasser und Sturm) werden künftig größere Gebäudeschäden verursachen können.
Ziel des Runden Tisches sollte zukünftig auch sein, dies zu verhindern, indem Lösungen (technische und rechtliche) für klimaangepasste und nach Möglichkeit auch barrierefreie historische Gebäude ermittelt werden. Wichtig ist es, den bisherigen fachlichen Austausch zwischen den Akteuren um die Belange der Klimaanpassung zu erweitern. Bestehende Strukturen können und sollen genutzt werden.
In welcher Form sich die Vertreter des Baureferats, Bauordnungsamtes/Denkmalschutzes sowie Zentrum Welterbe und Klimaallianz zur Erarbeitung von Lösungsansätze treffen und wie häufig und ob dazu bestehende Plattformen genutzt werden oder ein bzw. mehrere spezielle Treffen für dieses Themenfeld nötig sind, entscheiden die Vertreter gemeinsam jeweils für Stadt und Landkreis.

Cluster VI: Infrastruktur	**Bauwesen und Gebäude**
Verantwortlichkeit	Stadt Bamberg, (LK), Klimaallianz

Aufwand für Akteure	**wenig**, da die Kommunikation zwischen den Sachgebieten in Stadt und LK bereits gut genutzt wird
Umsetzungsgrundlagen/-schritte	• Stadt (bzw. LK) initiiert einen Runden Tisch innerhalb der Verwaltung oder bringt die Herausforderungen für den Denkmalschutz bzgl. der Folgen des Klimawandels bei „ohnehin" geplanten Treffen auf die Tagesordnung • teilnehmende Behörden: Baureferat, Denkmalschutz, Kimaallianz und Zentrum Welterbe • Häufigkeit der Treffen und Menge der Teilnehmer sollten zielführen, jedoch mit minimalem Arbeitsaufwand sein. Die Anwesenheit des Klimaanpassungsmanagers (P01) und ggf. des Klimaschutzmanagers ist sinnvoll. • ggf. kann vereinzelt die Anwesenheit von Vertretern der Bürgerinitiativen zum Thema Denkmalschutz und Architekten (WTA zertifizierte Energieberater) sinnvoll sein
Querverweise, Konflikte und Synergien	Ggf. können die gewonnenen Erfahrungen auf den LK übertragen und dann entsprechend kommuniziert werden. Dieser kommuniziert die Ergebnisse mit den Kommunen, welche wiederum Privatbesitzer informieren. Als Vorbildwirkung und Anregung für Umsetzungen privater historischer Gebäude sollten die Erfolge generell mit der Öffentlichkeit kommuniziert werden.
Robustheit und Flexibilität	**NO-REGRET:** aktuell wird bereits nach Lösungen für die energetische Sanierung denkmalgeschützter Gebäude gesucht, lediglich der Betrachtungsrahmen muss erweitert bzw. angepasst werden.
Maßnahmenindikator	Anteil der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen an historischen Gebäuden
Regionalisierung	v.a. Stadt und (LK)
Zeitliche Dringlichkeit	**Beginn:** kurzfristig (in < 3 Jahren) **Dauer:** kurz (max. 3 Jahre)
Best-Practice Beispiele	

3.8. WECHSELWIRKUNGEN UND ZUSAMMENSCHAU

Aufbauend auf den Ergebnissen der vorausberechneten Parametern des Klimawandels (Kap. 2 dieses Gutachtens), die – ausgehend von den Daten des Referenzzeitraums der „Jetztzeit“ (1986 bis 2015) – die zu erwartenden Klimabedingungen für die „nähere Zukunft“ (2031 bis 2060) sowie für eine Periode in der „ferneren Zukunft“ (2071 bis 2100) darstellen, waren schon die bisherigen Teile des Kapitels 3 den direkten Klimafolgen und deren weitergehenden Auswirkungen gewidmet.

Getrennt betrachtet für die sehr unterschiedlichen Lebensbereiche oder „Handlungsfelder“ wird in diesem Hauptteil des Gutachtens deren Betroffenheit und Vulnerabilität untersucht, und es werden Anpassungsstrategien entwickelt und daraus Maßnahmen abgeleitet. Die zunächst isolierte Betrachtung der Handlungsfelder ist wegen deren Unterschiedlichkeit fachlich geboten, muss aber danach in einer Gesamtschau auch noch einmal zusammenfassend und vergleichend analysiert und bewertet werden:

1. weil sonst die Gefahr besteht, dass die Vielzahl von Sichtweisen und Einzelmaßnahmen für die Auftraggeber zur Unübersichtlichkeit führen könnte,
2. weil es viele innere Zusammenhänge zwischen den Handlungsfeldern gibt, die bei Strategien und Maßnahmen entweder zu Schwierigkeiten durch Widersprüche oder zu willkommenen Synergien führen können,
3. weil die sachliche Wichtigkeit und die zeitliche Dringlichkeit der vorgesehenen Klimaanpassungsmaßnahmen (vgl. Abbildung 91) nicht nur handlungsfeldbezogen, sondern unbedingt auch handlungsfeldübergreifend eingeschätzt und bewertet werden muss, um die Verteilung der ohnehin knappen Ressourcen bei der Umsetzung der Maßnahmen sachgerecht vornehmen zu können.

Als Zusammenfassung zur Klimawirkungsanalyse wurden in diesem Abschnitt verschiedene Bewertungen für die Handlungsfelder und Ihre Klimawirkungen bzw. Anpassungsmaßnahmen vorgenommen:

4. Wie stark ist ein Handlungsfeld von der klimawandelbedingten Änderung in der jeweiligen Klimavariablen betroffen (3.8.1.)?
5. Wie wirken sich klimawandelbedingte Folgen in einem Handlungsfeld auf die anderen Handlungsfelder aus (3.8.2.)?
6. Einschätzungen zur zeitlichen Dringlichkeit und sachlichen Wichtigkeit zu allen im Konzept vorgeschlagenen Maßnahmen (3.8.3.).

3.8.1. Wechselwirkung Klimavariable und Handlungsfeld

Welche Klimasignale sind für welche Handlungsfelder am bedrohlichsten? Abbildung 89 macht deutlich, welche klimawandelbedingte Änderung einer Klimavariablen sich wie stark auf ein Handlungsfeld auswirken. Die Einschätzungen wurden für eingangs definierte Zeiträume der „Jetztzeit“ (aktuell), der „nahen Zukunft“ und der „fernen Zukunft“ vorgenommen.

Die Stärke der Auswertung ist mit den Werten von Null bis 5 angegeben und zusätzlich mit Farben illustriert: Dunkelgrün (0) bedeutet keine Auswirkungen und am anderen Ende der Skala bedeutet dunkelrot (5) große Auswirkungen.

Cluster	Klimavariable	Jahresmittel-temperatur			Saissonale Temperaturen			Hitze			Trockenheit			Kältereignisse			Jahres-niederschlag			Saisonale Niederschläge			Starkregen/ Hagel (*)			Sturm / Böen		
	Handlungsfeld	A	NZ	FZ	A	NZ	FZ	A	NZ	FZ	A	NZ	FZ	A	NZ	FZ	A	NZ	FZ	A	NZ	FZ	A	NZ	FZ	A	NZ	FZ
I	Katastrophenschutz	1	1	1	1	1	2	2	3	4	3	4	5	2	1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	5	4	5	5
	Raumplanung	1	2	2	3	4	4	3	4	5	2	4	4	2	2	2	3	4	4	4	4	4	2	2	2	3	4	4
II	Menschliche Gesundheit	2	3	4	2	3	3	3	5	5	2	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	2	2	2
	Kultur, Bildung, Gesellschaft	1	2	2	2	3	4	2	3	4	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	2	2	3
III	Tourismus	1	2	3	2	3	4	2	3	5	1	2	3	1	1	0	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2
	Industrie und Gewerbe	1	1	1	3	3	3	3	4	5	2	3	4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	4	2	3	4
IV	Landwirtschaft	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	2	2	2	5	5	5	5	5	5	3	4	4	3	3	3
	Wald und Forstwirtschaft	3	4	5	3	3	3	3	4	5	5	5	5	3	2	1	4	5	5	3	3	3	1	1	1	4	4	4
	Naturschutz und Biodiversität	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	2	2	2	2	3	3	2	3	3	1	1	1	2	2	2
V	Wasserwirtschaft	3	4	4	3	4	4	4	4	5	4	5	5	3	2	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	1	1	1
VI	Energiewirtschaft	2	2	3	3	3	4	1	3	3	3	3	3	3	2	1	1	2	2	3	4	4	2	3	3	2	2	3
	Verkehr	2	3	3	3	3	4	2	3	3	3	4	4	2	2	2	1	1	1	3	3	4	3	4	4	3	4	4
	Gebäude und Stadtentwicklung	3	3	3	3	3	3	4	5	5	3	4	5	2	2	2	2	2	2	4	5	5	3	3	3	3	4	4

Abbildung 89: Einschätzungen zu Auswirkungen von klimawandelbedingten Änderung in neun Klimavariablen auf einer 6er Ordinalskala (0 = keine, 1 = nur geringe Auswirkungen, 2 = spürbare Auswirkungen, 3 = mittelstarke Auswirkungen, 4 = starke Auswirkungen, 5 = sehr starke Auswirkungen).

Es ist zu erkennen, dass Hitzeereignisse die Bevölkerung unmittelbar besonders stark treffen (Gesundheit, Tourismus, Wirtschaft) und auch die Gebäude, in denen sie sich aufhalten. Für die Gebäudesubstanz werden zusätzlich Starkregenereignisse bereits als Problem der Gegenwart identifiziert.

Ebenfalls stark betroffen sind die Wasserwirtschaft sowie die Wälder, die Landwirtschaft und die Biodiversität. Diese leiden bereits heute extrem durch die Trocken- und Hitzephasen. Folglich werden auch in der nahen Zukunft die stärksten Wirkungen im Bereich Trockenheit erwartet. Die Veränderungen der Jahresniederschläge sowie die saisonalen Variationen machen der Landwirtschaft sowie den Wäldern bzw. der Forstwirtschaft heute und in naher Zukunft sehr stark zu schaffen. Für die Wälder und die Biodiversität ist ebenfalls der Jahresmitteltemperaturanstieg heute und in Zukunft ein zunehmendes Problem. Starkregen und Sturmböen fordern insbesondere die Handlungsfelder Katastrophenschutz, Wald und Forstwirtschaft sowie Gebäude und Stadtentwicklung teils schon gegenwärtig und in naher Zukunft spürbar heraus.

Auch zeigt sich, dass der Katastrophenschutz schon heute stark von Extremereignissen (Starkregen/ Hagel sowie Sturm/ Böen) betroffen ist (in beiden Fällen: Wert = 4). Auch Hitze-assoziierte Klimafolgen sind bereits heute bedeutsam (man denke z. B. an Waldbrände); in der Zukunft wird ein deutlicher Anstieg der Problematik erwartet.

3.8.2. Wechselwirkungen zwischen den Handlungsfeldern

Das vorliegende Anpassungskonzept ist aus pragmatischen Gründen rund um die Handlungsfelder aufgebaut. In der Praxis sind Stadt und Landkreis aber ein Ganzes, indem die einzelnen Sektoren in engem Austausch miteinander stehen. Daher passiert es oft, dass Klimafolgen, die zunächst ein Handlungsfeld betreffen, weitere, wichtige Auswirkungen auf andere Handlungsfelder haben. Schäden oder Beeinträchtigungen pflanzen sich gewissermaßen von Sektor zu Sektor fort. Diese **Wechselwirkungen mit anderen Handlungsfeldern** wurden daher auch schon bei der Analyse der Vulnerabilitäten in den Handlungsfeldern (Kapitel 3.2. bis 3.7.) an vielen Stellen angesprochen.

Im Folgenden werden diese Wechselwirkungen nochmal in der Zusammenschau betrachtet. Dabei interessieren besonders zwei Fragen (vgl. im Folgenden Abbildung 90):
1.) Von welchen Handlungsfeldern gehen besonders viele Folgeeffekte auf andere Sektoren aus?
2.) Welche Handlungsfelder empfangen besonders stark Folgeeffekten aus den übrigen Sektoren?

Im Ergebnis zeigt sich, das die „Wechselwirkungs-Kennzahlen“ (KFS, VS) in keinem Fall Null betragen.[32] Das ermittelte Minimum beträgt 14. Das bedeutet, dass in allen Handlungsfeldern signifikante Wechselwirkungen vorhanden sind, was der Analyse in den Kapiteln 3.2. bis 3.7. entspricht und unterstreicht, dass die Handlungsfelder miteinander gekoppelt sind.

Einige Handlungsfelder fallen unmittelbar auf, da von ihnen in hohem Maße Folgewirkungen ausgehen (hohe KFS). Das sind die Sektoren Katastrophenschutz, Raumplanung, Industrie/Gewerbe, Gebäude/Stadtentwicklung sowie an der Spitze die Wasserwirtschaft. Auch Wald und Forstwirtschaft

[32] Zur Methodik: Für jedes Handlungsfeld wurde durch eine „Wechselwirkungs-Kennzahl“ (a) die „Klimafolgesequenz“ (KFS; die Menge der ausgesendeten Folgeeffekte) und (b) die „Vulnerabilitätssequenz“ (VS, die Menge der empfangenen Folgeeffekte) ausgedrückt. Die jeweiligen Sequenzen wurden mit einem Wert zwischen 0 (keine Folge) und 3 (sehr starke Wechselwirkungen) für jedes Handlungsfeld festgelegt. Deren Summe entspricht die jeweilige Sequenz-Kennzahl (ermitteltes Minimum = 14, Maximum = 28). Die Wechselwirkung-Kennzahl beschreibt die Wechselwirkungen im Sinne von Klimafolgenabhängigkeiten zwischen den Handlungsfeldern; sie stellt keine Priorisierung der Handlungsfelder im Allgemeinen dar.

sowie Naturschutz/ Biodiversität fallen in diese Gruppe. Ihnen ist gemeinsam, dass im Zuge des fortschreitenden Klimawandels auftretende Probleme nicht nur im Handlungsfeld selbst eine Herausforderungen darstellen, sondern typischerweise auch immer weitere Handlungsfelder in Mitleidenschaft gezogen werden.[33]

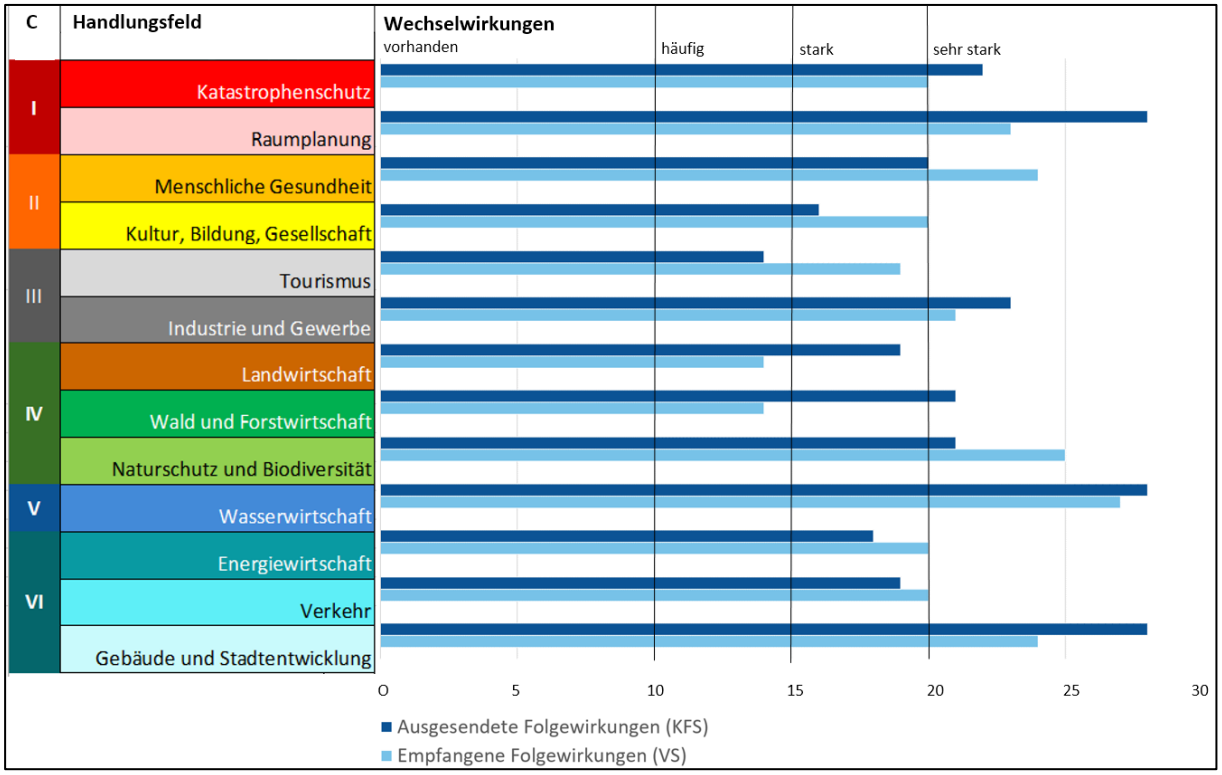


Abbildung 90: Wechselwirkungen zwischen den Handlungsfeldern. Dargestellt ist (a) in welchem Maße die Klimafolgen der einzelnen Handlungsfelder Folgeeffekte für alle übrigen Handlungsfelder aufweisen („Klimafolgensequenz" (KFS) = ausgesendete Folgewirkungen; dunkelblau). Außerdem wird (b) deutlich, in welchem Maße jedes einzelne Handlungsfeld Folgeeffekten von allen übrigen Handlungsfeldern ausgesetzt ist („Vulnerabilitätssequenz" (VS) = Empfangene Folgewirkungen; hellblau); C für Cluster).

Weiterhin gibt es Handlungsfelder (wie Industrie/Gewerbe, Naturschutz/Biodiversität oder Gesundheit), die nicht nur an sich den Klimafolgen ausgesetzt sind, sondern obendrein noch besonders stark von Folgewirkungen aus anderen Handlungsfeldern betroffen sind (hohe VS).[34]

Im Cluster Land (IV) fallen die Handlungsfelder Landwirtschaft und Wald/Forstwirtschaft auf, da Klimafolgen bei ihnen zu durchaus starken Folgeeffekten auch in anderen Bereichen führen können. Sie selbst scheinen hingegen relativ wenig beeinflusst von Folgeeffekten aus anderen Bereichen. Das Handlungsfeld Wasserwirtschaft (gleichzeitig Cluster V) liegt im Spitzenbereich sowohl bei ausgehenden, als auch bei empfangenen Folgeeffekten. Es weist den höchsten Grad an Wechselwirkungen auf. Offensichtlich sind viele Bereiche mit dem Wasser verbunden und umgekehrt vom Wasser abhängig – ganz im Sinne des Wortes „Wasser ist Leben".

[33] Diese Handlungsfelder sind insofern besonders lohnende Ansatzpunkte für Anpassungsmaßnahmen, da im besten Falle auch Folgeeffekte auf weitere Handlungsfelder vermieden werden.

[34] Wird ein bestimmtes Anpassungsziel in diesen HF verfolgt (z.B. im Bereich Erhalt der Gesundheit), lohnt es sich, auf die Einflüsse aus anderen Handlungsfeldern zu schauen und evtl. auch dort mit Maßnahmen anzusetzen.

3.8.3. Priorisierung von Maßnahmen

In diesem letzten Abschnitt der Zusammenschau stehen nicht die Klimafolgen, sondern die Politikoptionen im Vordergrund. Geht es um die Umsetzung der Maßnahmen, so stellt sich die Frage, in welchem Sektor bzw. mit welchen Einzelmaßnahmen die zuständigen Akteure starten sollten. Hilfreich scheint zu diesem Zweck eine gewisse **Priorisierung der Maßnahmen nach ihrer zeitlichen Dringlichkeit und sachlichen Wichtigkeit** (Abbildung 91).

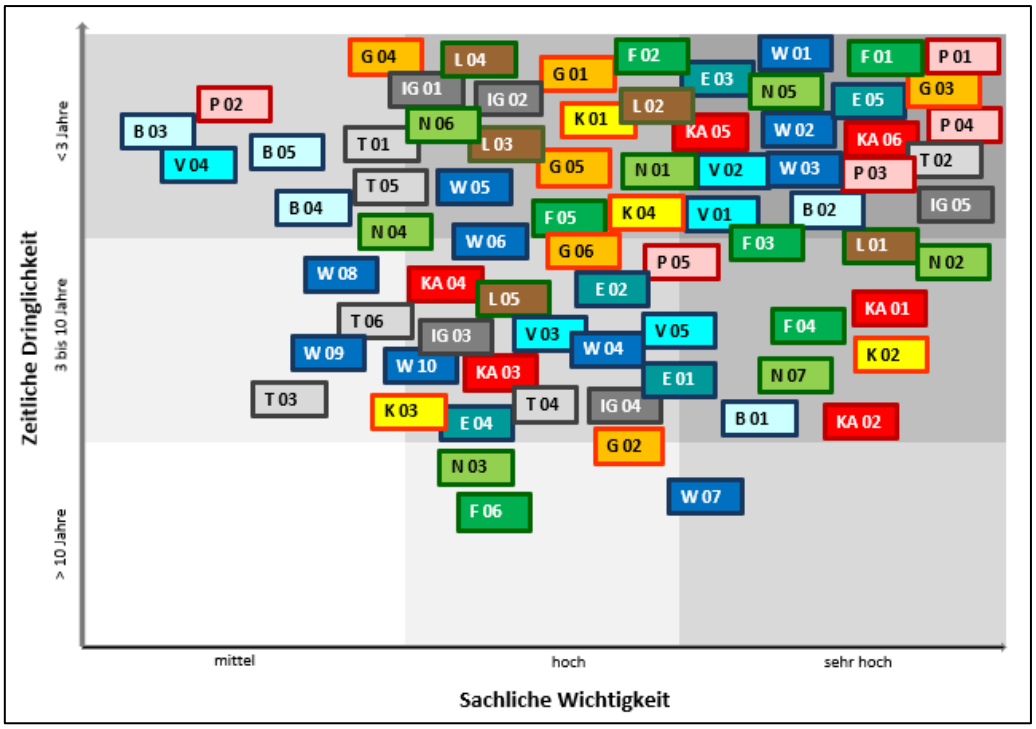


Abbildung 91: Bewertung der Einzelmaßnahmen (siehe unten) nach nötigem Beginn (zeitliche Dringlichkeit) und der Einstufung der jeweiligen Maßnahme hinsichtlich der sachlichen Wichtigkeit.

Die Bewertungsmatrix der Einzelmaßnahmen erfolgt einmal hinsichtlich der zeitlichen Dringlichkeit, also dem für eine gelungene Klimaanpassung nötigen Beginn der jeweiligen Maßnahme. Und zum anderen wird eine sachliche Einstufung der Wirkung vorgenommen. Das bedeutet jede Einzelmaßnahme wirkt auf unterschiedliche Weise auf die Betroffenheit eines Ortes insgesamt. Maßnahmen, welche beispielsweise rechts unten dargestellt sind, haben eine hohe sachliche Wichtigkeit, können jedoch nachrangig hinsichtlich der zeitlichen Dringlichkeit behandelt werden. Maßnahmen oben rechts – sind sowohl dringend als auch von großer Bedeutung für die Anpassung in Stadt und Landkreis Bamberg. Informationen zu den Kürzeln finden sich in Abbildung 87.

Tabelle 13: Auflistung der Anpassungsmaßnahmen aus diesem Konzept.

B 01	Gebäudeanpassung der eigenen Liegenschaften
B 02	Initialisierung Außenverschattung
B 03	Ausweitung der Fördermittelberatung: Klimafolgenanpassung
B 04	Schaffung einer Kontrollinstanz "Klimaanpassung"
B 05	Runder Tisch Welterbe
E 01	Regionale Energie- und Stoffkreisläufe stärken
E 02	Steuerung von Erzeugung und Verbrauch
E 03	Energienotversorgung kritischer Inftastrukturen
E 04	Wärmespeicher und -netze
E 05	Energetisch klimaangepasste Gebäude
F 01	Waldumbau
F 02	Beratung/Öffentlichkeitsarbeit
F 03	Genossenschaftliche Waldbewirtschaftung
F 04	Förderprogramme für Wald, der aus der Bewirtschaftung fällt
F 05	Waldfunktionensicherung
F 06	Renaturierung naturferner Waldflächen
G 01	Breite Informationskampagne "Gesundheitsfolgen de Klimawandels"
G 02	Entwicklung kommunaler Hitzeaktionspläne (HAP)
G 03	Prüfung von Ausstattung, Abläufen und baulichen Gegebenheiten in Einrichtungen und Ambulanten Diensten bzgl. Hitzewellen
G 04	Ausbau Trinkbrunnen
G 05	Intensivierung (fachübergreifender) Anstrengungen zur Sicherung der Trinkwasserversorgung
G 06	Runder Tisch / Strategieentwicklung Vektoren, Allergene, Schadtiere, Schadpflanzen
IG 01	Information und Sensibilisierung der Unternehmen
IG 02	Erstellung von branchenspezifischen Anpassungskonzepten
IG 03	Klimaresiliente Gewerbegebiete
IG 04	Betrieblichen Hitzeschutz verbessern
IG 05	Potentiale Heben: Chancen für Unternehemen identifizieren und nutzen
K 01	Outdoor-Events und Sport schützen
K 02	Extremwetter- und Hitzeschutz für Klein- und Schulkinder
K 03	Klimakultur aufbauen und fördern
K 04	Zivilgesellschaftliches Engagement im Klimabereich stärken
KA 01	Last von mehr Einsätzen auf mehr Schultern verteilen
KA 02	Steigerung der Attraktivität des Ehrenamtes bei Arbeitgebern
KA 03	Bauhofmitarbeiter*innen für die Feuerwehren
KA 04	Katastrophenschutz-Lager einrichten
KA 05	Starkregenrisikokarten und Starkregenrisikomanagement
KA 06	Sensibilisierung der Bevölkerung zur erhöhten Eigenvorsorge
L 01	Förderung einer bodenschutzorientierten Landwirtschaft
L 02	Betriebswirtschaftliches Risikomanagement etablieren
L 03	Konstruktiver Dialog zwischen Landwirten und Verbrauchern
L 04	Ökologisierung der Landwirtschaft
L 05	Erhaltung, sinnvolle Nutzung und Weiterentwicklung der Gärtnerstadt
N 01	Ökologisches Grünflächenmanagement ausweiten
N 02	Biodiversitätsstrategie-Fortschreibung unter Berücksichtigung der Klimawandelfolgen
N 03	Weiterentwicklung der Schutzgebietssysteme
N 04	Neobiota erfassen und bewerten
N 05	Erhalt des Lebensraums für den Großen Eichenbock (*Cerambyx cerdo*) im Hain
N 06	Biotoppflege: Mahdzeitpunkte flexibler gestalten
N 07	Konzeption und Umsetzung von Biodiversitäts-Monitoringprogrammen
P 01	Klimaanpassungsmanager*innen
P 02	Diskussionsprozess über Satzungen zur Klimaanpassung
P 03	Regelung von Ent- und Versieglung
P 04	Integration von Klimaanpassungsaspekten in die Planung
P 05	Kostentransparenz - Orientierungswerte - Folgekosten
T 01	Runder Tisch zukunftsfähiger Tourismus
T 02	Sommerlicher Wärmeschutz für Gäste
T 03	Bamberger Bierkultur schützen
T 04	Schutz der touristischen Infrastruktur
T 05	Verstärkte Lenkung der Touristenströme
T 06	Nachhaltigkeit des Schifffahrtstourismus stärken
V 01	Integriertes ÖPNV-Konzept für Stadt und Landkreis im Klimawandel
V 02	Stärkung von Rad- und Fußverkehr im Klimawandel
V 03	Reduzierung des Flächenverbrauchs im Verkehrssektor
V 04	Sensibilisierung und Vobereitung gegenüber Extremwetterereignissen
V 05	Last-Mile-Logistics Bamberg - innerstädtisches Logistikkonzept
W 01	Stärkung des natürlichen Wasserrückhalts
W 02	Resilienzsteigerung in der Trinkwassergewinnung
W 03	Kommunales Starkregenmanagement + Schwammstadt-Prinzip
W 04	Partnerschaft zwischen Land- und Wasserwirtschaft
W 05	Schutzgut Trinkwasser
W 06	Runder Tisch Wasserkraft
W 07	Resilienz der FWO unter extremen Klimawandel prüfen
W 08	Zisternennutzung fördern
W 09	Installation von Trinkwasserspendern
W 10	Wasserverbräuche in der Industrie verringern

4. Akteursbeteiligung

Eine Minderung der klimawandelbedingten Vulnerabilitäten ist nur dann erfolgreich, wenn sie zusammen mit den Fachexpert*innen vor Ort entwickelt, geplant und umgesetzt wird. Daher wurden während der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes Akteure der Verwaltungen aus Stadt und Landkreis, die Bürgermeister der Kommunen des Landkreises und Träger öffentlicher Belange zu verschiedenen Veranstaltungen geladen. Weiterhin wurde das lokale Wissen durch Fragebögen, persönliche und telefonische Fachgespräche zu den Auswirkungen des Klimawandels in den verschiedenen Handlungsfeldern ermittelt.

4.1. ABLAUF IM BETEILIGUNGSPROZESS

4.1.1. Informationsveranstaltungen und Workshops

Es fanden während der Konzepterstellung eine Reihe von Workshops und Infoveranstaltungen statt, welche inhaltlich-methodisch aufeinander aufbauten. Begonnen wurde am 26. Juli 2019 im Landratsamt Bamberg mit einer Auftaktveranstaltung zur Erstellung des Klimaschutzkonzeptes für Stadt und Landkreis Bamberg. Von den eingeladenen Akteur*innen aus den verschiedenen Handlungsfeldern erschienen ca. 50 Teilnehmer*innen. Die Anwesenden wurden durch den Landrat Johann Kalb, den damaligen Geschäftsführer der Klimaallianz Bamberg Ralf Haupt sowie Günter Reinke (damaliger Klimaschutzbeauftragter Stadt Bamberg) und Robert Martin (damaliger Klimaschutzbeauftragter des Landkreises Bamberg) begrüßt. Im Anschluss erläuterten die Auftragnehmer zunächst die regionalspezifisch zu erwartenden klimatischen Veränderungen. Daran anknüpfend wurde den Teilnehmer*innen der Handlungsbedarf in Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel im Allgemeinen und in den verschiedenen Handlungsfeldern im Speziellen verdeutlicht. Es folgte eine Vorstellung des Projektablaufs sowie eine Einordnung darüber, wie die unterschiedlichsten Akteur*innen mit ihrem fach- und regionalspezifischen Wissen im Rahmen der Konzepterstellung einbezogen werden sollen.

4.1.2. Mündliche Abfrage des lokalen Expertenwissens

Zur Ermittlung der Auswirkungen von Klimasignalen auf die verschiedenen Systeme der Stadt und des Landkreises wurden mehrere Fachgespräche mit den lokalen Akteur*innen durchgeführt (Tabelle 14). Dabei erfolgte die Auswahl der Gesprächspartner vor allem danach, welche Personen über einen möglichst umfassenden Überblick über die Klimawirkungen in ihrem Handlungsfeld verfügen.

Die Gespräche dienten dazu, Wissen über regionale Zusammenhänge sowie Fach- und Erfahrungswissen in das Konzept einfließen zu lassen. Das Beteiligungsformat verfolgte darüber hinaus das Ziel, die Gesprächspartner*innen für das Thema Klimaanpassung in ihrem Handlungsfeld zu sensibilisieren und sie zu ermutigen, sich der Problematik in Zukunft anzunehmen. Die Fachexpert*innen wurden außerdem dazu eingeladen, sich in den folgenden Projektverlauf und in die daran anschließende Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen weiterhin einzubringen.

Die geführten Fachgespräche wurden von den jeweiligen Handlungsfeldbearbeiter*innen durchgeführt. Thematisiert wurde insbesondere inwieweit der Klimawandel – also bspw. Wetterextrem – bereits im Tagesgeschäft spürbar sind, was bereits zur Anpassung unternommen wird und was hypothetisch nach Einschätzung des Stakeholders dagegen unternommen werden müsse.

Tabelle 14: Liste der Organisationen bzw. Abteilungen und Fachbereiche aus Stadt und Landkreis Bamberg, mit welchen Fachgespräche geführt wurden.

Cluster	Handlungsfeld	Organisationen der befragten Akteur*innen
I	**Katastrophenschutz**	THW Ortsverband Bamberg Kreisverwaltung ILS Bamberg-Forchheim
	Raumplanung	Regionalplanung Oberfranken West Landratsamt Bamberg FB Bauleitplanung
II	**Gesundheit**	Kreisverwaltung Sozialstiftung Bamberg
	Kultur/Bildung	Freie Kulturszene Bürgermeister (LK Gemeine)
III	**Industrie/Gewerbe**	IHK Schwaben Handwerkskammer Wirtschaftsförderung Stadt Bamberg
	Tourismus	TKS Bamberg Bürgerverein Mitte
IV	**Landwirtschaft**	Bayerischer Bauernverband Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
	Forstwirtschaft	Städtische Forstverwaltung Bamberg Landkreis Bamberg FB Gewerberecht AELF Standort Schesslitz LWF Freising
	Biodiversität	Klima- und Umweltamt BUND Bamberg Naturforschende Gesellschaft Bamberg e.V. Landratsamt Bamberg FB Umweltschutz
V	**Wasserwirtschaft**	Landkreis Bamberg Süd Stadtwerke Bamberg Wasserwirtschaftsamt Kronach
VI	**Energiewirtschaft**	Bayernwerk Netz GmbH
	Verkehr	Stadtplanungsamt Bamberg Landratsamt Bamberg FB ÖPNV
	Gebäude und Stadt-entwicklung	Landratsamt Bamberg GB Planen, Bauen, Umwelt Stadtbau Bamberg GmbH

Die Informationen aus den Interviews sind in die Klimawirkungsgeflechte, die Betroffenheitsanalyse, die Teilstrategien und in die Maßnahmenfindung eingeflossen. Das transferierte Wissen wurde folglich für den vorliegenden Bericht nutzbar gemacht.

4.1.3. Schriftliche Abfrage des lokalen Expertenwissens

Als Bestandteil der Akteursbeteiligung wurde im Dezember 2019 an die Kommunen im Landkreis Bamberg Fragebögen versandt, von denen elf Rückmeldungen erfolgten. Aus den Antworten der Kommunen konnten verschiedene Informationen über die von den Kommunen wahrgenommenen aktuellen und künftigen Herausforderungen sowie die Erwartungen an den Landkreis Bamberg generiert werden. Eine detaillierte Auswertung erfolgte in Form eines Zwischenberichtes (Siehe Anhang).

Ein Ergebnis: Die Kommunen schätzen die bestehende und in naher Zukunft zu erwartende Betroffenheit durch den Klimawandel für die Handlungsfelder Wald und Forstwirtschaft sowie Landwirtschaft am höchsten ein, dicht gefolgt von Katastrophenschutz. Die Kenntnis der vor Ort bestehenden Herausforderungen und der wahrgenommenen Betroffenheiten (Abbildung 92) ist insofern besonders wichtig, da Anpassung an den Klimawandel eine Aufgabe ist, die von *allen* Ebenen im föderativen Mehr-Ebenen-System umzusetzen ist. Kommunen und Landkreis obliegt die Aufgabe, die Bürger*innen bei der Eigenvorsorge zu unterstützen. Der Informationsfluss aus den Kommunen an den Landkreis unterstützt letzteren bei der Ausrichtung seiner Strategien und Maßnahmen. Schließlich können die Ergebnisse wertvoll für den interkommunalen Austausch sein: Besonders wenn es um Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung, der Sachwerte und Infrastrukturen sowie der Natur geht, ist ein Austausch zwischen Kommunen ebenso sinnvoll wie hilfreich.

Die Befragung machte deutlich, dass bereits eine Risikowahrnehmung für den Klimawandel und seine Folgen auf kommunaler Ebene besteht. Die Abfrage der Erwartungen und Bedarfe der Kommunen, zeigte jedoch auch einen großen Unterstützungs- und Informationsbedarf an.

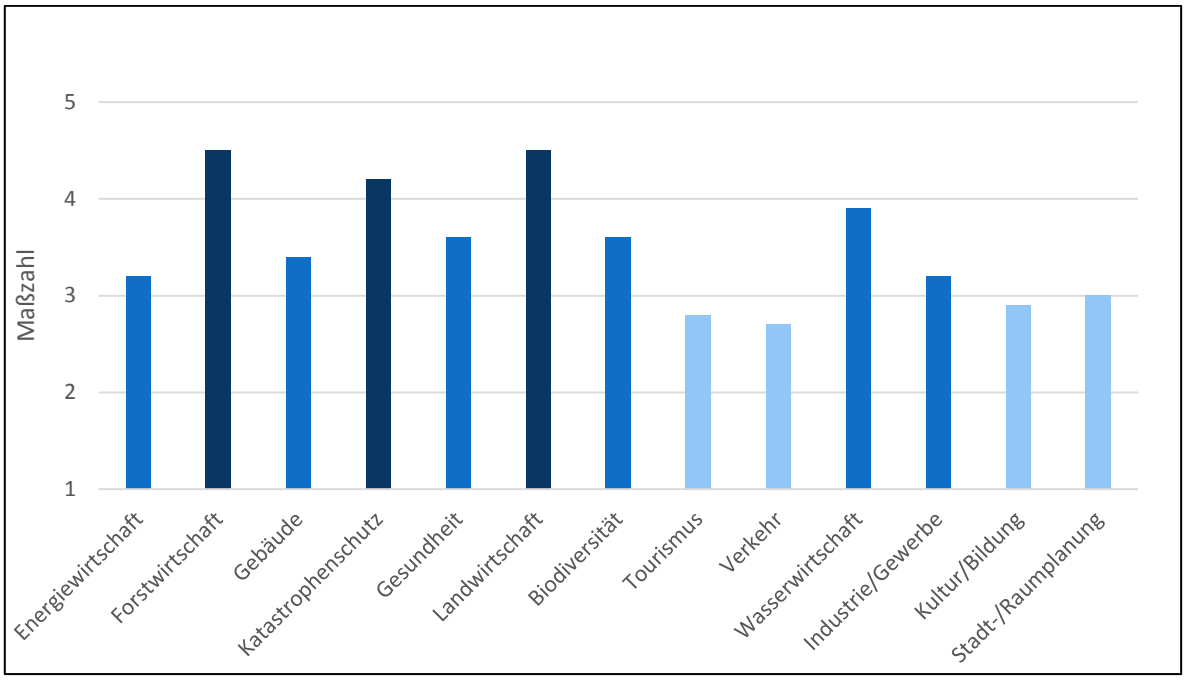


Abbildung 92: Einschätzung zur Betroffenheit der Handlungsfelder gegenüber den Folgen des Klimawandels in den Kommunen (durchschnittliche Bewertungsmaßzahl – 1 = geringste bis 5 = höchste Bedeutung). Hier: Werte unter 3: hellblau; Werte zwischen 3 und 4: mittelblau; Werte zwischen 4 und 5: dunkelblau. Quelle: Eigene Darstellung.

4.1.4. Klimawirkungsworkshop

Am Vormittag des 22. Oktober 2019 fand ein **Klimawirkungsworkshop** mit den geladenen Fachexpert*innen statt. Nachdem der aktuelle Projektstand sowie kurz die Wirkung des Klimawandels auf die Region skizziert wurde, begann die Arbeitsphase mit den Akteur*innen. Dabei wurden im Vorfeld Wirkungsgeflechte für jedes Handlungsfeld erarbeitet. Darin werden ausgehend von den Klimasignalen die wichtigsten Zusammenhänge von Klimaveränderung und Klimafolgen graphisch dargestellt. Dies ermöglichte die Darstellung der verschiedenen Zusammenhänge und Folgeketten aufgrund der ermittelten Änderungen der klimatischen Bedingungen heute und in Zukunft. In den Gruppen wurde, getrennt nach Handlungsfeldern, das Wirkungsgeflecht besprochen und die Fachexpert*innen nach ihren Erfahrungen und Einschätzungen der Wirkzusammenhänge befragt. Im Endergebnis konnten durch diesen **partizipativen Prozess** die Klimawirkungsgeflechte verbessert werden (Abbildung 93).

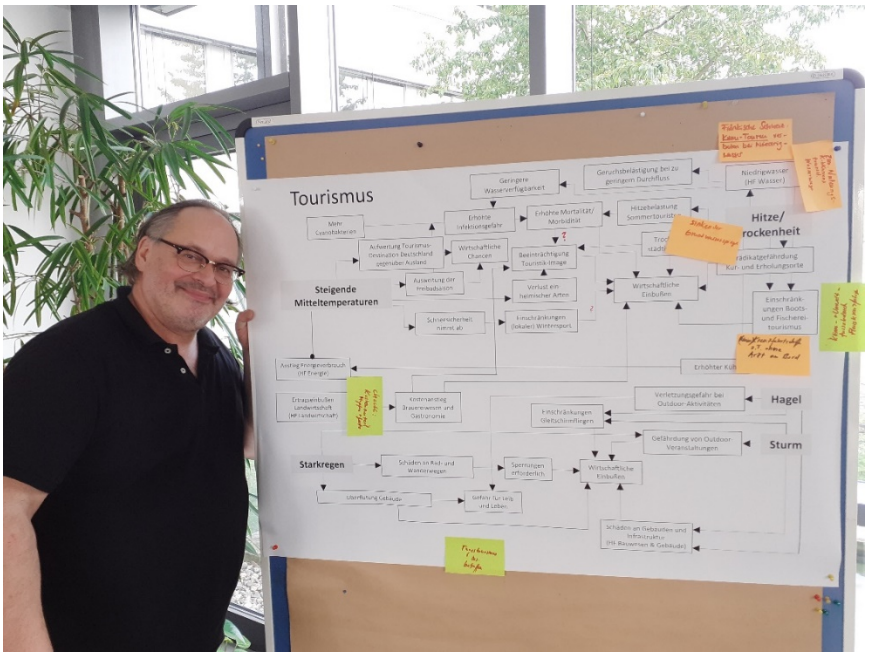


Abbildung 93: Wirkungsgeflecht im Handlungsfeld Tourismus mit der erarbeiteten Änderungsvorschlägen

Diese Arbeitsergebnisse wurden dann am Abend desselben Tages in einer **offenen Bürgerveranstaltung** ca. 30 Interessierten Bürgerinnen und Bürgern vorgestellt. Weiterhin wurden die Teilnehmer*innen über das Projekt, den Projektstand und die Projektziele informiert. Dazu war es wichtig ausreichend Hintergrundinformationen zum Thema Klimaanpassung zu vermitteln, da diese oftmals mit der Thematik des Klimaschutzes verwechselt wird. Weiterhin konnten Fragen beantwortet und ein **Fernsehinterview** gegeben werden (Siehe: https://www.youtube.com/watch?v=I3ljxW2y7Hg).

4.1.5. Workshop mit den Bürgermeister*innen aus dem Landkreis

Im Verlauf der Analyse möglicher Betroffenheiten bzgl. der Klimaanpassung in Stadt und Landkreis ergab sich der Bedarf nach einer stärkeren Beteiligung der Kommunen im Landkreis. Um diesen Bedarf zu decken, wurden einerseits Fragebögen an alle Kommunen im Landkreis versandt (Kapitel 4.1.3, S. 258) und andererseits ein zusätzlicher Workshop für die Bürgermeister der Landkreis-Kommunen abgehalten. Dabei konnten sich, trotz vollem Terminkalender und laufendem Tagesgeschäft, ein kleiner Teil der Bürgermeister aktiv einbringen.



Abbildung 94: Diskussionsrunden in Kleingruppen beim Bürgermeister-Workshop.

Der Ablauf am 22. November 2019 gestaltete sich wie folgt: Zunächst wurde der Projekthintergrund und der Projektfortschritt skizziert. Zur Einführung in die Thematik der Klimawandel-Betroffenheiten wurden, statt der bislang sehr komplexen Wirkungsgeflechte, verkürzt einzelne Klimasignale für jedes Handlungsfeld gezeigt und erläutert. Im Anschluss konnten die Bürgermeister an Stellwänden die Herausforderungen, Klimawandel-Betroffenheiten, aber auch erste Maßnahmenvorschläge in ihrer Kommune erläutern. Die bis dato überarbeiteten Klimawirkungsgeflechte dienten dabei lediglich als Hilfsmittel. Dieser Workshop war ein wichtiger Schritt in vielen Handlungsfeldern, da die bisherigen Erkenntnisse aus dem Beteiligungsprozess mit einer Überrepräsentation der Stakeholder aus der Stadt stattfanden, wodurch die städtischen Herausforderungen durch den Klimawandel auch stärker im Fokus lagen.

4.1.6. Maßnahmenworkshops

Im nächsten Schritt erfolgte die Erarbeitung adäquater Anpassungsmaßnahmen zum Umgang mit den Folgen des Klimawandels. Dazu wurden im Vorfeld Maßnahmenvorschläge von den Auftragnehmern erstellt. Die Akteure vor Ort konnten dann am 05. März 2020 die Möglichkeit auf den zwei Maßnahmen-Workshops die mitgebrachten Vorschläge zu diskutieren und eigene Maßnahmen einbringen.



*Abbildung 95: Teilnehmer*innen des Maßnahmen-Workshops am Vormittag des 05. März 2020 in Bamberg.*

Dem Klimawirkungs-Workshop entsprechend, erfolgte der erste **Maßnahmen-Workshop** vormittags

mit ausgewählten lokalen Fachexpert*innen (Abbildung 95). Der Zweite wurde am Nachmittag mit interessierten Bürger*innen durchgeführt.

Auf Grundlage der ermittelten Betroffenheiten gegenüber dem Klimawandel wurden für die Stadt und den Landkreis Bamberg von den Auftragnehmern Maßnahmenvorschläge erarbeitet. Diese waren primär einem bestimmten Handlungsfeld zugeordnet. In der Klimaanpassung berühren viele Handlungsoptionen jedoch oftmals die Belange mehrerer Bereiche, weshalb Überschneidungen der Handlungsfelder nicht nur unvermeidlich, sondern auch erwünscht sind.

Die Fachexper*innen konnten nach einigen einführenden Worten zum Projektfortschritt und dem Thema der Klimaanpassung sowie die vom beauftragten Team erarbeiteten handlungsfeldspezifischen Strategien, in kleinen Gruppen Ideen für Maßnahmen auf Übersichtsblättern darlegen und diskutieren. Auch die mitgebrachten Maßnahmenvorschläge wurden ergänzt, verbessert oder verworfen. Abschließend wurden alle Maßnahmenblätter in ihrer zeitlichen Dringlichkeit und sachlichen Wichtigkeit eingeordnet (92).

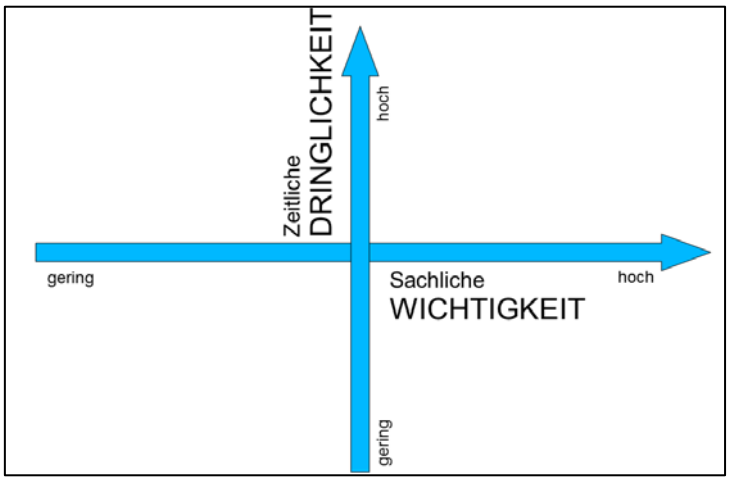


Abbildung 96: Bewertungsmatrix für die Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel.

Nachmittags wurden die Arbeitsergebnisse vom Vormittag in einer **offenen Bürgerveranstaltung** präsentiert. Auch konnten neue Maßnahmenvorschläge von den Bürger*innen eingebracht werden. Trotz der Corona-bedingt sehr geringen Teilnehmerzahl, konnte noch einmal der Unterschied zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung erläutert und auf vielfältige Fragen geantwortet werden. Dieser Tag wurde, wie die meisten Veranstaltungen der Beteiligungsprozesse, vom Landrat Johann Kalb, dem damaligen Geschäftsführer der Klimaallianz Bamberg Ralf Haupt, den Klimaschutzmanagern von Stadt und Landkreis Herrn Reinke und Herrn Martin und Frau Neuner von der Klima- und Energieagentur begleitet.

5. Controlling-Konzept

Die Maßnahmenumsetzung ist nur ein Element, um das Bamberger Klimaanpassungskonzept zu einem Erfolg werden zu lassen. Neben Strategien zur Kommunikation und Verstetigung (s. u.) ist das Controlling ein weiteres wesentliches Instrument, das dazu beiträgt. Letzteres zielt nicht nur auf die zweifellos notwendige Erfolgskontrolle der Maßnahmen ab, sondern darf darüber hinaus das parallel auf der Zeitachse weiterlaufende und sich dynamisch entwickelnde Klimageschehen nicht aus den Augen verlieren.

Daher bietet sich ein mehrstufiges Controlling-System an, das beide Aspekte und ihre unterschiedlichen Zeitskalen und Dynamiken berücksichtigt. Dabei sind die beiden Bausteine nicht chronologisch nacheinander geschaltet, sondern werden gleichzeitig mit unterschiedlichen Schwerpunkten bearbeitet. Der erste Baustein hat eine systematische Erfassung von meteorologischen und klimabasierten Kennwerten zum Ziel („Monitoring“). Im zweiten Baustein wird die Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen geprüft („Evaluation“). Der generelle methodische Ansatz folgt dem indikatorenbasierten DPSIR-Konzept (für Driver-Pressure-State-Impact-Response) von der Europäischen Umweltagentur (EEA), welches auch für das DAS-Monitoring-Indikatorensystem des Umweltbundesamtes (Schönthaler et al., 2011; UBA, 2019) und in der Machbarkeitsstudie zu einem entsprechenden Indikatorensystem in Bayern (Schönthaler et al., 2017) genutzt wird. Für den Anwendungsbereich des Klimaanpassungs-Controllings hat sich eine reduzierte Form des Ansatzes als sinnvoll herausgestellt, nämlich die Nutzung von State- (Zustands-), Impact- (Auswirkungs-) und Response- (Maßnahmen-) Indikatoren(SIR). An die Auswahl der Indikatoren stellt das UBA folgende Anforderungen: Sie sollten fortschreibbar, auf Anpassung fokussiert, priorisierbar, zwischen den Handlungsfeldern ausgewogen, umsetzbar, verständlich und fachlich akzeptiert sein (Schönthaler et al., 2011).

5.1. MONITORING

Die zu erhebenden regionalen Kennwerte im Zuge des Klimawandel-Monitorings sollen einerseits die klimatischen Grundlagendaten zu Temperatur und Niederschlag abbilden (**State-Indikatoren**), andererseits können sie im Sinne eines Klimafolgen-Monitorings bereits beobachtete Auswirkungen des Klimawandels einbeziehen (**Impact-Indikatoren**).

Die State-Indikatoren werden in Kapitel 2.3 dieses Gutachtens, hier „Klimaindikatoren“, benannt (Tabelle 1) und sind für den Zeitraum 1951-2018 bereits hinsichtlich ihrer jährlichen und räumlichen Variabilität sowie Trends analysiert (Kapitel 2.3). Sie beziehen sich auf Jahres-, saisonale und Extremwerte. Diese Erhebung sollte für die folgenden Jahre in einem jährlichen Turnus so weitergeführt werden, um verlässliche Aussagen zum aktuellen und durch die Einbindung von Klimaprojektionen (Kapitel 2.3) auch zum zukünftigen Zustand des Bamberger Klimas treffen zu können. Eine Aktualisierung der Klimaprojektionen hängt davon ab, ob und wann es neue wissenschaftliche und methodische Erkenntnisse hinsichtlich der Emissionsszenarien geben wird. Derzeit sieht es so aus, als gäbe es im nächsten IPCC-Sachstandsbericht (voraussichtlich 2021/22) eine Ergänzung zu den bisher genutzten RCP-Szenarien (Hausfather, 2018).

Die sogenannten Impact-Indikatoren sollen aufzeigen, wie stark ein Handlungsfeld bereits durch Klimawandelfolgen betroffen ist. Für den Freistaat Bayern wurde ein Set an Impact-Indikatoren im Rahmen einer Machbarkeitsstudie erarbeitet (Schönthaler *u. a.*, 2017), das sich wiederum an der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) orientiert und durch Experten abgestimmt wurde. Diese Indi-

katoren sollten, wenn verfügbar, als Grundlage genutzt werden, weil sie in Bezug auf die Deutsche Anpassungsstrategie schon für Bayern konkretisiert sind.

Tabelle 15: Beispiele für Impact-Indikatoren für die Handlungsfelder der Studie (LfU-Bayern, 2017; UBA, 2019c).

Handlungsfeld	Impact-Indikator
Raumordnung	Regionale Grünzüge zur Freiraumsicherung, Verbesserung des Bioklimas und der Erholung
Katastrophenschutz	Wetter- und witterungsbedingte Katastrophenfälle
Menschliche Gesundheit	Hitzebelastung
Industrie und Gewerbe	Temperatureinfluss auf den Primärenergieverbrauch
Tourismus	Wärmebelastung in heilklimatischen Kurorten*
Wasserwirtschaft	Grundwasserstand und Quellschüttungen
Landwirtschaft	Dauer der landwirtschaftlichen Vegetationsperiode
Forstwirtschaft	Schadaufkommen nach Schadursachen
Naturschutz	Phänologische Veränderungen bei Wildpflanzenarten
Energiewirtschaft	Heiz- und Kühlgradtage
Straßenbau und Verkehr	Wetterbedingte Straßenverkehrsunfälle
Städtebau/Bauleitplanung	Wärmebelastung in Städten
Bauwesen	Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen und Sanieren

5.2. EVALUATION

Mithilfe der Response-Indikatoren können die Anpassungsaktivitäten regelmäßig und nachvollziehbar analysiert, ihr Fortschritt kontrolliert und kritisch hinterfragt werden. Nur so kann gewährleistet werden, dass die Verantwortlichen jederzeit zum aktuellen Stand der Maßnahmenumsetzung auskunftsfähig sind und bei Problemen oder neuen Entwicklungen rechtzeitig gegensteuern und nachjustieren kann. Die Response-Indikatoren erzeugen entweder qualitative, d. h. beschreibende/nicht messbare, oder quantitative, d. h. numerische/messbare, Informationen. Manchmal ist auch eine sinnvolle Kombination beider Indikatorenarten angezeigt. Für jede Maßnahme aus dem Gutachten wurde von den Handlungsfeldexperten mindestens ein Response-Indikator vorgeschlagen, der im Maßnahmenblatt als „Maßnahmenindikator“ zu finden ist. Die Auswertung des entsprechenden Indikators zur Erfolgskontrolle wird hingegen erst erforderlich, wenn die Umsetzung der jeweiligen Maßnahme begonnen hat. So steigert sich erst im Verlauf des Umsetzungsfortschritts der Controlling-Aufwand. Es ist jedoch von einer begrenzten Datenverfügbarkeit und Nutzbarkeit bei einer Reihe der Indikatoren auszugehen, denn die Prozesse, die mit ihrer Hilfe evaluiert werden sollen, befinden sich oftmals erst am Anfang und sind ständig neuen Entwicklungen unterworfen.

Um diesbezüglich einen besseren Überblick zu gewinnen, wurde die Realisierbarkeit der einzelnen vorgeschlagenen Response-Indikatoren gutachterlich abgeschätzt (vgl. Tabelle 16). Eine geringe Realisierbarkeit bedeutet demnach, dass die Daten (noch) nicht vorhanden sind und/oder die Kosten ihrer Beschaffung als hoch eingeschätzt werden. Wird die Realisierbarkeit mit mittel bewertet, ist davon auszugehen, dass die zugehörigen Daten vorhanden, aber für ihre Nutzbarkeit aufwendige methodische Aufbereitungen notwendig sind. Bei einer hohen Realisierbarkeit sind die Daten nach derzeitigem Stand verfügbar und zum Zwecke der Maßnahmen-Evaluation nutzbar. Von ca. 100

Maßnahmenindikatoren aus 77 Maßnahmen wird die Realisierbarkeit des überwiegenden Teils als hoch eingeschätzt. Eine ähnlich hohe Anzahl wird als „mittel“ kategorisiert. Nur ca. 1/6 der Indikatoren werden als schwer realisierbar bewertet (Tabelle 16).

Für das Maßnahmencontrolling bedeutet dies, dass die Mehrheit der Indikatoren (mittlere bis hohe Realisierbarkeit) mit einem vergleichsweise geringen Aufwand in das Controlling-System aufgenommen werden können. Für alle anderen Indikatoren ist der Aufwand wahrscheinlich vorerst zu hoch und sie sollten erst in das Controlling implementiert werden, wenn Daten dazu verfügbar sind. Das Controlling-System ist daher als dynamisch wachsend zu betrachten.

Tabelle 16: Übersicht über die Realisierbarkeit der vorgeschlagenen Response-Indikatoren (wenn die Einschätzung zwischen zwei Werten lag, wurde der Eintrag in Richtung der „hoch“-Bewertung gezählt; nicht zu jedem Indikator gibt es eine eigene Einschätzung) (Siehe auch Einzelbewertungen in der Gesamttabelle im Anhang).

Einschätzung Realisierbarkeit	Anzahl Indikatoren
gering	16
mittel	33
hoch	46

Dokumentation, Datenhaltung und Berichterstattung

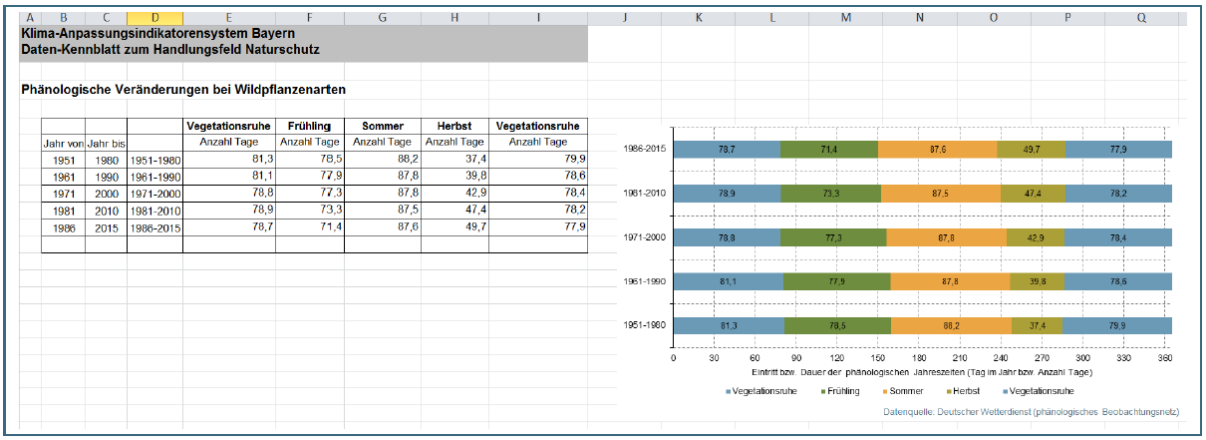
Die Maßnahmen und Monitorings- bzw. Evaluations-Indikatoren müssen stets aktuell gehalten werden. Das ist beim Thema Klimawandelanpassung eine herausfordernde Aufgabe, da sich Daten, wissenschaftliche Erkenntnisse und technische Neuerungen sehr schnell und dynamisch entwickeln. Daher kann es notwendig werden, dass Maßnahmen und Indikatoren, unabhängig von ihrer Datenverfügbarkeit, überarbeitet oder entfernt werden müssen, weil sie sich als ungeeignet oder veraltet herausstellen. Dieses Vorgehen verfolgt auch die deutsche Bundesregierung beim Umgang mit der Deutschen Anpassungsstrategie.

Die Dokumentation und Datenhaltung sollte daher übersichtlich und ihr Aufwand in Relation zum Nutzen stehen. Insbesondere, weil die Daten aus interdisziplinären Quellen und unterschiedlichen räumlichen Bezügen stammen, muss eine Methodik gefunden werden, die eine Praktikabilität in vielen Ressorts der Bamberger Stadt- und Landkreis-Verwaltung gewährleistet. In der Machbarkeitsstudie des Bayerischen Landesumweltamtes wird eine einfache Methodik beschrieben, die auch mit den in der Bamberger Verwaltung zur Verfügung stehenden Mittel so oder in ähnlicher Weise Anwendung finden kann (Schönthaler *u. a.*, 2017). Demnach werden alle Indikatoren in sogenannten Indikator-Kennblättern tabellarisch dokumentiert. Dort finden sich neben allgemeinen Angaben, Angaben zur Aktualisierungsverfolgung, Berechnungsvorschriften, Interpretationsansätze, Begründungen, technische Informationen sowie die Möglichkeit einer einheitlichen grafischen Darstellung (ebd., S.52 ff.).

Zur Haltung der zugrundeliegenden Daten und Berechnungen (bei quantitativen Indikatoren) wird in der Studie eine excelgestützte Vorgehensweise vorgeschlagen. Für jeden Indikator gibt es ein sogenanntes Daten-Kennblatt mit jeweils vier Tabellenblättern, die die Indikatorwerte samt Diagramm (Abbildung 97), eine Trendabschätzung, die Metadateninformationen sowie die Rohdaten aus der Datenabfrage vorhalten (ebd., S. 57 ff.). Diese Arbeitsweise hat auch den großen Vorteil, dass eine mögliche spätere Anpassung, z. B. mittels webbasierter Portale, problemlos möglich ist (vgl. SenUVK, 2020).

Nicht zuletzt ist eine regelmäßige Veröffentlichung der Ergebnisse aus dem Monitoring der Grundlagendaten und der Maßnahmen-Evaluation notwendig, um einen Kommunikationsprozess in der Stadt- und Landkreisgesellschaft anzustoßen (siehe auch Kommunikationskonzept Kap. 7) und den Anpassungsprozess zu verstetigen (siehe auch Verstetigungskonzept, Kap. 6). Die Nutzung verschiedener Kommunikationskanäle und Ergebnis-Darstellungen kann hilfreich sein, um eine breitere Unterstützerschaft zu generieren. Die Homepage der Klima- und Energieagentur Bamberg bietet eine gute Plattform für projektbezogene Informationen, die dort barrierefrei in einfacher und verständlicher Form vorgestellt werden können.

Der Stand der Maßnahmenumsetzung soll zukünftig fester Bestandteil des Tätigkeitsberichts der Klima- und Energieagentur Bamberg werden. Es wird vorgeschlagen, alle vier Jahre einen ausführlichen, der fachlich interessierten Öffentlichkeit zugänglichen Fortschrittsbericht zu veröffentlichen. Dieser Zeitraum ist lang genug, um valide, statistisch auswertbare Daten zu produzieren – auch, weil klimatische Entwicklungen teilweise mit einer gewissen Trägheit ablaufen.



Klima-Anpassungsindikatorensystem Bayern
Daten-Kennblatt zum Handlungsfeld Naturschutz

Phänologische Veränderungen bei Wildpflanzenarten

Jahr von	Jahr bis		Vegetationsruhe Anzahl Tage	Frühling Anzahl Tage	Sommer Anzahl Tage	Herbst Anzahl Tage	Vegetationsruhe Anzahl Tage
1951	1980	1951-1980	81,3	78,5	88,2	37,4	79,9
1961	1990	1961-1990	81,1	77,9	87,8	39,8	78,6
1971	2000	1971-2000	78,8	77,3	87,8	42,9	78,4
1981	2010	1981-2010	78,9	73,3	87,5	47,4	78,2
1986	2015	1986-2015	78,7	71,4	87,6	49,7	77,9

Abbildung 97: Beispiel des ersten Tabellenblattes des Daten-Kennblattes zum Impact-Indikator „Phänologische Veränderungen bei Wildpflanzenarten“ (LfU, 2017, S. 57). links sind die Indikatorwerte in Tabellenform dokumentiert, rechts ist das zugehörige Diagramm dargestellt.

5.3. ZUSTÄNDIGKEITEN

Für das Controlling der Klimaanpassungsmaßnahmen müssen regelmäßig Informationen und Daten aus vielen Zuständigkeitsbereichen zusammengetragen und analysiert werden. Hierbei ist eine Abstimmung und Planung einer langfristigen und verlässlichen Zusammenarbeit mit den einzelnen Ressorts der Verwaltung notwendige Voraussetzung. Eine Trennung der Bearbeitung für Landkreis und Stadt Bamberg wäre möglich, sollte aber für den Fortschrittsbericht wieder zusammengeführt werden. Für den Landkreis wäre dann der Geschäftsbereich Regionalentwicklung mit dem Fachbereich Klimaschutz und für die Stadt das Umweltamt mit dem Sachgebiet Umweltplanung/-information die hauptverantwortliche Stelle. Im Optimalfall koordiniert eine übergreifende Einrichtung, z. B. die Klimaallianz, den Controlling-Prozess. Damit wären Klimaschutz und Klimaanpassung in gemeinsamer Hand und mögliche Konflikte können schnell erkannt und behoben, aber auch Synergie genutzt werden. Diese Vorgehensweise kann Kosten und personelle Kapazitäten sparen. Es wird jedoch nach den ersten Erfahrungen mit der Umsetzung der Maßnahmen zu prüfen sein, ob die derzeitige personelle Ausstattung für die anstehenden Aufgaben ausreichend ist.

6. Verstetigungsstrategie

Stadt und Landkreis Bamberg können auf eine lange Tradition gemeinsamer Klimaschutzbemühungen zurückblicken und haben mit dem vorliegenden Gutachten auch mit Blick auf die Anpassung an den Klimawandel einen wichtigen Markstein gesetzt. Hier wird der aktuelle Stand der Klimaforschung genutzt, um mögliche Klimafolgen abzubilden und sektorale Verwundbarkeiten zu identifizieren. In Abstimmung mit den lokalen Stakeholdern – darunter auch vielen Bürgermeister*innen aus dem Landkreis – wurden zudem zahlreiche Einzelmaßnahmen vorgeschlagen und bewertet. Nunmehr müssen die für die Umsetzung verantwortlichen Personen und Organisationen aktiv werden, darunter auch Kreistag und Stadtrat sowie die Verwaltung.

In der Regel werden Klimaanpassungskonzepte wie das vorliegende zwar von Landtagen und Stadträten beschlossen, aber die Umsetzung aller Maßnahmen ist dabei nicht eingeschlossen. Das verwundert nicht weiter, da sich diese Gremien mit derlei Einzelmaßnahmen tagtäglich ausführlich und oft kontrovers befassen. Zudem sind die Diskussions- und Planungsgrundlagen für diese Befassungsprozesse meist sehr viel ausführlicher, was angesichts der Finanzverantwortung sowie der erforderlichen Rechtskonformität des politischen und Verwaltungshandels auch erforderlich ist. Daher müssen alle hier vorgeschlagenen Maßnahmen in der Folge einzeln oder in kleineren „Pakten“ den üblichen Weg der Verwaltungs- oder Parlamentsentscheidung durchlaufen. Damit stellt sich die Frage nach der Verstetigung der Befassung mit den Folgen des Klimawandels in Stadt und Landkreis. Wie kann gewährleistet werden, dass das Thema auch nach der gutachterlichen Befassung und Aktivierung der Stadtgesellschaft weiter virulent bleibt und es zu lösungsdienlichen Entscheidungen kommt?

Ein Forschungsüberblick zum Thema „Entscheidungsprozesse zur Anpassung an den Klimawandel in Kommunen“ (UBA, 2017a) kommt zu folgenden Ergebnissen (Auswahl):

- Eine **verständliche Aufbereitung von Daten und Informationen**, die den Entscheidungstragenden, aber auch anderen Stakeholdern, den Handlungsbedarf im Themenfeld Anpassung aufzeigen, befördert die Initiierung von Anpassungsprozessen.
- Eine **Sensibilisierung und Vernetzung von Verwaltungsakteuren und Verwaltungsakteurinnen** befördert die Entwicklung von Anpassungsprozessen an den Klimawandel. Das Gleiche gilt für die Einbindung weiterer Akteure und Akteurinnen (Bürger und Bürgerinnen, Wirtschaft, etc.).
- **Integrierte** Strategien sind immer erfolgreicher als fachbezogene Einzelstrategien.
- Eine hohe **öffentliche Aufmerksamkeit** (etwa durch Extremereignisse) kann als „*window of opportunity*“ für Anpassungsprozesse genutzt werden.
- Die **Unsicherheit**, die mit dem Klimawandel und seinen Folgen verbunden ist, kann ein Problem bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen darstellen. Eine **Verknüpfung** von Anpassungsprozessen mit anderen Prozessen und Zielen jedoch erleichtert diesen Prozess.
- Die **Vernetzung** der relevanten Fachbereiche innerhalb der Verwaltung ist wichtig. Ein entsprechender organisationaler Rahmen ist dabei hilfreich.

Diese Punkte sind auch für die hier untersuchte Region relevant. Mit dem hier vorliegenden Anpassungsgutachten ist bereits ein wichtiger Schritt (1) getan, dem weitere kommunikative Prozesse folgen können (➢ Kommunikationskonzept). Schritt (2) erfolgte als Beteiligungsprozess im Rahmen der Gutachtenerstellung (Kap. 4) und muss fortgesetzt werden. Besonders wichtig ist Befund (6), da damit Arbeitsstrukturen aufgebaut werden, die dauerhafte Ergebnisse versprechen.

Hier schlagen wir eine Verstetigungsstrategie vor, die möglichst vielen der oben genannten Befunden Rechnung trägt. Sie geht von bestehenden Akteuren und Netzwerken in Stadt und Landkreis Bamberg aus und versucht diese so weiter zu entwickeln, dass das Anliegen der Klimawandelanpassung mit möglichst vertretbarem Aufwand dennoch Rechnung getragen werden kann. Es wird dabei von einem Sachverhalt ausgegangen, der nicht überall in Deutschland selbstverständlich ist: einer guten Kooperation zwischen kreisfreier Stadt und umgebendem Landkreis. Stadt und Landkreis Bamberg haben über Jahre bewiesen, dass sie in verschiedenen Gebieten (Umwelt, Energie, Verkehr, Tourismus, Wirtschaftsförderung) gut und vertrauensvoll zusammenarbeiten können. Mit diesem „Pfund" kann auch in Sachen Klimaanpassung gewuchert werden.

Ein weiterer Ausgangspunkt für die hier vorgeschlagene Verstetigungsstrategie ist, dass es mindestens zwei weitere Prozesse gibt, die in der Zukunft fortwirken werden: das Controlling (Kap. 5) und die Kommunikation (Kap. 6). Eingebettet zwischen beiden findet auch die Verstetigung der gesellschaftlichen und politischen Befassung mit dem Thema bzw. die sukzessive Umsetzung der Maßnahmen statt.

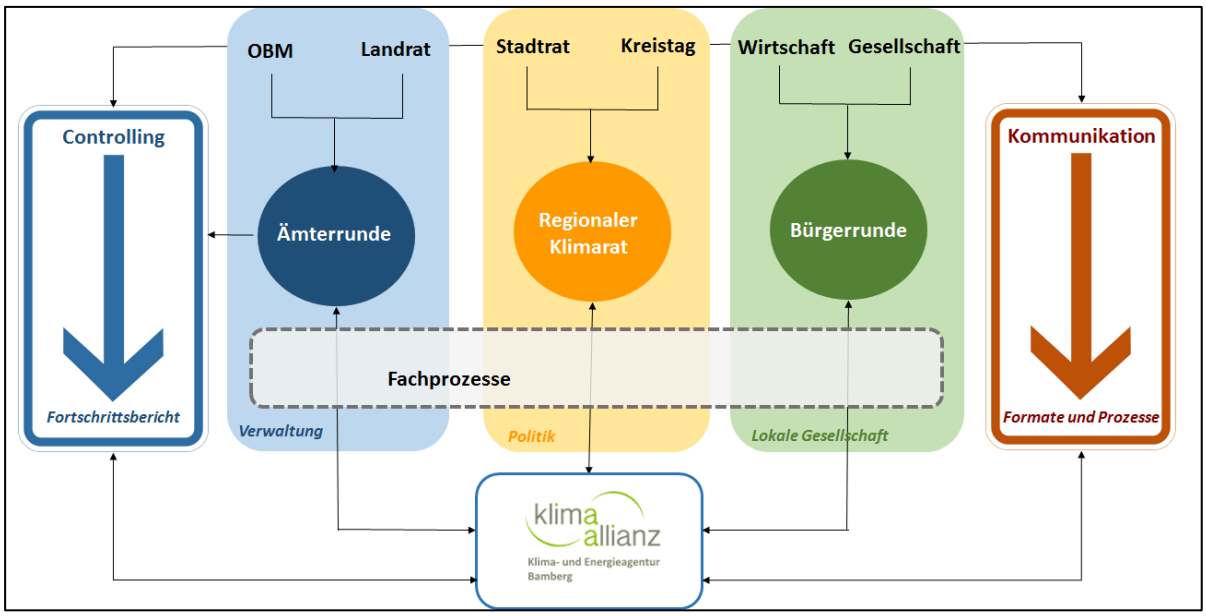


Abbildung 98: Verstetigungsstrategie: Wichtige Akteure und Prozesse.

Im Controlling-Kapitel wurde vorgeschlagen, alle vier Jahre einen Fortschrittsbericht zu veröffentlichen, der den Stand der Klimafolgen, vor allem aber den Umsetzungsstand der Anpassungsmaßnahmen abbilden soll. Dieser Bericht kann als Nukleus der Verstetigung betrachtet werden, markiert er doch Erfolge ebenso wie weiterhin bestehenden (oder neu hinzugekommenen) Handlungsbedarf. Da er öffentlich sein wird, bietet er sich auch als wiederkehrendes Basismoment des Kommunikationsprozesses zur Klimawandelanpassung in Bamberg an. Damit flankieren Controlling und Kommunikation den Verstetigungsprozess und werden umgekehrt durch ihn auch „bespielt".

Institutionell gesehen möchten wir bei der Verstetigung gerne zwischen drei Teilbereichen unterscheiden: Verwaltung, Politik und lokale Gesellschaft. Verstetigung bedeutet, dass in allen drei Bereichen – möglichst vernetzte - Aktivitäten stattfinden.

Der von Stadt und Landkreis Bamberg im Jahr 2012 gegründete **Regionale Klimarat** ist ein bestehendes Gremium, das sich aus dem Umweltsenat des Stadtrates und dem Umweltausschuss des Kreistages zusammensetzt und über klimarelevante Maßnahmen und Projekte berät und abstimmt. Außer-

dem stellt die Klima- und Energieagentur (KlimaAllianz) ihre Projekte dort vor und folgt seinen Weisungen. In Zukunft sollte sich der Klimarat auch stärker mit Klimaanpassungsfragen befassen.

Als neue Gremien schlagen wir hier eine Ämterrunde, eine Bürgerrunde sowie verschiedenen Fachprozesse vor. Die **Ämterrunde** wird anteilig und aufgabenbezogen von Landrat und Oberbürgermeister*in (OBM) ernannt. Ein Blick auf die Handlungsfelder dieses Gutachtens (Kap. 3) zeigt, dass ganz verschiedene Sachbereiche von den Folgen des Klimawandels betroffen sein werden. Damit sind die Aufgabenbereiche ganz verschiedener Verwaltungsgliederungen berührt.

Tabelle 17: Anpassungsrelevante Handlungsbereiche, Zuständigkeiten der Stadtverwaltung und des Landkreises Bamberg (Auswahl).

Anpassungsrelevante Handlungsbereich	Verwaltungsbereich Stadt Bamberg (Amt)	Verwaltungsbereich Landkreis Bamberg (Fachbereich)
Bürgerbeteiligung	13 (Bürgerbeteiligung, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)	ÖA (Öffentlichkeitsarbeit)
Finanzen	20 (Kämmereiamt)	Z3 (Finanzen)
Eigene Gebäude	23 (Immobilienmanagement)	44 (Kreiseigener Hochbau)
Wirtschaft	80 (Wirtschaft)	51 (Wirtschaftsförderung)
Forstwirtschaft	26 (Forst)	-
Verkehr	31 (Straßenverkehr)	53 (Öffentlicher Personennahverkehr), 32 (Straßenverkehr), 43 (Kreiseigener Tiefbau)
Klimaschutz	38 (Umwelt, Brand- und Katastrophenschutz)	52 (Klimaschutz)
Tourismus	17 (Tourismus & Kongress Service)	51 (Wirtschaftsförderung)
Kultur	45 (Kultur)	
Jugend/Schule	49 (Bildung, Schulen und Sport). 51 (Stadtjugendamt)	12.1 (Schulen), 22 (Jugend und Familie)
Stadt-/Raumplanung	61 (Stadtplanung)	GB 4 (Planen, Bauen, Umwelt)
Sicherheit/Katastrophenschutz	38 (Umwelt, Brand- und Katastrophenschutz)	31.1 (Öffentliche Sicherheit)

Eine Ämterrunde besteht aus Fachvertretungen aus der Stadtverwaltung und dem Landratsamt Bamberg zu ausgewählten Themen, etwa in einem Handlungsfeld dieses Gutachtens oder mit Blick auf ein bestimmtes Schutzgut. OBM und Landrat richten solche Ämterrunden ein und delegieren die Teilnehmenden, um gebiets- und ggf. themenübergreifend das Verwaltungshandeln zu koordinieren. Die Maßnahmen dieses Berichts in ihrer Fristigkeit und gemäß Zuständigkeit können so ämterübergreifend koordiniert werden, was dem Querschnittscharakter von Anpassungspolitik Rechnung trägt. Außerdem werden dadurch Synergien zu anderen Politikzielen gefördert und Dopplungen können vermieden werden. Die Anwesenheit der beiden Finanzverwaltungen ist dann sinnvoll, wenn es um die Abschätzung der Kosten bzw. des finanziellen Handlungsspielraums geht. Die Ämterrunde tagt mindestens einmal im Jahr. Zu ihren Aufgaben gehört es auch, das Monitoring/Controlling der Anpassungsstrategie und den entsprechenden Bericht (Fristigkeit: alle vier Jahre) zu unterstützen. Es wäre sehr hilfreich, wenn sich Stadt und Landkreis dazu entschließen könnten, einen Klimaresilienz-Vorbehalt bei Beschlüssen von Stadtrat und Kreistag einzuführen – analog zu ähnlichen Vorbehalten im Bereich Klimaschutz. So lässt sich abschätzen, ob die Beschlüsse die Klimaresilienz erhöhen, mindern oder keine Auswirkungen haben. Damit wird auch eine Beschäftigung mit dem Thema erzeugt.

Als zweites neues Gremium wird hier die Einrichtung einer **Bürgerrunde** vorgeschlagen, an der Ver-

treter*innen der Bamberger Wirtschaft, der Zivilgesellschaft und ganz „normale“ Bürger*innen teilnehmen sollen. Der Grundgedanke dabei ist, die Beteiligungsprozesse im Rahmen der Gutachtenerstellung in eine gewisse dauerhafte Form zu bringen. Auch hier schlagen wir einen Turnus von mindestens einer Veranstaltung im Jahr vor, auf der anstehende Themen der Umsetzung des vorliegenden Anpassungskonzepts mit der Öffentlichkeit diskutiert werden können. Dadurch ergibt sich eine gewisse Parallele zu den Themen der Ämterrunde, was sowohl inhaltlich als auch prozedural sinnvoll ist. In Stadt und Landkreis Bamberg hat sich eine aktive Zivilgesellschaft im Bereich von Klima- und Nachhaltigkeitsthemen etabliert (Bamberger Klimaschutzbündnis (BKB), Fridays for Future, Agenda 2030, Transition Bamberg etc. pp.), die hier sicher mitmachen würde. Da sich im Rahmen der Anpassung auch wirtschaftsnahe Themen stellen (Tourismus, Gewerbeflächen, Hitzeschutz der Beschäftigten, Schifffahrt, Zukunft der Automobilzulieferer etc.), sollte das Spektrum der Beteiligten sich entsprechend erweitern. Aufgrund der Erfahrungen im Beteiligungsprozess ist auch die Einbindung der Bürgermeister*innen des Landkreises eine Option. Last but not least sind die Bamberger Bürgervereine anzusprechen, die sich schon lange aktiv für öffentliche Belange in ihren Vierteln engagieren. Der alle vier Jahre veröffentlichte Fortschrittsbericht der Klimaanpassung wird natürlich auch in der Bürgerrunde diskutiert.

Mit dem Begriff „**Fachprozesse**“ soll hier noch der Tatsache Rechnung getragen werden, dass in diesem Gutachten eine Reihe von informellen Zirkeln (z.B. Runder Tisch zukunftsfähiger Tourismus) vorgeschlagen werden, die ebenfalls zum Verstetigungsprozess gehören. Die dort Teilnehmenden stellen in der Regel eine Teilmenge aus Verwaltung, Politik und Stadtgesellschaft dar, die sich mit sektoralen Fachfragen befassen. Wie in den Maßnahmenblättern zu diesen Fachforen meist angegeben, werden mindestens Teilergebnisse davon öffentlich werden, können also auch in die Bürgerrunde einfließen. Noch stärker wird die Verknüpfung zwischen Fachprozessen und Ämterrunde ausfallen, da hier das Fachprinzip gilt und es auch sachlich-personelle Überschneidungen gibt.

Als zentraler Player im Verstetigungsprozess wird hier die **KlimaAllianz** Bamberg gesehen, die bisher primär im Bereich Energie/Klimaschutz aktiv ist. Allerdings zeigt nicht zuletzt die Betreuung des vorliegenden Gutachtens durch die Allianz, dass sie sich thematisch erweitert hat. Zudem ist die Allianz ein lebendiges Beispiel der bereits erwähnten guten Kooperation zwischen Stadt und Landkreis, und sie zeigt durch ihre Aktivitäten in den Bereichen Beratung, Bildung, Kommunikation und Veranstaltungsmanagement, dass sie eine vielseitige und schlagkräftige Organisation ist, die den Aufgaben im Rahmen des Verstetigungsprozesses gut nachkommen kann. Dazu gehören:

- Enge Zusammenarbeit mit dem Rest der Verwaltung in beiden Gebietskörperschaften und Mitwirkung an den Ämterrunden.
- Rückbindung des Anpassungsprozesses an die Politik, u.a. über den Regionalen Klimarat.
- Entwicklung und Bespielung von verschiedenen Formaten und Prozessen im Rahmen der Klimaanpassungskommunikation.
- Verantwortliche Koordination des regelmäßigen Fortschrittsberichts in Kooperation mit den Verwaltungen.

Es liegt auf der Hand, dass die KlimaAllianz diese zusätzlichen Aufgaben nicht mit der bestehenden Mittel- und Personalausstattung bewältigen kann. Stadt und Landkreis sollten also in näherer Zukunft über den künftigen Aufgabenzuschnitt und den entsprechenden Mittelbedarf der KlimaAllianz nachdenken.

7. Kommunikationsstrategie

7.1. ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL KOMMUNIZIEREN

Ziele der Klimaanpassungskommunikation

Eine Klimaanpassungsstrategie ohne Kommunikation kann es nicht geben. Gesellschaften sind sinnverarbeitende Systeme und Menschen müssen kommunikativ sein, damit sie physisch handeln können. Daher ist eine Kommunikationsstrategie integraler Teil der Klimaanpassungsstrategie. Sie beschäftigt sich mit der Frage, wie die Erkenntnisse aus der Konzepterstellung (Betroffenheiten, Strategien, Maßnahmen) mit den relevanten Zielgruppen kommuniziert werden können. Das ist wichtig, denn eine Strategie steht zunächst nur auf dem Papier. Um sie umzusetzen, sie also „zum Leben zu erwecken“, bedarf es der kommunikativen Verankerung der Klimaanpassung im Denken und Handeln der Verwaltung und der Gesellschaft in Stadt und Landkreis. Erst dadurch wird Klimaanpassung zu einem gelebten Prozess. Ein Konzept ohne Kommunikation droht in der Schublade zu verschwinden und damit seiner Wirkmächtigkeit beraubt zu werden.

Es sind im Wesentlichen vier Arten von Kommunikationszielen, die aufeinander aufbauen:

- Über Klimaveränderungen und ihre lokalen Auswirkungen informieren; Wissensaufbau bei den lokalen Akteuren befördern.
- Für Klimafolgen, Betroffenheiten und Handlungsbedarfe sensibilisieren.
- Akteure für die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen motivieren und aktivieren.
- An der Ausgestaltung von Maßnahmen und dem Anpassungsprozess beteiligen; Vernetzungen von Akteuren ermöglichen.

Die Kommunikationsstrategie enthält mehrere Kommunikationsmaßnahmen, die genau diese **vier Kommunikationsziele** sicherstellen sollen. Sie werden im weiteren Verlauf kurz vorgestellt. Zunächst folgen jedoch einige Voraussetzungen, die es bei der Kommunikation des Themas zu beachten gilt.

Der Anpassungsprozess als Aushandlungsprozess

Die Verstetigungsstrategie und das Controlling-Konzept gaben bereits einen Vorgeschmack auf den Zyklus der Klimaanpassung:

- Risiken erkennen und bewerten
- Maßnahmenentwicklung
- Umsetzung
- Monitoring und Evaluation

Zur langfristigen „Daueraufgabe“ wird dabei die parallele Kommunikation zur Klimaanpassung. Denn im Zuge der Klimaanpassung als Daueraufgabe wird es immer wieder auch Kommunikationsbedarf geben, da Klimaanpassung selbst angepasst werden muss und von daher einen eigenen Lernprozess darstellt. Zudem starten nicht alle Maßnahmen dieses Konzeptes zum gleichen Zeitpunkt, so dass im Laufe der Umsetzung unterschiedliche Akteure eingebunden werden müssen. In beiden Fällen muss klar sein, dass „Umsetzung“ immer auch „Aushandlung“ bedeutet. Denn Menschen machen sich nicht einfach zum Umsetzungsinstrument eines Konzepts, sondern müssen es verstehen, interpretieren, im Lichte eigener Interessen und Situationen modifizieren, auf neue Informationen beziehen etc.

Das gilt nicht nur für die Klimaanpassungsmaßnahmen, sondern auch für die Kommunikationsmaßnahmen in diesem Kapitel. Die Akteure müssen später bewerten, welche kommunikativen Maßnahmen wirksam werden und ausgebaut werden sollten, welche Kommunikationsmaßnahmen ihrer Erfahrung nach hinzugefügt werden müssten und wie die Kommunikation den Erfordernissen des voranschreitenden Klimawandels angepasst werden kann.

Je transformativer die Anpassung, desto mehr Kommunikation ist erforderlich

Klimaanpassung kann auf zwei Arten stattfinden. Über Veränderungen im Bestand, also eine Optimierung des Bestehenden. Der Bedarf an einer gesellschaftlichen Zielaushandlung im diskursiven Prozess ist bei solch einer „inkrementellen“ Anpassung geringer.

Ganz anders die „transformative“ Anpassung. Sie kommt zum Zuge, wenn die herkömmlichen Praktiken und Verbesserungen am Bestehenden trotz Optimierungen nicht mehr ausreichen, um eine klimawandelbedingte Betroffenheit zu verhindern oder auf ein akzeptables Maß zu mindern. Dann sind neue Problemlösungsstrategien erforderlich. Das erfordert umso intensivere Aushandlungs- und damit auch Kommunikationsprozesse. Je stärker der Klimawandel und je transformativer Maßnahmen sein müssen, desto größer ist folglich der Kommunikationsbedarf. Bürger*innen- und Akteursbeteiligung wird für transformative Maßnahmen damit noch wichtiger.

Klimaschutz UND Klimaanpassung sind notwendig und ergänzen einander

Ein wiederholt von den Bürger*innen im Beteiligungsprozess präsentiertes Anliegen bestand darin, die Klimaschutzbemühungen von Stadt und Landkreis zu intensivieren. Sie wurden als nicht ausreichend erachtet, um das 1,5 °C-Ziel einzuhalten oder um deutlich unter 2 °C globaler Erwärmung zu bleiben – Ziele, die von der Wissenschaft als notwendig angesehen werden, um sehr weitreichende (teils unabsehbare und sich gegenseitig verstärkende) negative Folgen des Klimawandels zu vermeiden. Es wurde die Sorge formuliert, dass viele Menschen die Bemühungen um eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels als Versagen der Klimaschutzbemühungen ansehen.

Für die Kommunikation der Klimaanapassung ist es deshalb unerlässlich, zu betonen, dass Klimaschutz und Klimaanpassung keine konkurrierenden, sondern sich ergänzenden Notwendigkeiten einer nachhaltigen Entwicklung darstellen.

Von daher wird der Stadt und dem Landkreis empfohlen, beide Facetten der Klimapolitik weiterhin möglichst integriert zu betrachten, zu bearbeiten und zu kommunizieren.

Das bearbeitende Konsortium wie auch der Auftraggeber und die Akteure im Prozess haben großen Wert daraufgelegt, solche Klimaanpassungsmaßnahmen zu erarbeiten, die gleichzeitig anderen gesellschaftlichen Zielen dienen – allen Voran dem Klimaschutz. Im Zuge der Maßnahmenumsetzung ist dieser doppelte Nutzen (für den Klimaschutz und die Klimaanpassung) stets weiter zu kommunizieren.

Gut in die Anpassungskommunikation gestartet

Was für die Klimaanpassung gilt, trifft auch auf die Kommunikation zu: Sie sollte frühzeitig begonnen werden. Die Kommunikation mit den unterschiedlichen Akteursgruppen war deshalb eines der zentralen Arbeitspakete der Konzepterstellung. Auf diese Weise konnten unterschiedliche Standpunkte, Erfahrungen und Wissensbestände in den Prozess eingebunden werden.

Die Stadtgesellschaft wurde während der Konzepterstellung über das Vorhabeninformiert und konnte sich in zwei öffentlichen Veranstaltungen einbringen. Für die Menschen, die nicht teilnehmen konnten oder wollten, wurden Dokumentationen erstellt und auf der Webseite der Klimaallianz veröffentlicht. Im Rathaus Journal erschienen Berichte über den Arbeitsfortschritt. Mit einem Filmbeitrag von TV-Oberfranken wurde zudem über die Bürger*innenveranstaltung und die Hintergründe zum Konzept berichtet. Die Kommunikation erfolgte also multimedial.

Worüber und wann wird kommuniziert?

Klimaschutz und Klimaanpassung sind Zukunftsaufgaben, die die Mitarbeit der gesamten Stadtgesellschaft erfordern, möglichst aller Zielgruppen, Milieus, Bildungsschichten, Berufs- und Altersgruppen. Dies gelingt nur, wenn die Medien und Formate gewählt werden, die von den Akteursgruppen auch verstanden und genutzt werden. Im Beteiligungsprozess zur Konzepterstellung wurde von einigen Teilnehmer*innen der Wunsch geäußert, dass angesichts der enormen Tragweite des Themas Klimawandel die Bewerbung und Einladung zu Veranstaltungen zu diesem Thema so umfassend wie möglich ausfallen sollte. Dabei sollten möglichst vielfältige Kanäle bzw. Medien genutzt werden, um die unterschiedlichsten Zielgruppen zu erreichen, schließlich sei das Kommunikations- und Informationsverhalten der verschiedenen gesellschaftlichen Teilgruppen äußerst heterogen. Beispielsweise beziehen ältere Menschen ihre Informationen eher aus Tageszeitungen, während jüngere Menschen ihre Informationen häufiger aus sozialen Medien (Facebook, Twitter, Instagram, Messenger) und E-Mailverteilern beziehen. Hier gilt: Möglichst weit streuen, damit alle potentiell Interessierten über neue Entwicklungen zur Klimaanpassung erfahren.

Die Kommunikation muss zudem mit möglichst großem zeitlichem Vorlauf vor Terminen erfolgen. Ein Ziel, dass innerhalb des kurzen Projektes bei eng getaktetem Arbeitsplan nicht immer einfach umzusetzen war. Bei zukünftigen Veranstaltungen zur Klimaanpassung ist darauf Wert zu legen.

Akteure und Best-Practice der Kommunikation

Klimaanpassungskommunikation ist kein unidirektionaler Prozess mit Sender und Empfänger von Botschaften. Vielmehr ist Kommunikation ein wechselseitiger, interaktiver und iterativer Prozess. Diesem Prozess gilt es „Diskussionsraum“ und Struktur zu geben, also die geeigneten Foren, Formate und Abläufe einzuräumen.

Als Erstes ist die Frage zu beantworten: Wer kommuniziert nach Abschluss der Konzepterstellung Klimawandelanpassung in Stadt und Landkreis Bamberg? In erster Linie müssen das die Akteure sein, die bereits seit vielen Jahren im Themenfeld Umwelt und Nachhaltigkeit in Stadt und Landkreis Bamberg engagiert arbeiten, über das lokale Fachwissen verfügen, über Vertrauen, über ein großes Netzwerk. Das steigert die Chance dafür, dass die Kommunikation wahrgenommen und als relevant bewertet wird, weil das Vertrauen in den Absender bereits besteht und nicht erst beschafft werden muss. Das erhöht dann letztlich auch die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Menschen zum Handeln motiviert werden können. Im Folgenden werden deshalb die städtischen und zivilgesellschaftlichen Akteure dargestellt, die zum (kommunikativen) Gelingen der Klimaanpassung beitragen können. Sie können für die Klimaanpassung eine sogenannte Multiplikatorrolle einnehmen. Diese können insbesondere bei der Verbreitung von Veranstaltungseinladungen und Informationen über ihre Kanäle und Netzwerke helfen und Interessen bündeln.

Die **Klimaallianz Bamberg** wurde 2008 von Stadt und Landkreis Bamberg gemeinsam gegründet um gemeinsam ambitionierte Ziele in Klimaschutz, Energieeffizienz und Umweltbildung zu erreichen. Im

Sinn einer ganzheitlichen Klimaschutzpolitik wurde schon damals Maßnahmen zum Schutz der Ressourcen Boden, Wasser und Luft im Gefolge der Klimaerwärmung ins Auge gefasst. Die Integration der Gemeinden sowie der kommunalen und privaten Betriebe in eine strategische Klimaschutzpolitik wurde ebenso angestrebt wie die Unterstützung der Bürger*innen bei der Mitwirkung an der selbstverantwortlichen Gestaltung des öffentlichen Lebens im Sinn eines nachhaltigen Klimaschutzes. Die Erfolge der Klimaallianz in den letzten 12 Jahren geben dem Ansatz Recht und weisen sie als einen wichtigen „Knotenpunkt" einer integrierten Klimakommunikation in der Region aus.

Der **Klimarat von Stadt und Landkreis Bamberg** ist ein Gremium, das sich aus dem Umweltsenat des Stadtrates und dem Umweltausschuss des Kreistages zusammensetzt. Er berät und stimmt über die Maßnahmen und Projekte der Klimaallianz ab. So werden gemeinsame Themen miteinander behandelt und entschieden und die Umsetzung von Projekten vereinfacht. Als Beratungsgremium könnte dem Klimarat eine wichtige Brückenfunktion zwischen Stadtgesellschaft, Verwaltung und Politik zukommen.

In der **Stadt Bamberg** ist die **Abteilung "Umwelt" des Amtes für Umwelt, Brand- und Katastrophenschutz (kurz: Umweltamt)** für die Kommunikation des Themas Anpassung an die Folgen des Klimawandels zuständig. Dafür sind gute Voraussetzungen gegeben, wie einige Projekte aus dem Portfolio der Abteilung zeigen. Bamberg ist sowohl Fairtrade-Stadt als auch essbare Stadt, eine Konferenz im Januar 2020 diskutierte die Vision „Bamberg plastikfrei". Klimaanpassung kann viele dieser Themen und Aktivitäten anknüpfen, Schnittmengen gilt es zu suchen und herauszustellen.

Trotz der vielfältigen Aktivitäten zeigt eine (nicht repräsentative) Umfrage aus dem Jahr 2018 (Stadt Bamberg, 2018a), dass das Umweltamt in der Stadtgesellschaft in der Vergangenheit nicht präsent bzw. bekannt genug war, obwohl es sich um wichtige Zukunftsfragen kümmert Das Umweltamt folgerte daraus, dass es seine Sichtbarkeit steigern wollte. Projekte und Aufgaben sollen auch unter Einbeziehung der neuen sozialen Medien noch besser nach außen dokumentiert werden. Das soll zur Bewusstseinsbildung und für mehr Verständnis für die Maßnahmen des Umweltamtes beitragen, wäre also auch für den Erfolg der Klimaanpassungsstrategie wichtig.

Die Stadt Bamberg verfügt außerdem über ein **Amt für Bürgerbeteiligung, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit**. Dieses kann ebenfalls dazu beitragen, die Bevölkerung für die Klimawandelanpassung zu informieren, sensibilisieren und zu motivieren. Mit dem **Bürger*innendialog** bietet die Stadt Bamberg allen Bürger*innen ein institutionalisiertes Format, um Missstände und Probleme, aber auch Lob und Wünsche, auf schnellem und direktem Weg der Stadtverwaltung mitzuteilen.

Der **Fachbereich Klimaschutz** im **Landkreis** Bamberg arbeitet eng mit den Kommunen des Landkreises und der Stadt Bamberg zusammen. In der Umsetzung befindet sich derzeit etwa ein Intermodales Mobilitätskonzept. Die vielfältigen Anstrengungen beim Klimaschutz im Landkreis wurden 2016 mit dem Bayerischen Energiepreis gewürdigt. 2018 zählte der Kreis zu den fünf besten Energie-Kommunen des Jahrzehnts in Deutschland. Für die Klimaanpassung ist das von Vorteil, da der Landkreis somit über weitreichende Erfahrung in der erfolgreichen Bearbeitung und Kommunikation von Klimathemen verfügt.

Das Agenda2030-Büro ist die zentrale Anlauf- und Koordinationsstelle im Umweltamt der Stadt Bamberg für die Umsetzung der Agenda 2030. Eine der Hauptaufgaben des Agenda2030-Büros besteht in der Initiierung und Durchführung nachhaltiger Aktionen, Projekte und Veranstaltungen in den Bereichen Soziales, Ökonomie und Ökologie im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung. Das Agenda2030-Büro schafft Informations- und Bildungsangebote zum Thema „Nachhaltige Entwick-

lung“, betreut ein Netzwerk von Akteuren, Vereinen, Verbänden, Interessensgemeinschaften etc., die sich im Themenbereich Nachhaltigkeit engagieren. Das Motto der Agenda2030: „Heute für Morgen Handeln!“

Transition Bamberg ist eine offene Gruppe von Menschen, die den Wandel in Bamberg hin zu einer solidarischen, nachhaltigen und lebenswerten Gesellschaft aktiv mitgestalten. Das Engagement geschieht freiwillig und eigenverantwortlich, motiviert durch die Freude an positiver Veränderung. Dies ist eine für die Klimaanpassung wichtige mentale Grundhaltung, denn die Sprache von einer Klimakrise und einem „Weltuntergang“ führt zu Fatalismus. Eine Katastrophen-Kommunikation erzeugt das Gefühl der Hilflosigkeit und wirkt wenig motivierend. Statt „angesichts düsterer Zukunftsprognosen vor lauter Angst den Kopf in den Sand zu stecken und dem Irrglauben zu verfallen, dass ein Einzelner ja sowieso nichts ausrichten kann, packen die Menschen von Transition Bamberg die Herausforderungen an und stellen mit Freude fest, dass sie gemeinsam sehr wohl vieles erreichen können, wenn sie an einem Strang ziehen“. Sie kommen vom Wissen zum Handeln. Ihr Motto ist **Einfach.Jetzt.Machen** (Transition Bamberg, 2020).



Abbildung 99: Transition Bamberg (Transition Bamberg, 2018).

Das **Bamberger Klimaschutzbündnis (BKB)** ist ein überparteilich arbeitender Zusammenschluss aus 28 Organisationen, Bewegungen, Initiativen und engagierten Bürger*innen, die sich für den Klimaschutz und die Klimafolgenanpassungen in der Stadt und dem Landkreis Bamberg einsetzen (Change e. V., 2020). Die gemeinsame Überzeugung: Die Klimakrise betrifft jede*n und nur gemeinsam können wir die größten Katastrophen noch stoppen. Das Bündnis forderte wiederholt ein intensiveres Klimaschutzengagement von Stadt und Landkreis. Die Forderungen des BKB nach mehr Klimaschutz stehen der Klimaanpassung nicht grundsätzlich entgegen. Zwischen einigen Klimaschutz-Forderungen und der Klimaanpassung bestehen Synergieeffekte, d. h. Klimaanpassung dient auch dem Klimaschutz und umgekehrt. Weitere Schnittstellen bestehen in den Bereichen Mobilität, Energie, Bauen und Ressourcenverwendung.

An der **Universität Bamberg** wird sich in Wissenschaft und Praxis wie auch Lehre und Studium mit dem Klimawandel, den Klimafolgen und der Klimaanpassung auseinandergesetzt. An der Universität

sind der Austausch und die Beziehungen zwischen Wissenschaft und Praxis zentrales Element der täglichen Arbeit. Sie führt zahlreiche Projekte mit vielen und vor allem regionalen Kooperationspartner*innen durch, profitiert dabei vom Wissen der Praxisakteure und kann zugleich wichtige wissenschaftliche Erkenntnisse über die Medien an die Öffentlichkeit zurückgeben. Mit Blick auf das Thema Klimawandelanpassung sind einige Studien der letzten Jahre hier besonders erwähnenswert, etwa zu „UNESCO-Welterbe Gärtnerstadt Bamberg und Urbaner Gartenbau“, „Leben in der Stadt: Befragung zur Wohn- und Lebensqualität in der Bamberger Innenstadt“, „Bierkeller und Brauereien im Bamberger Land“ oder zuletzt das „Seniorenpolitische Gesamtkonzept und Quartiere in Bamberg“ (Universität Bamberg, 2019).

7.2. MAßNAHMEN FÜR DIE ANPASSUNGSKOMMUNIKATION

Veröffentlichung des Konzeptes und Information der lokalen Akteure

Zuallererst ist das Konzept den politischen Gremien zur Kenntnisnahme vorzulegen. Ein symbolischer Beschluss zur Annahme des Konzeptes und das Bekunden der Bereitschaft, das Konzept umzusetzen, ist ein wichtiger symbolischer Kommunikationsakt an die Verwaltung, die Akteursgruppen sowie die Bevölkerung, dass sich die Politik den lokalen Folgen des Klimawandels annimmt und handelt.

Im Anschluss ist das Konzept allen im Prozess beteiligten Akteuren und allen weiteren Akteuren in Stadt, Landkreis und Region per E-Mail zuzusenden bzw. ihnen den Hinweis auf das fertige Konzept zu senden und sie auf eine Möglichkeit zum Herunterladen zu verweisen (siehe nächster Absatz).

Eine weitere relativ rasch und kostengünstig umzusetzende Maßnahme bestünde darin, auf der Webseite der Klimaallianz Bamberg (https://www.klimaallianz-bamberg.de) das Klimaanpassungskonzept zu veröffentlichen bzw. zum Herunterladen als .pdf-Datei anzubieten. Dafür sollte eine Unterseite zu den Hintergründen des Konzeptes (Ziel, Prozess, Fördermittelgeber) angelegt werden.

Diese Einstiegswebseite zum Konzept und zur Klimaanpassung sollte im Anschluss iterativ um ergänzende Informationsangebote zur Klimaanpassung ergänzt werden. . Das vorliegende Gutachten könnte dafür als eine Art „Steinbruch“ dienen, aus dem wichtige Aussagen und Grafiken extrahiert bzw. textlich verdichtet werden könnten, z. B. zu den Klimaszenarien für die Region Bamberg, der Verwundbarkeit der Sektoren/Handlungsfelder oder solchen Maßnahmen, die private Haushalte und Unternehmen selber realisieren können.

Stadt und Landkreis sollten den Planungs- und Umsetzungsstand der Klimaanpassungsmaßnahmen Maßnahmen dokumentieren (Kap. 5). Die Ergebnisse sollten in Fortschrittsberichten der Politik und Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Abendveranstaltungen der Klima- und Energieagentur Bamberg

Die Klima- und Energieagentur Bamberg bietet in Zusammenarbeit mit verschiedenen Gemeinden des Landkreises Bamberg kostenlose Vorträge zu unterschiedlichen Themen an. Themen im Jahr 2020 sind etwa PV-Strom, Eigenstromverbrauch, Stromspeicher, Gebäudesanierung, smart home. Bei diesen Vorträgen werden Aspekte wie Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz betrachtet. Auch die künftigen klimatischen Rahmenbedingungen und damit einhergehende Nutzer*innenbedürfnisse sollten thematisiert werden. An die oben genannten Themen knüpfen der Schutz vor sommerlicher Hitze und Kühlmöglichkeiten an. Aber auch das Thema Schutz vor Starkregen sollte in das Vortragsprogramm der Klima- und Energieagentur Bamberg Eingang finden.

Auf der Bürger*innenveranstaltung wurde diese Art der Kommunikation mit Veranstaltungen in den Kommunen des Landkreises explizit gewünscht. Aufklärungs- /Bürger*innenveranstaltungen sollen dezentral über die Fläche verteilt stattfinden.

Kostenlose Beratung zur Eigenvorsorge vor Extremwetterereignissen

Die Stadt Bamberg bietet bereits eine kostenlose Energieberatung in Zusammenarbeit mit dem Verein Energieberater Franken e.V. an. Diese findet jeden Mittwochnachmittag statt. Dieses bewährte Format sollte ausgeweitet bzw. ergänzt werden um eine kostenlose (Einstiegs-)Beratung zur Klimaanpassung für Bürger*innen wie auch Unternehmer*innen. Das Beratungspersonal sollte dafür mit einer Fortbildung zur Klimaanpassung qualifiziert werden.



Abbildung 100: Mehr als nur ein Schaufenster: Das Bürgerlabor der Stadt Bamberg lädt zum Mitreden, Ausprobieren und Mitmachen ein. Quelle: GreenAdapt

Bürger*innenlabor und Pat*innen für die Maßnahmen

Das Bürger*innenlabor ist eine Mischung aus Bürger*innenwerkstatt und Reallabor. Das Ziel ist die Partizipation möglichst aller Menschen an politischen Prozessen und die Stärkung von Bürger*innenbeteiligung. Das Klimaanpassungskonzept sollte im Bürger*innenlabor vorgestellt, diskutiert und dauerhaft ausgelegt werden. Möglichkeiten zur Mitwirkung an der Umsetzung des Konzeptes und zur Klimaanpassung im eigenen Umfeld sollten aufgezeigt werden. Ggf. können über das Bürger*innenlabor Pat*innen für die Anpassungsmaßnahmen gewonnen werden. Dies wären Engagierte, die sich ehrenamtlich mit ihrer Expertise, ihrer Arbeitskraft, ihrem Wissen und Netzwerk in die Umsetzung und Begleitung der Klimaanpassungsmaßnahmen einbringen.

Sommerlicher Fotowettbewerb zum Umgang mit Hitzewellen

Die Bürger*innen werden dazu aufgerufen, ihre kreativen Lösungen für den Umgang mit Hitzewellen mit Fotos zu dokumentieren und einzusenden bzw. in den sozialen Medien an Stadt und Landkreis /die Klimaallianz/das Umweltamt der Stadt Bamberg zu posten. Damit werden die sozialen Medien bespielt und mit interessanten Inhalten zu klimaangepasstem Verhalten gefüllt.

Um die Kreativität anzuregen und die Bandbreite an Klimaanpassung aufzuzeigen, sollte es mehrere Kategorien geben, in denen Fotos als Wettbewerbsbeiträge eingereicht werden können. Vorgeschlagen werden die Kategorien Kinder & Jugend, Senior*innen, Gemeinschaft & Vereine, Garten & Natur, Tiere, Lernen und Arbeit, Gebäude & Wohnen, Kunst & Kultur sowie Wasser.

Nach Ablauf der Einsendefrist können die Bamberger aus Stadt und Landkreis entweder per „Like“ oder auf einer Ausstellung bei einem Stadtfest über die Gewinnerfotos abstimmen. Die Einsender, die die meisten Stimmen erhalten haben, erhalten als Preis einen Bienenbaum. Diese fördern die Artenvielfalt, indem sie Insekten Nahrung bieten. Die Gewinner*innen der Bienenbäume werden angehalten, ein Foto vom eingepflanzten Baum als Beleg des Verbleibs einzusenden.

(Wander-)Ausstellungen zu Klimafolgen und -Anpassung mit Lokalbezug

(Wander-) Ausstellungen zum Thema Klimafolgen und -anpassung informieren die Bevölkerung und wecken das Interesse am Thema. Um den Besucher*innen die stattfindenden und voranschreitenden Veränderungen in ihrem direkten Lebensumfeld zu verdeutlichen, muss ein lokaler Bezug in der Ausstellung (Beispiel: Auswirkungen des Klimawandels auf den heimischen Forst) hergestellt werden. Es empfiehlt sich daher sehr, eine (Wander-)Ausstellung zum Klimawandel, den damit einhergehenden Klimafolgen und zu Möglichkeiten der Klimaanpassung in Schulen und öffentliche Einrichtungen zu bringen. In der Vergangenheit gab es in Bamberg bereits eine Ausstellung zu Klimaschutz und Nachhaltigkeit. Im Mai 2016 bis Juni 2016 kam die Ausstellung „Klima Faktor Mensch“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) nach Bamberg und gastierte dort in der Bamberger Sparkasse (Klimaallianz Bamberg, 2016). Prinzipiell eignen sich für ein solches Vorhaben insbesondere Schulen, Rathäuser und Verwaltungsgebäude (Sozialbehörden, Zulassungsstellen), aber auch Einkaufszentren und Museen, die von vielen Menschen besucht werden.

Klimakommunikation – ein Thema für Forschung und Lehre

„Die Rolle von Medien und Kommunikation in der Gesellschaft ist unser zentraler Gegenstand in Lehre und Forschung.“ (Universität Bamberg, 2020). An der Universität Bamberg gibt es ein Institut für Kommunikationswissenschaften. Die Studierenden könnten sich der Klimaanpassungskommunikation in Bamberg etwa in berufspraktischen Übungen und Praktika widmen. Diskurse zur Klimaanpassung könnten zudem einen geeigneten Untersuchungsgegenstand für Abschlussarbeiten darstellen.

Am Institut für Psychologie der Universität Bamberg wird zum Thema Gamification gearbeitet. Damit wird die Anwendung spieltypischer Elemente in einem spielfremden Kontext bezeichnet. Das kann genutzt werden, um komplexe Zusammenhänge vereinfacht abzubilden und um neue Verhaltensweisen gefahrlos auszuprobieren. Mit Gamification könnten auch Klimaschutz und Klimaanpassung spielerisch erlernt werden. An der Universität Bamberg fand bereits ein Empiriepraktikum zum Thema Gamification & Klimaschutz statt *(ExPra KlimaGame*). Anfang des Jahres 2020 fand im „Geographischen Kolloquium“ ein Vortrag über Klimawandel und Migration statt, bei dem Strategien des bedrohten Inselstaates Kiribati vorgestellt wurden. Das Thema Anpassung wird also bereits behandelt. Klimaanpassung sollte im Kolloquium von der Klimaallianz vorgestellt werden. Generell sollte die Klimaallianz Bamberg die Zusammenarbeit mit der Universität Bamberg und insbesondere den genannten Disziplinen suchen.

Unterstützung in der Antragstellung für lokale Klimaanpassungsprojekte

Auf einer Bürger*innenveranstaltung im Rahmen der Konzepterstellung wurden konkrete Ideen für ein Klimaanpassungsprojekt in der beruflichen Ausbildung eingebracht. Stadt und Landkreis sollten lokale Akteure darin unterstützen und ermutigen, Förderanträge für lokale Klimaanpassungsprojekte in Stadt und Landkreis zu stellen. Die Klimaallianz sollte Antragstellern für derartige Projekte mit Know-how unterstützen und sich als Netzwerkpartner den beantragenden Konsortien anschließen.

Bei Glühwein über die Erderwärmung diskutieren

Das Amt für Bürger*innenbeteiligung, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit hat in der Vergangenheit bereits einen Stand auf dem Weihnachtsmarkt betrieben. Derartige bürger*innennahe Informations- und Beratungsmöglichkeiten sollten auch für die Klimaanpassung genutzt werden. Das Angebot wäre besonders niederschwellig und würde breite Bevölkerungsschichten erreichen. An der Weihnachtshütte sollte über das Klimaanpassungskonzept, den Stand der Maßnahmenumsetzung sowie aktuelle

Mitbestimmungsmöglichkeiten informiert werden.

Klimarisiken auf dem Bierdeckel

In dem österreichischen Projekt „Gelebte Praxis Klima-Kommunikation“ wurde eine Bierdeckelserie mit einem Klimakrisen-Faktencheck erstellt. Die Vorderseiten zeigen populäre Behauptungen, die Rückseiten Gegenargumente. Die Motive können unter www.klimartikulieren.at eingesehen werden. Für Bamberg wird empfohlen, mit Bierdeckeln auf das Klimaanpassungskonzept, die Informationsangebote der Klimaallianz hinzuweisen bzw. diese mit einem QR-Code zu verlinken. Es könnten zudem wissenswerte Informationen rund um die Auswirkungen des Klimawandels auf das Thema Bier auf den Bierdeckeln gegeben werden. Dieses Thema war Inhalt von Vorträgen im Rahmen der Konzepterstellung. So wirkt sich der Klimawandel auf die drei Grundstoffe Wasser, Malz und Hopfen negativ aus und verändert auch das Trinkverhalten. Egal ob im Brauhaus, im Biergarten, am Stammtisch oder auch im Gemeindeamt, die Bierdeckel werden für Gesprächsstoff sorgen. Umgesetzt werden könnte diese Maßnahme Tourismus und Kongress Service Bamberg, der diverse Programme zum Thema „Bamberger Bier" anbietet oder vermittelt. Eventuell in Kooperation mit Bierland Oberfranken e.V.

Patenschaften für Bäume und kleine Grünflächen

Bürger*innen, Schulklassen, Vereine, Nachbarschaften oder Firmen könnten eine Patenschaft für Straßenbäume und kleine Grünanlagen übernehmen. Sie würden sich dann um das Wässern kümmern, damit das Grün in Trockenperioden nicht eingeht. Die Maßnahme hilft, Verantwortungsgefühl für das eigene Umfeld auszubilden. Die „Patenkinder“ sollten ein Schild erhalten, das deutlich macht, dass sich ein Pate um den Baum oder die Grünanlage kümmert und sie so gut es geht durch die Trockenperioden bringt. Der Pate erhält eine Urkunde über die Patenschaft. Den Paten sollte ein Pflege-Merkblatt mit hilfreichen Tipps und Hinweisen für die fachgerechte Pflege ihres „Patenkindes“ zur Verfügung gestellt werden. Die Bewerbung sollte über ein Online-Formular erfolgen. Best-practice-Beispiel ist die Stadt Aachen, die für das Programm einen eigenen Flyer entwickelt hat (Aachener Stadtbetrieb, 2020).

Die Stadt Bamberg betreibt seit 2017 das Projekt der Baumpatenschaften. Gegen eine einmalige Spende in Höhe von 250 Euro können Bürger*innen die Patenschaft für einen Baum im Stadtgebiet übernehmen. Die Bäume werden an Straßen und in Grünanlagen im Stadtgebiet neu gepflanzt. Interessierte können sich hier einen Standort auswählen und dann gemeinsam mit dem Fachamt die Baumart auswählen. Betreut wird das Projekt vom Garten- und Friedhofsamt der Stadt Bamberg (Stadt Bamberg, 2019d).

Klimaanpassung macht Schule

Am Beteiligungsprozess der Konzepterstellung, namentlich am ersten Bürgerworkshop zu klimawandelbedingten Betroffenheiten, nahmen Vertreter*innen der Maria-Ward-Realschule teil. Bei ihnen bestand ein großes Interesse, an Ihren Schulen unter Einbeziehung der Schüler*innen Klimaanpassungsmaßnahmen umzusetzen und dabei für das Thema zu informieren, sensibilisieren und motivieren. Die oben genannten Akteure sollten deshalb zusammen mit den Schulen Bildungsformate zur Klimaanpassung entwickeln. Dies können Workshops zum Umgang mit Extremwetterereignissen sein, Vorträge zur Klimawissenschaft, oder Begrünungsprojekte auf den Schulhöfen. In der eingangs erwähnten Schule hat das Thema Klimafolgen etwa bereits Einzug in die Schülerzeitung gehalten.

Bamberger Ehrennadel für Engagierte im Klimabereich

Der Landkreis Bamberg ehrt einmal im Jahr Personen oder Gruppen, die sich in sportlicher, sozialer, kultureller oder gesellschaftspolitischer Hinsicht hervorgetan haben. Durch die öffentliche Würdigung ehrenamtlicher Tätigkeit möchte er einen Beitrag leisten zur Wahrnehmung und gesellschaftlichen Anerkennung des Ehrenamtes und all derer, die rund ums Jahr für Menschlichkeit und Miteinander in unserer Gesellschaft sorgen (LK Bamberg, 2020). Zukünftig sollte auch die Möglichkeit bestehen, Engagierte in der Bewältigung von klimatischen Herausforderungen auszuzeichnen, da sie sich um den Erhalt der klimatischen Funktionen für die Gemeinschaft verdient machen.

Führungen der Volkshochschule Bamberg Stadt

Die Volkshochschule (VHS) Bamberg bietet ein vielfältiges Programm an Führungen an. Zusammen mit zivilgesellschaftlichen Akteuren und Initiativen, der Universität Bamberg sowie der Stadtverwaltung sollte das niederschwellige Informationsangebot der Stadtführung um Führungen zu den Themen Stadtökologie und Stadtklima ergänzt werden. Dies trägt dazu bei, das Wissen der Bevölkerung über die Auswirkungen von Stadtplanung, Gebäudebauweise und Grünflächen erlebbar zu machen. Die Führungen sollten in der „warmen“ Jahreszeit stattfinden.

Agenda-Kino zeigt Filme über den Klimawandel

Das Agenda 2030-Büro organisiert zusammen mit der Transition-Kino Gruppe Filmvorführungen zu Themen rund um die ökonomischen, ökologischen und sozialen Herausforderungen. Sie schaffen damit den Rahmen für spannende und zielführende Diskussionen und schaffen Vernetzung wie Inspiration. Die Organisatoren freuen sich über Filmempfehlungen und Anregungen. Die lokalen Akteure sollten sich deshalb um Filme bemühen, die positive Geschichten des Gelingens in Bezug auf Klimaanpassung (und Klimaschutz) aufzeigen und damit zum Selbst-Aktiv-Werden motivieren. Einer dieser Filme ist „Tomorrow – Die Welt ist voller Lösungen“, der sich mit der Frage beschäftigt, wie die Welt im Jahr 2040 aussehen könnte (Stadt Bamberg, 2020a).

Klimaanpassungsprojekte zum Anfassen

Mit der Karte „Bamberg im Wandel – Inspirationen für einen nachhaltigen Lebensstil“ hat der Bamberger Verein CHANGE e.V. beispielhaft Initiativen, Unternehmen und Projekte sichtbar gemacht, die Wege in eine nachhaltige Gesellschaft aufzeigen. Sie soll Anstoß geben zu Diskussion und Austausch sowie ermutigen, die Idee einer nachhaltigen Lebensweise in kleinen oder großen Schritten zu erproben. Was als Stadtkarte für die Hand begonnen hat, wird zukünftig unter „Bamberg.vonmorgen.org“ weitergeführt (Kartevonmorgen.org, 2020). Dort werden aktuell Initiativen, Events und Unternehmen dargestellt, die für Nachhaltigkeit wichtig sind. Künftig könnte man auch vorbildliche Klimaanpassungsprojekte in diese digitale Stadtkarte aufnehmen.

8. Literatur

Aachener Stadtbetrieb (2020) „Paten gesucht! Für Aachens Straßenbäume und Grünanlagen“. Verfügbar unter: www.aachener-stadtbetrieb.de (Zugegriffen: 6. April 2020).

Acocella, D., Kahlert, R. und Helbig, P. (2016) *Gewerbeflächenkonzept für die Stadt Bamberg unter besonderer Berücksichtigung der Konversion, Lörrach/Dortmund/Nürnberg: Dr. Donato Acocella Stadt- und Regionalentwicklung.* Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/media/custom/1829_13995_1.PDF?1453462330.

ADFC (2020) *Radentscheid Bamberg*. Verfügbar unter: https://www.adfc.de/artikel/radentscheid-bamberg (Zugegriffen: 7. September 2020).

AELF (2020) *Klimawandel und Waldumbau*. Verfügbar unter: http://www.aelf-rh.bayern.de/forstwirtschaft/wald/index.php (Zugegriffen: 3. September 2020).

AELF Bamberg (2020a) *Ökologischer Landbau*. Verfügbar unter: http://www.aelf-ba.bayern.de/landwirtschaft/oekolandbau/index.php (Zugegriffen: 24. Juni 2020).

AELF Bamberg (2020b) *Unsere Region*.

Algesheimer, G. (2019) *Anpassung an die Folgen des Klimawandels bei Sportvereinen: Herausforderungen, Hemmnisse und Potentiale. Werden von Sportvereinen Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels ergriffen?* Universität Kassel.

Anonymus (2020) „Übersicht Waldschutz 2019/2020“, *AFZ - Der Wald*, 11, S. 12–15.

APM (2016) „Leitfaden zur Abfallentsorgung im Landkreis Potsdam-Mittelmark“, *Abfallwirtschaft Potsdam-Mittelmark GmbH*.

Arnfield, A. J. (2003) „Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island“, *International Journal of Climatology*, 23(1), S. 1–26. doi: 10.1002/joc.859.

Augsburger Allgemeine (2011) *Trockenheit: Wasser aus der Donau fließt nach Franken*.

De Avila, A. L. und Albrecht, A. (2018) *Alternative Baumarten im Klimawandel: Artensteckbriefe –eine Stoffsammlung*. Verfügbar unter: https://www.fva-bw.de/fileadmin/publikationen/sonstiges/180201steckbrief.pdf.

Bannas, L., Löffler, J. und Uwe Riecken (2017) „Die Umsetzung des länderübergreifenden Biotopverbunds - rechtliche, strategische, planerische und programmatische Aspekte“, *BfN-Skripten 475/2017*.

Bätzing, W. und Hanzig-Bätzing, E. (2019) „Overtourism im Weltkulturerbe. Bamberg muss auch für Einheimische attraktiv bleiben“, *Inselrundschau*, 1(30)(Stadtteilzeitung des Bürgervereins Bamberg-Mitte e.V.), S. 20 f.

Bayerischer Landtag (2011) *Freiwillige Feuerwehr 16/7785*.

Bayerisches StMFLH (2017) „Daten zur Raumbeobachtung“, S. 2017.

bayernhafen.de (2019) *Bamberg unter den Top 5 der europäischen Flusskreuzfahrt-Ziele*. Verfügbar unter: https://www.bayernhafen.de/bamberg-unter-den-top-5-der-europaeischen-flusskreuzfahrt-ziele/ (Zugegriffen: 1. August 2020).

bayernhafen.de (2020) *Bayernhafen Bamberg*. Verfügbar unter: https://www.bayernhafen.de/hafen/bamberg/ (Zugegriffen: 1. August 2020).

Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (2018) „Stadtbäume der Zukunft“.

BBK (2019a) *Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe - Klimawandel*.

BBK (2019b) „Klimawandel und Bevölkerungsschutz“, *Bevölkerungsschutz*, 2/2019.

BBSR (2019) *MORO - Modellvorhaben der Raumordnung*. Verfügbar unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/MORO/TabelleModellvorhaben/modellvorhaben_node.html. (Zugegriffen: 1. August 2020).

BDF (2018) *Die neun Hauptforderungen des BDF an die bayerische Politik*. Verfügbar unter: https://www.bdf-bayern.de/96-docs/0400-position-forderung-2018.pdf.

Beck, J. (2017) „„Ein guter Tag für die Region und für das Klima‘“, *infranken.de*.

Bertelsmann Stiftung (2018) „Demographiebericht - Ein Baustein des Wegweises Kommune“.

BfN (2014) *Grünland-Report: Alles im Grünen Bereich?*

BfN (2020) *Naturschutzgebiete*. Verfügbar unter: https://www.bfn.de/themen/gebietsschutz-grossschutzgebiete/naturschutzgebiete.html (Zugegriffen: 1. Juni 2020).

Binnenschifffahrt Online (2018) *Ladungsrückgang am Main-Donau-Kanal »dramatisch«*.

BLE (2020a) *Agrarrelevante Klimaentwicklungen: Vergangenheit und Zukunft, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung*. Verfügbar unter: https://www.praxis-agrar.de/umwelt/klimawandel-und-klimaschutz/wie-das-klima-die-landwirtschaft-veraendert/ (Zugegriffen: 30. April 2020).

BLE (2020b) „Hitzestress bei Schweinen: Ställe effektiv kühlen“, *Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft*.

Verfügbar unter: https://www.praxis-agrar.de/tier/schweine/hitzestress-bei-schweinen/.

BLE (2020c) *Wie wirkt sich der Klimawandel auf die Landwirtschaft aus?*, *Bundesinformationszentrum Landwirtschaft*. Verfügbar unter: https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-funktioniert-landwirtschaft-heute/wie-wirkt-sich-der-klimawandel-auf-die-landwirtschaft-aus (Zugegriffen: 15. Juli 2020).

Bloßfeldt, S. *u. a.* (2014) *Leben in der Stadt. Befragung zur Wohn- und Lebensqualität in der Bamberger Innenstadt*. Otto-Friedrich-Universität Bamberg.

BLS (2019a) „Statistik kommunal 2018: Kreisfreie Stadt Bamberg, 09 461. Eine Auswahl wichtiger statistischer Daten". Fürth: Bayerisches Landesamt für Statistik.

BLS (2019b) „Statistik kommunal 2018: Landkreis Bamberg, 09 471. Eine Auswahl wichtiger statistischer Daten". Fü}rth: Bayerisches Landesamt für Statistik.

BmAS (2019) *Ist die Bevölkerungsentwicklung eine Belastung für das Sozialsystem?*, *Bundesministerium für Arbeit und Soziales*.

BMU (2010) *„Leitstudie 2010"*. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/erneuerbare%7B_%7Denergien/downloads/doc/47034.php.

BmVI (2017) „MORO Praxis. Handlungshilfe Klimawandelgerechter Regionalplan. Ergebnisse des Forschungsprojektes KlimREG für die Praxis".

Bpb (2015) „Ehrenamt statt Sozialstaat? Kritik der Engagementpolitik". Verfügbar unter: http://www.bpb.de/apuz/203553/ehrenamt-statt-sozialstaat-kritik-der-engagementpolitik?p=all (Zugegriffen: 25. November 2019).

br.de (2015) *Flusskreuzfahrtschiffe müssen in Bamberg halten*. Verfügbar unter: https://www.br.de/nachrichten/bayern/flusskreuzfahrtschiffe-muessen-in-bamberg-halten,70r34e1p74w32dhn6rwk6dhm6gw0.

br.de (2019a) *Bayerns Landwirtschaft spürt den Klimawandel*, *Bayerischer Rundfunk*. Verfügbar unter: https://www.br.de/nachrichten/bayern/bayerns-landwirtschaft-spuert-den-klimawandel,RZz3Ap0 (Zugegriffen: 30. April 2020).

br.de (2019b) *Faktenfuchs: Wie klimaschädlich ist die Flussschifffahrt?*

br.de (2019c) *Keine Soforthilfen mehr bei Naturkatastrophen*. Verfügbar unter: https://www.br.de/nachrichten/bayern/keine-soforthilfen-mehr-bei-naturkatastrophen,RUyE0oJ.

br.de (2019d) *Stau bei Hitze nach Unfall auf A73 – Retter verteilen Getränke*.

Brasseur, G. P., Jacob, D. und Schuck-Zöller, S. (2017) *Klimawandel in Deutschland*. Herausgegeben von G. P. Brasseur, D. Jacob, und S. Schuck-Zöller. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-662-50397-3.

BrauBeviale (2019) „BrauBeviale 2020". Verfügbar unter: https://www.braubeviale.de/.

bsz.de (2019) *„Seit 2015 gab es eine Massenvermehrung"*, *Bayerische Staatszeitung*. Verfügbar unter: https://www.bayerische-staatszeitung.de/staatszeitung/kommunales/detailansicht-kommunales/artikel/seit-2015-gab-es-eine-massenvermehrung.html#topPosition.

bund-naturschutz.de (2017) *BUND Naturschutz zieht negative ökologische und ökonomische Bilanz des Rhein-Main-Donau-Kanals*. Verfügbar unter: www.bund-naturschutz.de/pressemitteilungen/bund-naturschutz-zieht-negative-oekologische-und-oekonomische-bilanz-des-rhein-main-donau-kanals.html (Zugegriffen: 9. März 2020).

bund-naturschutz.de (2019) *Funktionen von Stadtbäumen - BUND Naturschutz in Bayern e.V.* Verfügbar unter: https://www.bund-naturschutz.de/natur-und-landschaft/stadt-als-lebensraum/stadtbaeume/funktionen-von-stadtbaeumen.html.

bund-naturschutz.de (2020) *SandAchse Franken – unersetzlich für Bayerns Natur*, *Bund Naturschutz Bayern*. Verfügbar unter: https://www.bund-naturschutz.de/natur-und-landschaft/sandachse-franken.html (Zugegriffen: 29. April 2020).

Bux, K. (2006) „Klima am Arbeitsplatz - Stand arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse - Bedarfsanalyse für weitere Forschungen - Forschung Projekt F 1987", *baua*, S. 1–34.

BZL (2019) *Extremes Wetter: Wie kann die Landwirtschaft vorsorgen?*, *Bundesinformationszentrum Landwirtschaft*. Verfügbar unter: www.praxis-agrar.de/umwelt/klimaschutz/wie-kann-die-landwirtschaft-vorsorgen/ (Zugegriffen: 27. April 2020).

Change e. V. (2020) „Bamberger Klimaschutzbündnis". Verfügbar unter: https://chancengestalten.de/project/bkb/ (Zugegriffen: 6. April 2020).

Christel, A. (2019) „Unterstützung und Mitstreiter gesucht: Tourismusentwicklung in Bamberg", *Inselrundschau*, 1(30)(Stadtteilzeitung des Bürgervereins Bamberg-Mitte e.V.), S. 9–11.

Creutzburg, D. (2017) „Feuerwehrleute sind beliebter als Manager", *Frankfurter Allgemeine*. Verfügbar unter: https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/feuerwehrleute-sind-beliebter-als-manager-15166538/feuerwehrleute-sind-beliebter-15166677.html.

Destatis (2020) „Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Regionaldatenbank), Verfügbares Einkommen der privaten Haushalte einschließlich privater Organisationen ohne Erwerbszweck", *Regio-Stat*.

Deuerling, A.-L. (2018) „Wasserkraftwerk ‚Sterzermühle' in Bamberg wird eingeweiht", *infranken.de*. Verfügbar unter:

https://www.infranken.de/lk/bamberg/wasserkraftwerk-sterzermuehle-in-bamberg-wird-eingeweiht-art-3547161.

Deutscher Städtetag (2013) *Welterbe-Städte sichern und weiterentwickeln*. Verfügbar unter: http://www.staedtetag.de/fachinformationen/kultur/066775/index.html.

Dieckhoff, V. S. *u. a.* (2018) „Raummuster: Demographischer Wandel und Klimawandel in deutschen Städten“, *Raumforschung und Raumordnung*, 76(3), S. 211–228. doi: 10.1007/s13147-018-0530-7.

Dieter, R. (2020) *Die Gefahr ist längst nicht gebannt*, *inFranken.de*. Verfügbar unter: https://www.infranken.de/regional/kitzingen/lokales/die-gefahr-ist-laengst-nicht-gebannt;art113220,4781901 (Zugegriffen: 30. April 2020).

dsa-pr.de (2019) *Schwammstadt: Die Lösung für Überflutungen in Großstädten*. Verfügbar unter: https://www.dsa-pr.de/schwammstadt-prinzip-goldmann (Zugegriffen: 1. Juli 2020).

DWA (2017) *Audit Hochwasser Überflutungen und Starkregen*. Hennef.

dwif (2018a) „Wirtschaftsfaktor Tourismus für den Landkreis Bamberg 2017“, *dwif-Consulting GmbH*, (München).

dwif (2018b) „Wirtschaftsfaktor Tourismus für die Stadt Bamberg 2017“, *dwif-Consulting GmbH*, (München).

ECARF (2019) *Feinstaub gefährdet Kinder*, *European Centre for Allergy Research Foundation (Stiftung ECARF)*. Verfügbar unter: https://www.ecarf.org/feinstaub-gefaehrdet-kinder/.

Enkhardt, S. (2019) „Batteriespeicher verhindern Totalausfall des Stromnetzes in Großbritannien“, *pv magazine Deutschland*.

Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages (2002) „Bericht der Enquete-Kommission ‚Zukunft des Bürgerschaftlichen Engagements‘. Bürgerschaftliches Engagement: auf dem Weg in eine zukunftsfähige Bürgergesellschaft“, *Deutscher Bundestag*, Drucksache(14. Wahlperiode.).

Erbs, M. *u. a.* (2015) „A field experiment to test interactive effects of elevated CO2 concentration (FACE) and elevated canopy temperature (FATE) on wheat“, *Procedia Environmental Sciences*, 29, S. 60–61. doi: 10.1016/j.proenv.2015.07.157.

Expertengespräche (2020) „Expertengespräche in Stadt und Landkreis Bamberg in 2019 und 2020 im Rahmen der Erstellung der Klimaanpassungsstudie“.

Falk, W. *u. a.* (2013) „Bäume für die Zukunft: Baumartenwahl auf wissenschaftlicher Grundlage Anbaurisikokarten jetzt um Boden- und Reliefparameter ergänzt.“, *LWF aktuell*, 94/2013, S. 8–11.

Feuerwehr Bamberg (2019) „Feuerwehren Stadt und Landkreis Bamberg“, *27*.

Fideldey, M. (2019) „Bericht des Geschäftsführers zur Stadtratssitzung am Donnerstag“. Verfügbar unter: https://www.stadtwerke-bamberg.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/Energie/Erneuerbare_Energie/Bericht_Ergebnisse_Machbarkeitsstudie_Waerme_Lagarde_Stadtratsitzung_29052019.pdf (Zugegriffen: 29. Mai 2019).

Fischer, A., Eulenstein, F. und Werner, A. (2014) „Auswirkungen von Hitzestress in der Tierproduktion unter Freilandbedingungen“, in Lozán, J. L. u. a. (Hrsg.) *Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen*. Verfügbar unter: https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/gefahren-fur-pflanzentiere/gesundheitsrisiken%7B_%7Dkap4%7B_%7D11/.

Fößel, S. (2019) „Mehrere Flächenbrände im Landkreis Bamberg gelöscht.“

Fraas, P. (2019) „Zukunftsprojekt: Wärme aus dem Untergrund in Oberfranken.“, *Tipps zu Gesundheit, Freizeit und Ernährung. BR Podcast.*

Frobel, K. *u. a.* (2009) „Naturschutz in Zeiten des Klimawandels“. Infodienst Bund Naturschutz in Bayern.

Fuchs, H. S. (2013) „Energieautarkie übererfüllt“, *Bayerische Staatszeitung*.

Fuchs, S. H. (2018) „Wespe als Waffe“, *inFranken.de*. Verfügbar unter: https://www.infranken.de/regional/artikel%7B_%7Dfuer%7B_%7Dgemeinden/wespe-als-waffe;art154303,3496252 (Zugegriffen: 30. April 2020).

Fussi, B., Cremer, E. und Konnert, M. (2010) „Auf der Suche nach angepassten Genen bei Waldbäumen“, in *LWF Wissen 74*, S. 27–31.

FW Bamberg (2016) „Amtliche Unwetterwarnung vor schwerem Gewitter für Kreis und Stadt Bamberg. Screenshot aus Katwarn.“, *Feuerwehr Bamberg Löschgruppe 1*. Verfügbar unter: https://www.facebook.com/Loeschgruppe1Bamberg/photos/a.271542139594626/1010429915705841.

FW Haßfurt (2019) „Feuerwehr Haßfurt - Indienststellung AB-Strom/Licht“.

fwokronach.de (2019a) „Das Trinkwasser-Netz und die Netzstruktur der FWO - Fernwasserversorgung Oberfranken“. Verfügbar unter: https://fwokronach.de/trinkwasser/netz/ (Zugegriffen: 19. November 2019).

fwokronach.de (2019b) „Die Trinkwasser-Verteilung in Oberfranken - Fernwasserversorgung Oberfranken“. Verfügbar unter: https://fwokronach.de/trinkwasser/verteilung/ (Zugegriffen: 19. November 2019).

fwokronach.de (2020) *Gewinnung von Trinkwasser in Oberfranken*. Verfügbar unter: fwokronach.de/trinkwasser/gewinnung/ (Zugegriffen: 10. März 2020).

galk.de (2019) *Klimawandel und Stadtbäume*, *Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz*. Verfügbar unter: https://www.galk.de/arbeitskreise/stadtbaeume/themenuebersicht/klimawandel-und-stadtbaeume.

GDV (2015) *Der Klimawandel aus Sicht der Versicherungswirtschaft*.

Geers, T. (2019) „Blackout-Risiko im Juni - Fehlender Strom und die Folgen“, *deutschlandfunk.de*.

Gilbert, D. und Clark, M. (1997) „An exploratory examination of urban tourism impact, with reference to residents attitudes, in the cities of Canterbury and Guilford“, *Cities*, 14 (6), S. 343–352.

Gloor, S. und Hofbauer, M. G. (2018) „Der ökologische Wert von Stadtbäumen bezüglich der Biodiversität“, *Jahrbuch der Baumpflege 2018*, (22. Jg., S. 33–48, ISBN 978–3–87815–257–6).

Görz, J. (2016) „Nach Starkregen: Hochwasser im Landkreis Bamberg“. Verfügbar unter: https://www.infranken.de/regional/bamberg/Hochwassser-in-Stadt-und-Landkreis-Bamberg;art212,1947943 (Zugegriffen: 25. November 2019).

gruene-schesslitz.de (2014) *Hochwasserschutz geht uns alle an*. Verfügbar unter: www.gruene-schesslitz.de/index.php/menu-mitreden/19-hws1 (Zugegriffen: 27. April 2020).

Gunzelmann, T. (2009) „Bamberg als Stadt am Fluss im mitteleuropäischen Kontext.“, in Hanemann, R. (Hrsg.) *Im Fluss der Geschichte. Bambergs Lebensader Regnitz.* Baunach: Spurbuchverlag, S. 11–50.

Habel, H. (2014) „Gärtner- und Häckermuseum - Bamberg“, *Frankenland*, 66/2014/3, S. 198–206.

Hausfather, Z. (2018) „Explainer: How ‘Shared Socioeconomic Pathways’ explore future climate change“. Verfügbar unter: https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change (Zugegriffen: 30. April 2020).

Hausknecht, W. (2019) „‚Der Klimawandel wirkt immer stärker‘ - Herr über die bayerischen Wälder schlägt Alarm“, *Merkur.de*, S. 27.08.2019. Verfügbar unter: https://www.merkur.de/politik/klimawandel-wirkt-immer-staerker-herr-ueber-bayerischen-waelder-schlaegt-alarm-12829370.html.

Heck, R. (2019) *Oberfranken: Ackerbauern bangen um ihre Ernte und wünschen sich Regen*, *inFranken.de*. Verfügbar unter: https://www.newslocker.com/de-de/region/forchheim/oberfranken-ackerbauern-bangen-um-ihre-ernte-und-wnschen-sich-regen/view/.

Herntrei, M. (2019) „Tourist go home! Beobachtungen zu Overtourism und einer sinkenden Tourismusakzeptanz in Europa. Welche Folgen ergeben sich für Wissenschaft und Praxis?“, in *Harald Pechlaner (Hrsg.): Destination und Lebensraum. Perspektiven touristischer Entwicklung*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 107–123.

Horr, Y. Al *u. a.* (2016) „Impact of indoor environmental quality on occupant well-being and comfort: A review of the literature“, *Elsevier*, 5(1), S. 1–11. Verfügbar unter: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609016300140.

Hubler, M., Klepper, G. und Peterson, S. (2008) „Costs of climate changeThe effects of rising temperatures on health and productivity in Germany“, *Ecological Economics*. Elsevier B.V., 68(1–2), S. 381–393. doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.04.010.

hwk-oberfranken.de (2020) „Eckdaten des Oberfränkischen Handwerks“, *Handwerkskammer Oberfranken*. Verfügbar unter: https://www.hwk-oberfranken.de/artikel/zahlen-daten-fakten-72,1073,43.html (Zugegriffen: 23. Mai 2020).

IHK Oberfranken (2020) *Wirtschaftsdaten Oberfranken*.

ILS Bamberg-Forchheim (2019) „Die Entwicklung des Wetters im ZRF-Gebiet“, S. 3–6. Verfügbar unter: http://www.ils-bamberg.de/ (Zugegriffen: 28. August 2019).

Informationsdienst Wissenschaft (1998) *Infrarot für optimale Müllverbrennung*.

infranken.de (2016) „Nach Starkregen: Hochwasser im Landkreis Bamberg“, 17 Juni. Verfügbar unter: www.infranken.de/regional/bamberg/Hochwassser-in-Stadt-und-Landkreis-Bamberg;art212,1947943.

infranken.de (2018a) *Badeverbot im Landkreis Bamberg: Gefährliche Blaualgen in Badeseen*. Verfügbar unter: www.infranken.de/regional/bamberg/badeverbot-im-landkreis-bamberg-gefaehrliche-blaualgen;art212,3624736 (Zugegriffen: 9. März 2020).

infranken.de (2018b) *Blaualgen-Alarm: An diesen fränkischen Seen herrscht jetzt Badeverbot*. Verfügbar unter: www.infranken.de/freizeit-tourismus/ausflug/schwimmbad/blaualgen-in-diesen-fraenkischen-seen-herrscht-jetzt-badeverbot;art169029,3625963 (Zugegriffen: 9. März 2020).

infranken.de (2018c) *Herbst im August: Was die Trockenheit mit Bamberg macht*.

infranken.de (2018d) „Stromausfall im Landkreis Bamberg: Tausende Haushalte ohne Strom“, *inFranken.de*. Verfügbar unter: https://www.infranken.de/regional/bamberg/tausende-haushalte-ohne-strom;art212,3601859 (Zugegriffen: 4. Oktober 2019).

infranken.de (2018e) *Windhose rast über Landkreis Bamberg: Sturm Burglind richtet schwere Schäden an*.

infranken.de (2018f) *Wo gelangen Keime in Hallstadts Trinkwasser?* Verfügbar unter: www.infranken.de/regional/bamberg/wo-gelangen-keime-in-hallstadts-trinkwasser;art212,3636342 (Zugegriffen: 18. Januar 2020).

infranken.de (2019a) *Extreme Dürre: Bamberger Bach komplett ausgetrocknet*. Verfügbar unter: www.infranken.de/regional/bamberg/extreme-duerre-

bamberger-bach-komplett-ausgetrocknet;art212,4448883 (Zugegriffen: 9. März 2020).

infranken.de (2019b) „Flächenbrände in Oberfranken: Feuerwehr im Dauereinsatz - vier Feuerwehrleute kollabieren".

infranken.de (2019c) *Hainbäume zu Hackschnitzeln: Wie die Bamberger Stadtverwaltung mit dem Klimawandel umgehen will*.

infranken.de (2019d) „‚Massive Entlastung' Pläne für Stromtrasse P44 vom Tisch".

infranken.de (2019e) *Noro-Viren und Blaualgen in fränkischem Badesee: Zahlreiche Menschen krank*. Verfügbar unter: www.infranken.de/regional/bamberg/noro-viren-und-blaualgen-in-frensdorfer-badesee-sperrung-mehrere-dutzende-betroffen;art212,4360638 (Zugegriffen: 9. März 2020).

infranken.de (2019f) „Stegaurach: Dreister Autofahrer (68) fährt Feuerwehrmann bei Wohnhaus-Brand an".

infranken.de (2019g) „Stromtarif aus der Region für die Region".

infranken.de (2019h) *Unfall im Starkregen auf der A70-Update: vier Verletzte, 70.000 Euro Schaden*. Verfügbar unter: https://www.infranken.de/lk/bamberg/unfall/a70-bamberg-verkehrsunfall-im-starkregen-drei-verletzte-55-000-euro-schaden-art-4412142.

infranken.de (2020) *Nach Großalarm an Ködeltalsperre: Unsichere Tage an Staudamm in Oberfranken*. Verfügbar unter: www.infranken.de/regional/kronach/unsichere-tage-am-staudamm-in-mauthaus-die-unwaegbarkeit-aller-vorsicht;art219,4806217 (Zugegriffen: 10. März 2020).

inFranken.de (2019) *Tote und Verletzte bei Schnee und Glatteis: Viele Glätte-Unfälle in Franken, A3 war gesperrt*.

Infranken.de (2018) *Bamberg: Grünflächen und Bäume leiden unter der Hitze - Stadt bittet Bevölkerung um Hilfe*.

Infranken.de (2019a) „‚Erste Hilfe' für Bäume. Die Stadt Bamberg und die Feuerwehr sorgen für eine zusätzliche Wasserzufuhr."

Infranken.de (2019b) *Sturmtief: So wütete Eberhard im Landkreis Bamberg*. Verfügbar unter: https://www.infranken.de/lk/franken/sturmtief-eberhard-retter-im-dauereinsatz-orkanboeen-verursachen-schaeden-in-franken-art-4099390.

inFranken (2019) *Die Muna in Bamberg soll unter Schutz gestellt werden*, *22.11.2019*.

InFranklen.de (2019) „Landkreis Bamberg: Dauerregen überflutet die B22 - Fisch schwimmt über Bundesstraße", 22 Mai. Verfügbar unter: www.infranken.de/regional/bamberg/landkreis-bamberg-dauerregen-ueberflutet-die-b22-fisch-schwimmt-ueber-bundesstrasse;art212,4237816.

Intermodales Mobilitätskonzept (2018) *Intermodales Mobilitätskonzept*. Kassel.

IÖR (2020) *Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (IÖR-Monitor)*.

IPCC (2018) *1,5 °C Globale Erwärmung*.

Janssen, Gerold; Rubel, Carolin; Schulze, F. et al. (2016) „Siedlungsrückzug – Recht und Planung im Kontext von Klima- und demografischem Wandel", *CLIMATE CHANGE 21/2016*. Verfügbar unter: http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/siedlungsrueckzug-recht-planung-im-kontext-von-0.

Kaiser, R. (2013) „Der Hauptsmoorwald im Wandel der Zeit, Teil VIII", *Bamberger Onlinezeitung*, S. 13.01.2013. Verfügbar unter: https://www.bamberger-onlinezeitung.de/2013/01/13/der-hauptsmoorwald-im-wandel-der-zeit-teil-viii/.

Kartevonmorgen.org (2020) „Karte von morgen". Verfügbar unter: https://kartevonmorgen.org/ (Zugegriffen: 6. April 2020).

KFV Bamberg (2015a) „Dispogruppe ‚Pendelverkehr'". Verfügbar unter: http://www.kreisfeuerwehrverband-bamberg.de/index.php/adressen/13-gemeinde%7B_%7Dstegaurach.

KFV Bamberg (2015b) „Übung Johannishof".

KFV Bamberg (2016a) „Einsatz – Schwimmbad unter Wasser". Verfügbar unter: http://www.kfv-bamberg.de/index.php/presse/43-einsatz-schwimmbad-unter-wasser.

KFV Bamberg (2016b) „Wechselladerfahrzeuge".

KFV Bamberg (2017) „Ein ‚Biber' für die Feuerwehr Naisa dank Sponsoring der Versicherungskammer Bayern".

KFV Bamberg (2019) „Feuerwehren Stadt und Landkreis Bamberg. Feuerwehrzeitung Nummer 27 - Energiemonitor", *Feuerwehrzeitung Nummer 27 - Energiemonitor*. Verfügbar unter: https://energiemonitor.bayernwerk.de/bamberg-landkreis.

Klimaallianz Bamberg (2010) *Projekt : » Potenzialanalyse erneuerbare Energien für das Gebiet der Stadt und des Landkreises Bamberg (Kurztitel : Energiepotenzialanalyse Bamberg)« FKZ : 03KS0324 Endbericht Potenzialanalyse erneuerbare Energien für das Gebiet der Stadt und des Landkr*.

Klimaallianz Bamberg (2016) „Klima Faktor Mensch". Verfügbar unter: https://www.klimaallianz-bamberg.de/veranstaltungen/ausstellungen/klima-faktor-mensch/ (Zugegriffen: 6. April 2020).

Klimaallianz Bamberg (2017) „Energienutzungsplan Abschlussbericht". Verfügbar unter: https://www.klimaallianz-bamberg.de/arbeitsgrundlagen/energienutzungsplan-fuer-stadt-und-landkreis/.

Klimaallianz Bamberg (2019a) *Geothermie*, *klimaallianz-bamberg.de*. Verfügbar unter: https://www.klimaallianz-bamberg.de/erneuerbare-energien-einzeltechnologien/geothermie/.

Klimaallianz Bamberg (2019b) „Klima- und Energieagentur Bamberg - Klimaallianz Bamberg“. Verfügbar unter: https://www.klimaallianz-bamberg.de/klima-und-energieagentur-bamberg/.

Klimaallianz Bamberg (2019c) *Windenergieanlagen in der Klimaallianz Bamberg*. Verfügbar unter: https://www.klimaallianz-bamberg.de/erneuerbare-energien-einzeltechnologien/windenergie/windenergieanlagen-klimaallianz-bamberg/.

KLIWA (2019) *Das Jahr 2018 im Zeichen des Klimawandels? Viel Wärme, wenig Wasser in Süddeutschland*.

Kölling, C. (2007) „Klimahüllen für 27 Waldbaumarten“, *AFZ-Der Wald*, 23, S. 1242–1245.

Kölling, C., Zimmermann, L. und Walentowaki, H. (2007) „Klimawandel: Was geschieht mit Buche und Fichte?“, *AFZ-Der Wald*, 11, S. 584–589.

kommunalwirtschaft.eu (2015) *Stele macht auf Großen Eichenbock aufmerksam*. Verfügbar unter: https://kommunalwirtschaft.eu/tagesanzeiger/detail/i6695/c000.

Krause, C. und C.Schulz (1998) „Aufenthaltszeiten der deutschen Bevölkerung im Innenraum, im Freien, im Straßenverkehr“, in *Umweltmedizinische Forschung und Praxis*, S. 249–255.

Krimmer, H. (2019) *Datenreport Zivilgesellschaft*. Wiesbaden. Springer VS.

Krone, T. (2018) *Fluch und Segen des Weltkulturerbe-Status*. Verfügbar unter: https://www.deutschlandfunkkultur.de/bamberg-fluch-und-segen-des-weltkulturerbe-status.1001.de.html?dram:article_id=423797.

Kropp, J. *u. a.* (2006) „Semiquantitative assessment of regional climate vulnerability: The North-Rhine Westphalia study“, *Climatic Change*, 76, S. 265–290.

kurier.de (2019) *A70 bei Bamberg: Unfallserie nach Starkregen*. Verfügbar unter: https://www.kurier.de/inhalt.a70-bei-bamberg-unfallserie-nach-starkregen.6be2713b-0d3b-4734-85ad-392ae0a67ee2.html.

Kurz, H. (2019) *Sonne sorgt für gute Strombilanz*, *infranken.de*. Verfügbar unter: www.infranken.de/regional/bamberg/sonne-sorgt-fuer-gute-strombilanz;art212,4264202 (Zugegriffen: 6. September 2019).

KV Gartenbau u. Landespflege Bamberg (2020) *Streuobstbörse - Direktvermarktung von Obst im Landkreis Bamberg*. Verfügbar unter: https://www.kv-gartenbauvereine-bamberg.de/de/obstparadies/streuobstboerse/ (Zugegriffen: 1. September 2020).

landkreis-bamberg.de (2018) *Über uns - Regionalwerke Bamberg, Landratsamt Bamberg*. Verfügbar unter: https://www.landkreis-bamberg.de/Landratsamt/Öffentlichkeitsarbeit/Pressevertei ler.

landkreis-bamberg.de (2019) *Niedrigwasser an Gewässern - Wasserentnahmen sind verboten!* Verfügbar unter: https://www.landkreis-bamberg.de/Landratsamt/Öffentlichkeitsarbeit/Pressemitteilungen/Niedrigwasser-an-Gewässern-Wasserentnahmen-sind-verboten-.php?object=tx,2892.5.1&ModID=7&FID=2976.537.1&NavID=2892.155&La=1 (Zugegriffen: 1. Oktober 2020).

Landkreis-bamberg.de (2020a) „Badeseen“. Verfügbar unter: https://www.landkreis-bamberg.de/Erleben/Tourismus-und-Freizeit/Aktiv-sein/Baden/Badeseen.

Landkreis-bamberg.de (2020b) „Kurzumfrage der Wirtschaftsförderung: Post-Corona: Wie geht es weiter?“, *Landkreis Bamberg*. Verfügbar unter: https://www.landkreis-bamberg.de/Leben/Wirtschaft/Corona-Infos-Unternehmen.

Landratsamt Bamberg (2015) *LIFE-Natur-Projekt Oberes Maintal*.

Landratsamt Bamberg (2019a) „Tourismuskooperation Stadt und Landkreis Bamberg weiterhin auf Erfolgskurs“, *Pressemitteilung vom 18.12.2019*. Verfügbar unter: https://www.landkreis-bamberg.de/Kurzmen%7Bü%7D/Startseite/Tourismuskooperation-Stadt-und-Landkreis-Bamberg-weiterhin-auf-Erfolgskurs.php?object=tx,2892.5%7B&%7DModID=7%7B&%7DFID=2976.1827.1.

Landratsamt Bamberg (2019b) „Vianovis. Radtour Rodach-Itzgrund-Radweg“. Verfügbar unter: https://www.vianovis.net/lkr-bamberg/%7B#%7Dll=49.913210,11.088634%7B&%7Dz=11%7B&%7Dm=road%7B&%7Dcat=7983,10703,10704 (Zugegriffen: 4. Juli 2020).

Lang, T. (2018) „Ebrach: Seltenes Phänomen: Downburst zerstört Landstrich in Franken - Bamberg - nordbayern.de“, *Nordbayern*.

Lasch-Born, P. *u. a.* (2018) „Fire, late frost, nun moth and drought risks in Germany’s forests under climate change“, in *Meteorologische Zeitschrift*. doi: 10.1127/metz/2016/0767.

Leadley, P. W. *u. a.* (1999) „A field study of the effects of elevated CO2 on plant biomass and community structure in a calcareous grassland“, *Oecologia*. doi: 10.1007/s004420050701.

Leech, J. A. *u. a.* (2002) „It’s about time: A comparison of Canadian and American time–activity patterns“, *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, (2002) 12, S. 427–432.

LfL (2019) „Hopfen 2019. Anbau, Sorten, Düngung, Pflanzenschutz, Ernte“, *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft*.

LfL Bayern (2019) *Erosionsatlas Bayern: Mittlerer langjähriger Bodenabtrag - landwirtschaftlich genutzte Fläche*.

LfL Bayern (2020) *Hitze im Milchviehstall – das stresst die Milchkuh*. Verfügbar unter: https://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/040155/index.php (Zugegriffen: 24. September 2020).

LfStat Bayern (2016) *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen - Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung 2016*.

LfStat Bayern (2019a) *Statistik kommunal 2018: Kreisfreie Stadt Bamberg*.

LfStat Bayern (2019b) *Statistik kommunal 2018: Landkreis Bamberg*.

LfStat Bayern (2020) *Bruttoinlandsprodukt, Einkommen der privaten Haushalte in den kreisfreien Städten und Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland*.

LfU-Bayern (2014) *Wege zu wirksamen Uferstreifen*. Augsburg. Verfügbar unter: https://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaessernachbarschaften/themen/uferstreifen/index.htm.

LfU-Bayern (2016) *Rote Liste und Gesamtartenliste der Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera) Bayerns*.

LfU-Bayern (2017) *Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern - Machbarkeitsstudie*.

LfU-Bayern (2020a) „Klimawandel und Vegetationsentwicklung“. Verfügbar unter: https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/indikatoren/klima%7B_%7Denergie/klimawandel%7B_%7Dvegetationsentwicklung/index.htm (Zugegriffen: 29. April 2020).

LfU-Bayern (2020b) *Projekt HiOS (Hinweiskarten Oberflächenabfluss und Sturzflut)*. Verfügbar unter: https://www.lfu.bayern.de/wasser/starkregen_und_sturzfluten/hios/index.htm (Zugegriffen: 1. Juli 2020).

LfU Bayern (2012) *Der Klimawandel in Bayern Auswertung regionaler Klimaprojektionen Klimabericht Bayern*.

LfU Bayern (2016a) *Niedrigwasser in Bayern - Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen*. Augsburg.

LfU Bayern (2016b) *Rote Liste und Liste der Brutvögel Bayerns*.

LfU Bayern (2017) *Rote Liste und kommentierte Gesamtartenliste der Säugetiere (Mammalia) Bayerns*.

LfU Bayern (2019) *Rote Liste und Gesamtartenliste der Lurche (Amphibia) Bayerns*.

LFV Bayern (2013) „Zukunft der Freiwilligen Feuerwehr Bayerns im demographischen Wandel“. Verfügbar unter: https://www.lfv-bayern.de/media/filer%7B_%7Dpublic/1a/64/1a64fac6-d4c8-441c-93fc-5f77ce29aaac/zukunft%7B_%7Dder%7B_%7Dfreiwilligen%7B_%7Dfeuerwehr%7B_%7Dbayerns.pdf (Zugegriffen: 31. März 2020).

LFV Bayern (2020) „Mitgliederzahl LFV Bayern“. Verfügbar unter: https://www.lfv-bayern.de/informationen/statistiken/.

LK Bamberg (2019a) „Feuerwehrwesen“. Verfügbar unter: https://www.landkreis-bamberg.de/Landratsamt/Verwaltung/Landratsamt-A-Z/%7BÖ%7Dffentliche-Sicherheit/Feuerwehr-Katastrophenschutz-Hochwasser/Feuerwehrwesen/ (Zugegriffen: 26. November 2019).

LK Bamberg (2019b) „Katastrophenschutz“.

LK Bamberg (2019c) „Landkreis Bamberg: EnergieMonitor“, *Energiemonitor*. Verfügbar unter: https://energiemonitor.bayernwerk.de/bamberg-landkreis (Zugegriffen: 6. September 2019).

LK Bamberg (2020) „Ehrungen“.

LLUR SH (2008) *Jahresbericht des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein 2007/08*.

Luo, J. *u. a.* (2014) „Global warming alters sound transmission: Differential impact on the prey detection ability of echolocating bats“, *Journal of the Royal Society Interface*. doi: 10.1098/rsif.2013.0961.

Luthardt, V. und Ibisch, P. L. (2014) *Naturschutz-Handeln im Klimawandel: Risikoabschätzungen und adaptives Management in Brandenburg*. 2. Auflage.

LWF (2017) „Hochwasserangepasste Waldbewirtschaftung“, in *LWF-Merkblatt Nr. 36*.

LWF (2019) *Praxishilfe Klima-Boden- Baumartenwahl, Band 1*.

LWF (2020a) *Praxishilfe Klima-Boden- Baumartenwahl, Band 2*.

LWF (2020b) *Waldfläche und Waldstruktur*. Verfügbar unter: https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/w49%7B_%7Dwaldflaeche%7B_%7Dund%7B_%7Dwaldstruktur%7B_%7Dgesch.pdf.

lwg.bayern.de (2019) *Bayerisches Netzwerk Klimabäume*.

LWK NRW (2020) *Ertrags- und Qualitätsreserven des Grünlandes nutzen*. Verfügbar unter: https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/gruenland/gruenlandqualitaeten.htm (Zugegriffen: 29. August 2020).

Mager, M. und Höhne, E. (2020) „Die Bedeutung von Entscheidungsunterst{ü}tzungstools zur Bew{ä}ltigung komplexer Problemlagen der Stadtentwicklung – Beispiel Klimaanpassung“, in *Neumann, Tim; Ziesler, Uwe; Teich, Tobias (Hrsg.) (2020): Kooperation und Innovation f{ü}r eine*

nachhaltige Stadtentwicklung. Forschung mit innovativen Kommunen. Wiesbaden. Springer, S. 123–140.

mainpost.de (2019) *So wirkt sich der Klimawandel in Unterfranken auf den Main aus*. Verfügbar unter: www.mainpost.de/regional/bad-kissingen/So-wirkt-sich-der-Klimawandel-in-Unterfranken-auf-den-Main-aus;art766,10333879 (Zugegriffen: 9. März 2020).

Maria-Ward Gymnasium Bamberg (2019) „Schulleben - ‚Der Klimawandel ist angekommen'". Verfügbar unter: https://www.maria-ward-gymnasium-bamberg.de/schulleben/der%7B_%7Dklimawandel%7B_%7Dist%7B_%7Dangekommen (Zugegriffen: 6. April 2020).

Marks, G. (2019) „Report des Weltklimarats: Die Klimazonen verschieben sich". Verfügbar unter: https://www.tagesschau.de/ausland/klimawandel-regional-103.html (Zugegriffen: 29. April 2020).

Maulshagen, F. (2010) *Klimageschichte der Neuzeit*, *Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt*.

May, A. *u. a.* (2016) *Kommunale Klimaanpassung durch die Landschaftsplanung . Ein Leitfaden*. LUBW.

Merkel, J. und Walter, E. (2005) *Liste aller in Oberfranken vorkommenden Farn- und Blütenpflanzen und ihre Gefährdung in den verschiedenen Naturräumen*.

Merkur.de (2015) *Hitze-schlaffe Oberleitungen bremsen Züge*. Verfügbar unter: https://www.merkur.de/bayern/hitze-schlaffe-oberleitungen-bremsen-zuege-5205688.html.

Merkur.de (2019) *Hamloser Auffahrunfall sorgt für Ausanhmezustand: Feuerwehr schenkt bei brütender Hitze aus*.

Mertens, V. (2015) *Landwirtschaft: Wenn Kühe schwitzen*, *Schweriner Volkszeitung*.

Miller, M. (2016) *Futterhygiene in der Milchviehhaltung*. Verfügbar unter: https://www.bvn-online.de/sites/www.bvn-online.de/uploads/download/423%7B_%7D5690%7B_%7Dfutterhygieneindermilchviehhaltung2016%7B_%7D04.pdf.

Mindener Tageblatt (2019) *„Blow-ups": Sommerhitze lässt Beton auf der A2 platzen - drei Unfälle*. Verfügbar unter: https://www.mt.de/regionales/Blow-ups-Sommerhitze-laesst-Beton-auf-der-A2-platzen-drei-Unfaelle-22521783.html.

nachrichtenamort.de (2019) *Hochwasser und Starkregen: Wie sich Schäden minimieren lassen könnten*. Verfügbar unter: https://nachrichtenamort.de/baunach/stadtrat-baunach-04-06-2019/ (Zugegriffen: 1. Juli 2020).

Nendel, C. *u. a.* (2014) „Testing farm management options as climate change adaptation strategies using the MONICA model", *European Journal of Agronomy*, 52, S. 47–56. doi: 10.1016/j.eja.2012.09.005.

Der Neue Wiesentbote (2018) „Grüne Wärme für die Bewohner des ‚Föhrenhains' in Bamberg".

Der Neue Wiesentbote (2019) *Umweltausschuss des Bamberger Landkreises befasst sich mit dem Nahverkehrsplan*. Verfügbar unter: https://www.wiesentbote.de/2019/08/06/umweltausschuss-des-bamberger-landkreises-befasst-sich-mit-dem-nahverkehrsplan/.

nordbayern (2018) *Bamberg, Hirschaid, Pegnitz: Starkregen und Hagel: Knapp 200 Einsätze in Oberfranken*.

np-coburg.de (2019) „Kronach: Wasserversorgung gemeistert | Neue Presse Coburg". Verfügbar unter: https://www.np-coburg.de/region/kronach/Wasserversorgung-gemeistert;art83426,6914736 (Zugegriffen: 19. November 2019).

ntv.de (2018) „Frau von Baum erschlagen: Sturm ‚Fabienne' sucht den Süden heim.", *n-tv.de*. Verfügbar unter: https://www.n-tv.de/panorama/Sturm-Fabienne-sucht-den-Sueden-heim-article20637419.html.

Oberfranken-west Regionalplan (2003) „Karte_3_Landschaft_Erholung_2003.pdf".

Otto, et al., I. (2020) „Social tipping dynamics for stabilizing Earth's climate by 2050", *PNAS 2020*.

Peter, M., Guyer, M. und Füssler, J. (2020) „Folgen des globalen Klimawandels für Deutschland Abschlussbericht: Analysen und Politikempfehlungen", *Climate Change 15/ 2020*.

pfefferminzia online (2019) *Wie stark ist Ihr Landkreis von Schäden durch Naturgefahren betroffen?*

Planersocietät (2019) „Verkehrsentwicklungsplan Bamberg 2030".

Pompe, S. *u. a.* (2011) „Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation in Deutschland", *BfN-Skripten*, 304, S. 98.

Porter, J. R. und Semenov, M. A. (1999) „Climate variability and crop yields in Europe", *Nature*, 400(6746), S. 724. doi: 10.1038/23385.

Prochnow, A. *u. a.* (2015) „Does climate change affect period, available field time and required capacities for grain harvesting in Brandenburg, Germany?", *Agricultural and Forest Meteorology*, 203, S. 43–53.

Projektgruppe Waldfunktionskartierung (2015) „Leitfaden zur Kartierung der Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes", S. 73.

Ralf Reinartz (2007) *Auswirkungen der Gewässererwärmung auf die Physiologie und Ökologie der Süßwasserfische Bayerns Literaturstudie im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt*.

Rauh, M. (2019) „Pressemitteilung", S. 570–571.

Regierung Oberfranken (2017) *Statistik Oberfranken - Erwerbstätige nach Wirtschaftsbereichen im Jahr 2017*.

Regierung Oberfranken (2018) „Verordnung des Regionalplans Oberfranken-Ost (5) vom 09. November 2016“, *Oberfränkischen Amtsblatt Nr. 02/2018 vom 22. Februar 2018*, (02), S. 1–6.

Regierung von Oberfranken (2005) *LEK Region Oberfranken-West*.

Regierung von Oberfranken (2011) „Neugliederung des Regionalplans aufgrund des Wegfalls verschiedener Kapitel und Ziele“, S. 1–2.

Regierung von Oberfranken (2015) *Wasserversorgungsbilanz Oberfranken*.

Regierung von Oberfranken (2019) *Trinkwasserversorgung – Aktion Grundwasserschutz*. Verfügbar unter: https://grundwasserschutz-oberfranken.de/trinkwasserversorgung/ (Zugegriffen: 19. November 2019).

Regierung von Unterfranken (2019) *Alarmplan Main Gewässerökologie*. Würzburg.

Regionaler Planungsverband Oberfranken-West (2018) *Regionalplan Oberfranken-West*, *Raumstruktur Karte*.

Regionalwerke Bamberg (2019) *Übersicht*.

Reich, P. B., Hobbie, S. E. und Lee, T. D. (2014) „Plant growth enhancement by elevated CO2 eliminated by joint water and nitrogen limitation“, *Nature Geoscience*, (7), S. 920–924. doi: 10.1038/ngeo2284.

rettetdenhauptsmoorwald.de (2018) *Wie geht´s weiter?*, *Bürgerinitiative für den Hauptsmoorwald*. Verfügbar unter: https://rettetdenhauptsmoorwald.de/.

Richter, M. (2014) *Energiewende und die Möglichkeiten der Wasserkraft*.

ROG (2019) *Raumordnungsgesetz*.

Rohloff, A. (2019) „An Trockenstress angepasste Baumarten : ein Überblick Trockenstress-angepasste Baumarten“, S. ppt.

Rössert, H. (2018) „Nach ‚Fabienne‘: Strommasten-Bau in schwindelnder Höhe.“, *Main-Post*.

Rumpf, S. B. *u. a.* (2018) „Range dynamics of mountain plants decrease with elevation“, *Proceedings of the National Academy of Sciences*. National Acad Sciences, 115(8), S. 1848–1853.

Schäfer, M. (2019) „Ist Bamberg zu schön? Balance zwischen Bedürfnissen der Bewohner und der Gäste muss erhalten bleiben“, *Inselrundschau*, Stadtteilz(1(30)), S. 12 f.

Schenkel, F. (2018) *Hitze setzt Hühnern zu*, *Tierwelt*.

Schönthaler, K. *u. a.* (2017) *Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern - Machbarkeitsstudie (Teil 1)*. Verfügbar unter: Bayerisches.

Schreiber, A. (2018) „Wenn der Feuerwehr am Tag die Leute fehlen“, *inFranken.de*. Verfügbar unter: https://www.infranken.de/regional/bamberg/wenn-der-feuerwehr-am-tag-die-leute-fehlen;art212,3605639.

Schreiber, A. (2019) „Ebrach und das Bad - schwammen!“, *infranken.de*. Verfügbar unter: https://www.infranken.de/regional/bamberg/ebrach-und-das-bad-schwammen;art212,4238849.

Schwind, C. (2019) „Heiligenstadts Wehren tun sich zusammen“, *Fr{ä}nkischer Tag*. Verfügbar unter: https://www.infranken.de/regional/bamberg/heiligenstadts-wehren-tun-sich-zusammen;art212,4430759.

Selinger, N. (2019) „Mit Muskelkraft gegen den Schnee - Bamberger unterstützen in Südbayern“, *thw-bamberg.de*.

SenUVK (2020) *diBEK - digitales Monitoring- und Informationssystem des Berliner Energie- und Klimaschutzprogramms*. Berlin. Verfügbar unter: https://dibek.berlin.de/?lang=de (Zugegriffen: 30. April 2020).

Seppanen, O., Fisk, W. J. und Lei, Q. H. (2006) „Room temperature and productivity in office work Permalink“, *eScholarship.org*, LBNL-60952, S. 7. Verfügbar unter: https://escholarship.org/uc/item/9bw3n707.

Sherwin, H. A., Montgomery, W. I. und Lundy, M. G. (2013) „The impact and implications of climate change for bats“, *Mammal Review*. doi: 10.1111/j.1365-2907.2012.00214.x.

Siebert, S. (2019) „Gewerbegebiete im Wandel. Wie Gewerbegebiete in Marl, Remscheid und Frankfurt Biodiversität und Klimaschutz verbinden“, *Transforming Cities*, 3 (2019), S. 70–75.

SPIEGEL ONLINE (2010) *Heiße Fahrt: ICE ohne Klimaanlage blieb auf freier Strecke stehen*. Verfügbar unter: https://www.spiegel.de/reise/aktuell/heisse-fahrt-ice-ohne-klimaanlage-blieb-auf-freier-strecke-stehen-a-706673.html.

Spörlein, A. (2018) „High-Tech, die Leben retten kann“. Verfügbar unter: https://www.infranken.de/regional/bamberg/high-tech-die-leben-retten-kann;art212,3393222https://www.infranken.de/regional/bamberg/high-tech-die-leben-retten-kann;art212,3393222.

stadt.bamberg.de (2019a) *Baumpflege*. Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/Bürgerservice/Ämter-A-Z/Garten-und-Friedhofsamt_/Garten-und-Friedhofsamt/Baumpflege.

stadt.bamberg.de (2019b) *Hilfe für Bäume wegen Trockenheit*. Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/Bürgerservice/Ämter-A-Z/Amt-für-Umwelt-Brand-und-Katastrophenschutz_/Amt-für-Umwelt-Brand-und-Katastrophenschutz/Abteilung-Umwelt/Hilfe-für-Bäume-wegen-Trockenheit.php?object=tx,2730.5&ModID=7&FID=3267.432.1&NavID=2730.54&La=1.

stadt.bamberg.de (2019c) „NINA warnt bei regionalen Gefahrensituationen“. Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/Schnellnavigation/Startseite/NINA-warnt-bei-regionalen-

Gefahrensituationen.php?object=tx,2730.5&ModID=7&FID=2730.15348.1&NavID=2730.3 (Zugegriffen: 26. November 2019).

stadt.bamberg.de (2020) *Verkehrsentwicklungsplan Bamberg 2030*. Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/vep (Zugegriffen: 9. August 2020).

Stadt Bamberg (2000) „Verkehrsentwicklungsplan Bamberg Entwurf". Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/media/custom/1829_15344_1.PDF?1467895491.

Stadt Bamberg (2008) „Baumpflegemaßnahmen im Stadtgebiet - Sachstandsbericht".

Stadt Bamberg (2014a) *Bamberger Strategie für Biologische Vielfalt (Kommunale Biodiversitätsstrategie)*.

Stadt Bamberg (2014b) „Perspektive Ost - Bamberger Konversion", *Rathaus Journal*.

Stadt Bamberg (2015) *Fortschreibung Gesamtstädtisches städtebauliches Entwicklungskonzept*.

Stadt Bamberg (2017) *Sitzungsvorlage - VO/2017/0748-38 - Bamberger Strategie für Biologische Vielfalt - Zwischenbericht 2014 bis 2016*.

Stadt Bamberg (2018a) „Bürgerinformationssystem". Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/buergerinformationssystem/%7B_%7D%7B_%7D%7B_%7Dtmp/tmp/450810363902555 91/390255591/00145806/06.pdf (Zugegriffen: 6. April 2020).

Stadt Bamberg (2018b) „Sitzungsvorlage - VO/2018/1869-65 - Regen-Risikokarte und Starkregenmanagement". Bamberg: Stadt Bamberg. Verfügbar unter: www.stadt.bamberg.de/buergerinformationssystem/___tmp/tmp/45-181-136822475538/822475538/00146192/92.pdf.

Stadt Bamberg (2019a) *Abteilung Brand- & Katastrophenschutz*.

Stadt Bamberg (2019b) „Bamberger Zahlen 2018 – Statistisches Jahrbuch – 65. Jahrgang".

Stadt Bamberg (2019c) *Baurecht; Erlass örtlicher Bauvorschriften*.

Stadt Bamberg (2019d) „Das grüne Juwel". Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/B%7Bü%7Drgerservice/Das-gr%7Bü%7Dne-Juwel.php?object=tx,2730.5%7B&%7DModID=7%7B&%7DFID=3267.245.1%7B&%7DNavID=2730.4%7B&%7DLa=1 (Zugegriffen: 6. April 2020).

Stadt Bamberg (2019e) „Feuerwehr". Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/B%7Bü%7Drgerservice/%7BÄ%7Dmter-A-Z/Amt-f%7Bü%7Dr-Umwelt-Brand-und-Katastrophenschutz%7B_%7D/Amt-f%7Bü%7Dr-Umwelt-Brand-und-Katastrophenschutz/Abteilung-Brand-Katastrophenschutz/Feuerwehr (Zugegriffen: 26. November 2019).

Stadt Bamberg (2019f) *Fledermäuse lieben Bamberg*.

Stadt Bamberg (2019g) *Früher als sonst, mehr als sonst*.

Stadt Bamberg (2019h) „NINA warnt bei regionalen Gefahrensituationen". Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/B%7Bü%7Drgerservice/NINA-warnt-bei-regionalen-Gefahrensituationen.php?object=tx,2730.5%7B&%7DModID=7%7B&%7DFID=2730.15348.1%7B&%7DNavID=2730.4%7B&%7DLa=1 (Zugegriffen: 26. November 2019).

Stadt Bamberg (2019i) *Perspektive Ost / Bambergkonversion*.

Stadt Bamberg (2020a) „Agenda 2030 - Büro". Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/B%7Bü%7Drgerservice/%7BÄ%7Dmter-A-Z/Amt-f%7Bü%7Dr-Umwelt-Brand-und-Katastrophenschutz%7B_%7D/Amt-f%7Bü%7Dr-Umwelt-Brand-und-Katastrophenschutz/Abteilung-Umwelt/Agenda-2030 (Zugegriffen: 6. April 2020).

Stadt Bamberg (2020b) *Haushaltsplan 2019*, *Finanzreferat*. Verfügbar unter: https://www.stadt.bamberg.de/media/custom/2730_1897_1.PDF?1544706701.

Stadt Bamberg (2020c) „Urbaner Gartenbau - Bambergs immaterielles Kulturerbe". Verfügbar unter: https://welterbe.bamberg.de/de/projekte/urbaner-gartenbau (Zugegriffen: 29. April 2020).

Stadtplanungsamt Bamberg (2018) *Flächennutzungsplan*. Stadt Bamberg.

Stadtwerke Bamberg (2018) *Presseinformation: 480.000 Euro vom Bund: Stadtwerke Bamberg erforschen Versorgung f{ü}r Konversionsquartier „Lagarde"*.

Stadtwerke Bamberg (2020) *Wir investieren in Bamberg in Ihr Trinkwasser*. Verfügbar unter: www.stadtwerke-bamberg.de/wasser/wasseraufbereitung/ (Zugegriffen: 5. April 2020).

Statista (2019) *Elektroautos in Deutschland bis 2019*.

Steffen, W. *u. a.* (2018) „Trajectories of the Earth System in the Anthropocene", *Proceedings of the National Academy of Sciences*. National Acad Sciences, 115(33), S. 8252–8259.

StMELF Bayern (2020a) „Das integrierte Bayerische Landwirtschaftliche Informations-System (iBALIS): Kartenviewer Agrar", *Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten*. Verfügbar unter: https://www.stmelf.bayern.de/ibalis/JJq-8mgE6n3ojdabXakNesA-fwrpuDMV/JJqc0 (Zugegriffen: 29. April 2020).

StMELF Bayern (2020b) *Förderung - Benachteiligte Gebiete in Bayern*. Verfügbar unter: https://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/foerderung/211365/ (Zugegriffen: 4. Juli 2020).

StMELF Bayern (2020c) *Hochwasserschutz - Die Ländliche Entwicklung plant mit Fachleuten und Bürgern im Interesse aller Menschen*. Verfügbar unter: https://www.stmelf.bayern.de/landentwicklung/schwerpunkte/073438/index.php (Zugegriffen: 3. Juli 2020).

StMUV (2015) *Klima-Report Bayern 2015*. München.

StMUV (2016) *Bayerische Klima-Anpassungsstrategie*. München.

StMUV (2018) *Wasser für Franken „Die Überleitung Donau-Main“*. Verfügbar unter: www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/stauseen/fraenkseen.htm.

StMUV (2019a) *Fragebogen zu Hochwasserrisikomanagement in der Bauleitplanung*. Verfügbar unter: https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/hochwasser/doc/fragebogen.pdf (Zugegriffen: 1. Juli 2020).

StMUV (2019b) *Infoblatt „Bewässerungskonzepte für eine nachhaltige und umwelt-verträgliche Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen“*. München. Verfügbar unter: https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/foerderung/doc/infoblatt_bewaesserungskonzepte.pdf.

StMUV (2019c) *Integrale Konzepte zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement*. Verfügbar unter: https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/foerderung/doc/infoblatt_sonderprogramm_sturzfluten.pdf.

StMUV & StMB (2019) *Hochwasser- und Starkregenrisiken in der Bauleitplanung*. München. Verfügbar unter: https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/hochwasser/doc/arbeitshilfe.pdf.

StMUV Bayern (2006) *Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern (ABSP) - Landkreis Bamberg, aktualisierter Textband*.

StMUV Bayern (2014) *Vollzugshinweise zur Anwendung der Acker- und Grünlandzahlen gemäß § 9 Abs. 2 Bayerische Kompensationsverordnung (BayKompV)*.

StMUV Bayern (2017) *Naturvielfalt im Landkreis und Stadt Bamberg*. Verfügbar unter: https://www.naturvielfalt.bayern.de/regional/bamberg/index.htm (Zugegriffen: 4. Juli 2020).

StMUV Bayern (2019) *Infoblatt – Übersicht über Fördermöglichkeiten im Wasserbau für Zuwendungsempfänger nach RZWas 2018*. Verfügbar unter: https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/foerderung/doc/foerdertatbestaende_wasserbau.pdf (Zugegriffen: 3. Juli 2020).

StMUV Bayern (2020) *Bamberg - BayernNetzNatur-Projekte*. Verfügbar unter: https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/bayerns_naturvielfalt/umsetzungsprojekte/bayernnetznatur/index.htm (Zugegriffen: 17. Mai 2020).

StMWi (2018) „Verordnung über das Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP) Vom 22. August 2013, geändert durch Verordnung vom 21. Februar 2018“, 2006(August 2013).

Strätz, C. (2008) *Fledermäuse in Bamberg*.

sz.de (2015) *Milder Winter muss nicht viele Schädlinge zur Folge haben*, *Süddeutsche Zeitung*. Verfügbar unter: https://www.sueddeutsche.de/leben/freizeit-milder-winter-muss-nicht-viele-schaedlinge-zur-folge-haben-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-150317-99-07749.

T-online (2014) „Das sind Deutschlands Stromverschwender“, *t-online.de*.

TA Oberfranken (2019) *Graduiertenkolleg Energieautarke Gebäude - Technologie Allianz Oberfranken*, *tao-oberfranken.de*.

Tallinucci, V. (2019) „The end of tourism through localhood and overtourism? An exploration of current destination governance challenges“, in *Harald Pechlaner (Hrsg.): Destination und Lebensraum. Perspektiven touristischer Entwicklung*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 137–151.

THW OV Bamberg (2012) „Unwetter über Bamberg. Starke Sturmböen richten schweren Schaden in Bamberg an.“, *thw-bamberg.de*.

THW OV Bamberg (2013a) „Starke Regenfälle fordern das THW.“

THW OV Bamberg (2013b) *Wehr von Treibholz befreit. Feuertaufe für neues Fahrzeug des THW Bamberg.*

THW OV Bamberg (2014) *Verkehrsabsicherung nach Flächenbrand*, *thw-bamberg.de*.

THW OV Bamberg (2019) „Technischer Zug“, *thw-bamberg.de*.

Transition Bamberg (2018) „Transition Bamberg“. Verfügbar unter: https://de-de.facebook.com/transitionbamberg (Zugegriffen: 6. April 2020).

Transition Bamberg (2020) „Über uns“. Verfügbar unter: https://www.transition-bamberg.de/ueber-uns.html (Zugegriffen: 6. April 2020).

Triebenbacher, C. *u. a.* (2019) „Waldschutzsituation 2018 in Bayern“, *AFZ-Der Wald*, S. 18–21.

TV1 (2011) *Bamberg Weltkulturerbe*.

tvo.de (2018a) *Hallstadt: Blitz-Unwetter setzt Stadt unter Wasser*.

tvo.de (2018b) „Hallstadt: Blitz-Unwetter setzt Stadt unter Wasser“. Verfügbar unter: https://www.tvo.de/hallstadt-blitz-unwetter-setzt-stadt-unter-wasser-320416/.

tvo.de (2018c) „Unwetter über Bamberg: Schlammlawine und überflutete Unterführungen“, 11 Mai. Verfügbar unter: www.tvo.de/unwetter-ueber-bamberg-schlammlawine-und-ueberschemmte-unterfuehrungen-319061/ (Zugegriffen: 28. April 2020).

tvo.de (2019) *Folgen der Trockenheit: Bäume in Bamberg müssen gefällt werden*.

UBA (2014) *Klima und Treibhauseffekt*.

UBA (2015a) *Aktive Katastrophenschutzhelfer - Umweltbundesamt*. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/bs-r-4-das-indikator.

UBA (2015b) „Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel“, *Umweltbundesamt. Climate Change 24/2015*, S. 1–30. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

UBA (2016) *Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel*. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/stadt-strassenbaeume-im-klimawandel (Zugegriffen: 1. Oktober 2020).

UBA (2017a) „Entscheidungsprozesse zur Anpassung an den Klimawandel in Kommunen. Zwischenbericht. Climate Change“, *Climate Change 04/2015*. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-07-18_climate-change_04-2015_klimalotse_inkl_zusamm.pdf.

UBA (2017b) *Klimawandel in Deutschland*. Herausgegeben von G. P. Brasseur, D. Jacob, und S. Schuck-Zöller. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-662-50397-3.

UBA (2017c) „Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen Empfehlungen der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel der Bundesregierung“.

UBA (2018a) *Gesundheitsrisiken durch Ozon*. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-ozon (Zugegriffen: 19. August 2020).

UBA (2018b) „Klimaanpassung im Raumordnungs-, Städtebau- und Umweltfachplanungsrecht sowie im Recht der kommunalen Daseinsvorsorge - Grundlagen, aktuelle Entwicklungen und Perpektiven“, *Climate Change 03/2018*.

UBA (2019a) *Grünlandumbruch*. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/gruenlandumbruch (Zugegriffen: 15. September 2020).

UBA (2019b) *Indikator: Globale Lufttemperatur | Umweltbundesamt*. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/indikator-globale-lufttemperatur.

UBA (2019c) „Monitoringbericht 2019 - zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“, *Umweltbundesamt*, S. 256.

UBA (2019d) *Trends der Lufttemperatur*. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-lufttemperatur.

UFZ (2019) *Das „ Globale Assessment “ des Weltbiodiversitätsrates IPBES*.

Universität Bamberg (2019) „Vernetzung und Transfer - Kulturgeographie“. Verfügbar unter: https://www.uni-bamberg.de/geo1/vernetzung-und-transfer/ (Zugegriffen: 6. April 2020).

Universität Bamberg (2020) „Kommunikationswissenschaft“.

Ventura-Cots, M. (2019) „Colder Weather and Fewer Sunlight Hours Increase Alcohol Consumption and Alcoholic Cirrhosis Worldwide“, *Hepatology*, 69(5), S. 1916–1930.

Verbraucherzentrale Bayern (2019) *Versicherungsschutz für Elementarschäden*. Verfügbar unter: https://www.verbraucherzentrale-bayern.de/wissen/geld-versicherungen/weitere-versicherungen/versicherungsschutz-fuer-elementarschaeden-11440 (Zugegriffen: 1. Juli 2020).

VLK (2012) *Klimawandel und Landwirtschaft - Anpassungsstrategien im Bereich Tierhaltung*.

VLK (2019) *Klimawandel und Landwirtschaft - Anpassungsstrategien im Ackerbau*.

Volgger, M. (2019) „The end of tourism through localhood and overtourism? An exploration of current destination governance challenges“, in *Harald Pechlaner (Hrsg.): Destination und Lebensraum. Perspektiven touristischer Entwicklung*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 137–151.

Weeber, J. (2020) *Klimawandel und Finanzmärkte*. Heidelberg: Gabler.

Wehner, M. (2012) „Um Bamberg sollen sich 100 Windräder drehen“, *infranken.de*.

Wehner, M. (2019) *Sterbende Bäume in Bambergs Wäldern: Wann kommt der große Regen?*, *inFranken.de*.

Weigel, H.-J. *u. a.* (2005) „Mehr CO2 in der Atmosphäre: Prima Klima für die Landwirtschaft - Effekte auf Pflanzenwachstum und -qualität“, *Forschungsreport Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft*, 1, S. 14–17.

Weigel, H.-J. (2016) „Auswirkungen des Klimawandels auf die pflanzliche Biodiversität in Agrarökosystemen“, in Lozán, J. L. u. a. (Hrsg.) *Warnsignal Klima: Die Biodiversität*, S. 196–203.

Westphal, A.-C. (2018) „Feuerwehrleute erneut Spitzenreiter“, *Feuerwehr-Magazin*.

wetteronline (2018) *Unwetter im Rückblick*.

WFW (2009) *Zweckverband Wasserversorgung Fränkischer Wirtschaftsraum*.

Willmitzer, H. *u. a.* (2015) „Einfluss von Klimaänderungen“, S. 84–88.

Windisch, U. (2012) *Untersuchung der Wirkung des Klimawandels auf biotische Systeme in Bayern mittels Flechtenkartierung*.

Winter, G. und Hengelhaupt, U. (2012) *Landwirtschaft in der Genussregion Oberfranken*. Verfügbar unter: https://www.genussregion-oberfranken.de/wp-

content/uploads/2019/06/2013-04-12%7B_%7DGO%7B_%7Dlandwirtschaft.pdf.

Wittig, A. (2017) „Tourismusakzeptanz der lokalen Bevölkerung am Beispiel der UNESCO Welterbestadt Bamberg“, in *Ralf Scheibe, Kristin Ramthun und Wilhelm Steingrube (Hrsg.): Tourismus und Regionalentwicklung Greifswalder Beiträge zur Regional-, Freizeit- und Tourismusforschung, Bd. 23*. Universität Greifswald, S. 1–18.

WMO (2018) *Greenhouse gas levels in atmosphere reach new record*.

WTO (2018) „‘Overtourism’? – Understanding and Managing Urban Tourism Growth beyond Perceptions“, *World Tourism Organization*, UNWTO(Madrid).

wwa-kc.bayern.de (2019) „Trinkwassertalsperre Mauthaus - Wasserwirtschaftsamt Kronach“. Verfügbar unter: https://www.wwa-kc.bayern.de/trinkwasser/kronach/twt%7B_%7Dmauthaus/index.htm.

WWA Kronach (2018a) *Gewässerentwicklungskonzepte*. Verfügbar unter: https://www.wwa-kc.bayern.de/fluesse_seen/gewaesserentwicklungskonzepte/index.htm (Zugegriffen: 3. Juli 2020).

WWA Kronach (2018b) *Maßnahmen an Gewässern*. Verfügbar unter: https://www.wwa-kc.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/index.htm (Zugegriffen: 3. Juli 2020).

Yousefpour, R. *u. a.* (2017) „A framework for modeling adaptive forest management and decision making under climate change“, *Ecology and Society*. doi: 10.5751/ES-09614-220440.

Zfk.de (2019) „Fernwasser Oberfranken: Rekordabsatz im Jahr 2018: ZfK Zeitung für kommunale Wirtschaft“. Verfügbar unter: https://www.zfk.de/artikel/fernwasser-oberfranken-rekordabsatz-im-jahr-2018-2019-01-18/ (Zugegriffen: 19. November 2019).

Zimmer, A. (2012) „Die verschiedenen Dimensionen der Zivilgesellschaft“, *Dossier Deutsche Verh{ä}ltnisse*, Eine Sozia(Bundeszentrale f{ü}r politische Bildung). Verfügbar unter: https://www.bpb.de/politik/grundfragen/deutsche-verhaeltnisse-eine-sozialkunde/138713/dimensionen.

9. Anhang

9.1. AUSWERTUNG DER FRAGEBÖGEN

Als Bestandteil der Akteursbeteiligung wurde im Dezember 2019 an die Kommunen im Landkreis Bamberg Fragebögen versandt, von denen wir elf Rückmeldungen erhielten. Aus den Antworten der Kommunen können verschiedene Informationen über die von den Kommunen wahrgenommenen aktuellen und künftigen Herausforderungen sowie die Erwartungen an den Landkreis Bamberg generiert werden. Im Folgenden werden die Antworten auf die einzelnen Fragen ausgewertet und, wenn möglich, grafisch und kartografisch dargestellt.

Die Kenntnis der vor Ort bestehenden Herausforderungen und der wahrgenommenen Betroffenheiten ist insofern besonders wichtig, da Anpassung an den Klimawandel eine Aufgabe ist, die von allen Ebenen im föderativen Mehr-Ebenen-System umzusetzen ist. Kommunen und Landkreis obliegt die Aufgabe, die Bürgerinnen und Bürger bei der Eigenvorsorge zu unterstützen. Der Informationsfluss aus den Kommunen an den Landkreis unterstützt letzteren bei der Ausrichtung seiner Strategien und Maßnahmen. Schließlich können die Ergebnisse wertvoll für den interkommunalen Austausch sein: Besonders wenn es um Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung, der Sachwerte und Infrastrukturen sowie der Natur geht, ist ein Austausch zwischen Kommunen ebenso sinnvoll wie hilfreich.

Im Folgenden werden wichtige Ergebnisse entlang der Fragen des Fragebogens dargestellt.

Frage: Welche Bedeutung haben die Handlungsfelder der Anpassungsstudie für Ihre Kommune? (1.1)

Auf die Frage nach der Bedeutung der Handlungsfelder für die jeweilige Kommune wurden die Handlungsfelder Gesundheit, Katastrophenschutz und Tourismus von den Kommunalvertreter*innen als am bedeutendsten bewertet (siehe Abbildung 101).

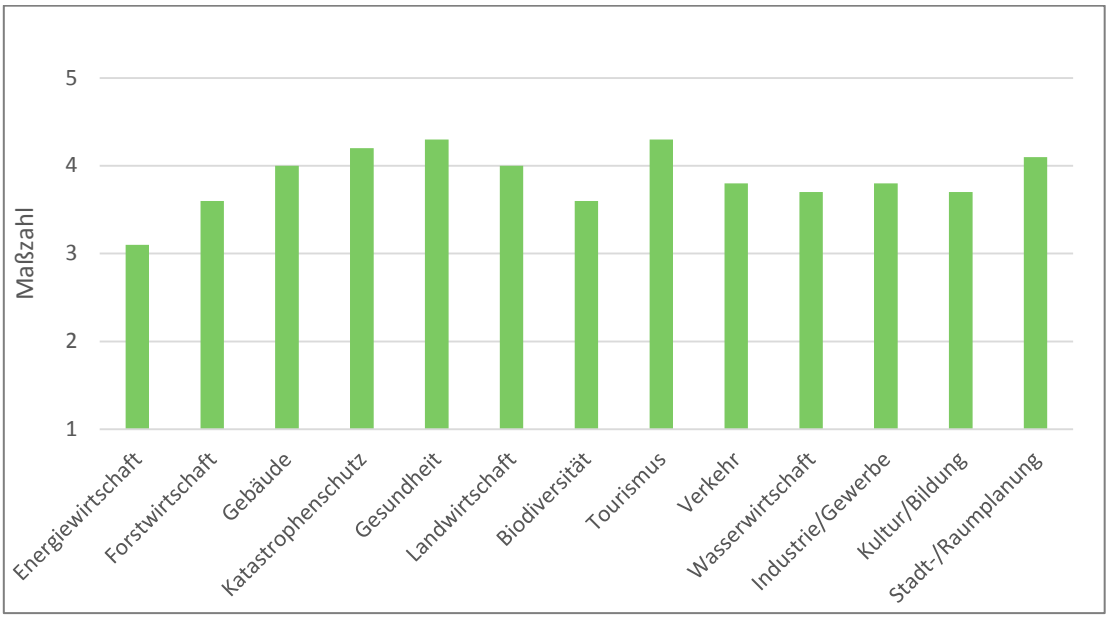


Abbildung 101: Einschätzungen zur allgemeinen Bedeutung der einzelnen Handlungsfelder für die Kommunen (durchschnittliche Bewertungsmaßzahl – 1=geringste bis 5=höchste Bedeutung)

Daran zeigt sich, dass die Wahrung des gesundheitlichen Wohls ihrer Bürger*innen auf der Ebene der Kommunen einen besonderen Stellenwert genießt. Besonders in außerordentlichen Gefahrenlagen sind die Rettungskräfte im Rahmen des Katastrophenschutzes gefordert, um Schäden für Leib und Leben, aber auch Sach- und Infrastrukturschäden einzudämmen. Der Tourismus ist nicht nur ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für viele Kommunen, sondern hat auch eine kulturelle Bedeutung. Gleichzeitig sind die Handlungsmöglichkeiten der Kommunalpolitik in diesem Bereich vergleichsweise hoch. Schaut man ans untere Ende der Skala so zeigt sich, dass die Kommunen die Bedeutung der Handlungsfelder „Biodiversität“ und „Energie“ vergleichsweise weniger hoch bewerten. Mindestens im Bereich Biodiversität verwundert diese Einschätzung: Das jüngst recht breitenwirksam durchgeführte Volksbegehren „Rettet die Bienen“ mit rd. 1,8 Mio. Unterschriften sowie die Verabschiedung eines wirkungsvolleren Naturschutzgesetzes durch den Bayerischen Landtag im Juli 2019 deuten eher darauf hin, dass das Thema von seiner Bedeutung her als relativ wichtig eingeschätzt wird.

Frage: Welche Herausforderungen sind momentan für Ihre Kommune besonders wichtig? (1.2)

Hier ergab die Auswertung der Fragebögen, dass sich die Kommunen im Alltag, also unabhängig von der Thematik des Klimawandels, vor allem mit den Herausforderungen des demographischen Wandels, der Innenentwicklung sowie der Entwicklung der Siedlungen und Gewerbegebiete beschäftigen. Diese Themen sind untereinander stark verflochten (Tabelle 18) und zeigen sich im Alltag in vielen Facetten: Abwanderung, Nachverdichtung, wirtschaftliche Attraktivität der Standorte sowie Flächenverbrauch, energetische Sanierung, Leerstand und Daseinsvorsorge zählen zu diesen Bereichen. Dies spiegelt sich in allen weiteren Punkten, wie beispielsweise der ungenügenden ärztlichen Versorgung, großer Flächenversieglung und Veränderungen in der Tourismusbranche wider. Zu erwähnen ist insbesondere die Problematik der Erreichbarkeit im Allgemeinen, welche über die Punkte ÖPNV und Straßenausbau adressiert und von der Hälfte der Kommunen als eine aktuelle Herausforderung benannt wurde.

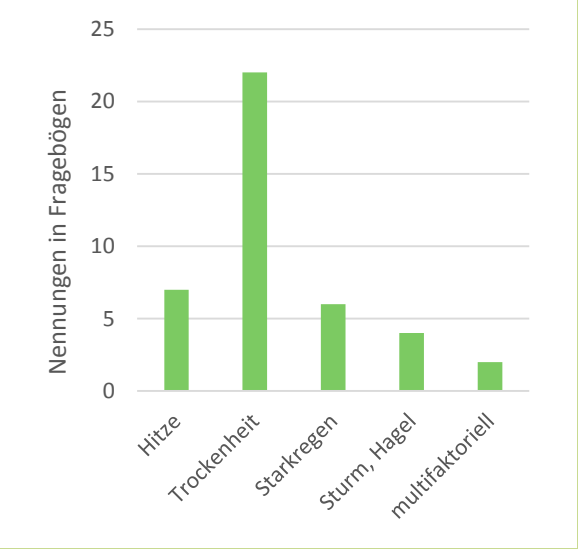
Tabelle 18: Dargestellt sind die prozentualen Anteile der Kommunen im Landkreis, die angaben, dass sie von den aufgelisteten Herausforderungen aktuell betroffen sind.

aktuelle Herausforderungen	Betroffenheiten in den Kommunen (Anteil an den ausgefüllten Fragebögen)
Demographischer Wandel	90 %
Innenentwicklung	70 %
Gewerbegebiete/Siedlungs-entwicklung	60 %
Straßenausbau/ÖPNV	50 %
Ärztliche Versorgung	40 %
Wasserver-/-entsorgung	30 %
Flächenversieglung	20 %
Digitalisierung/Breitbandausbau	20 %
Naherholung/Tourismus	10 %
Energieautarkie	10 %
Co-Working-Spaces	10 %
Jugendarbeit	10 %
Ehrenämter	10 %

Welche Folgen des Klimawandels haben Sie in Ihrer Kommune bereits beobachtet? (2.1)

Hinsichtlich der vor Ort bereits beobachteten Folgen des Klimawandels wurden von den meisten Kommunen die Aspekte „Trockenheit“ und „Absenkung des Grundwassers“ genannt (Tabelle 19). Im Einzelnen wurden bereits Baumschäden sowie Ernteausfälle, inklusive der daraus resultierenden Folgeschäden wie Borkenkäferkalamitäten, Biodiversitätsverlust und vor allem die Gefährdung der Trinkwasserversorgung festgestellt und beobachtet. Bestimmte Bereiche im Landkreis waren zudem von starken Sturmschäden und den Auswirkungen von Starkregenereignissen betroffen. Die Problematik der starkregenbedingten Überflutungen beispielsweise, wurde von der Hälfte der Befragten als aktuelle Herausforderung angesehen. Hingegen scheinen Hagelschäden eine eher untergeordnete Rolle im Landkreis zu spielen.

Tabelle 19: Anteil der Kommunen im Landkreis, die von den aufgelisteten Folgen des Klimawandels aktuell betroffen sind in Prozent und Anzahl der Nennungen über alle Fragebögen.

Folgen des Klimawandels	**Betroffenheiten in den Kommunen**	
	Prozentualer Anteil	**Nennung der summierten Betroffenheiten**
Trockenheit - Baumschäden	70 %	
Starkregen - Überflutungen	50 %	
Grundwasserabsenkung - Trinkwasserbereitstellung gefährdet	40 %	
Trockenheit - Ernteausfälle	40 %	
Sturmschäden	30 %	
Grundwasserabsenkung - Gebäude-& Straßenschäden	20 %	
Trockenheit - Borkenkäfer	20 %	
Hitzebelastung im Gebäude	20 %	
Hitzebelastung im Gewässer - Fischsterben	20 %	
Hagelschäden	10 %	
Biodiversitätsrückgang	10 %	

Frage: Welche Sektoren sind, Ihrer Meinung nach, in Ihrer Kommune von den Folgen des Klimawandels wie stark betroffen? (2.2)

An oberster Stelle wurden die Handlungsfelder Fortwirtschaft und Landwirtschaft, gefolgt vom Katastrophenschutz und der Gesundheit sowie die Wasserwirtschaft genannt (Abbildung 102). Mit der Vergabe der höchsten Betroffenheitswerte für die Handlungsfelder Forstwirtschaft und Landwirtschaft sind zwei Sektoren ausgewählt, die bereits heute teils massiv von den Folgen des Klimawandels betroffen sind. Die klimawandelbedingte, langfristige Schädigung der Waldökosysteme sowie die problematische Situation der Bauern allein in den vergangenen Hitzesommern sind vielerorts akut virulente Problemlagen und korrespondieren mit den Folgen, die auch aus gutachterlicher Sicht feststellbar sind.

Der Umstand, dass die Folgen des Klimawandels bei der Bevölkerung tatsächlich zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen, die bis hin zu Gefahren für Leib und Leben reichen können, wird von den Kommunen in seiner Bedeutung ebenfalls als vergleichsweise hoch bewertet. Das passt zu den Ergebnissen der Abbildung 101, wo das Handlungsfeld per se als besonders wichtig bewertet wurde.

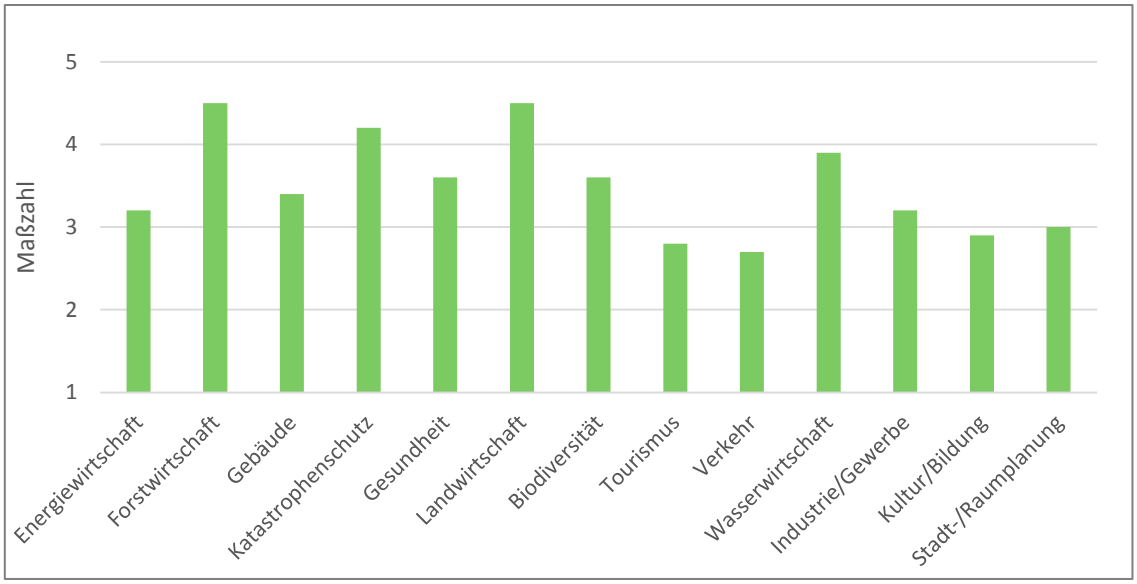


Abbildung 102: Einschätzungen zur Betroffenheit der Handlungsfelder gegenüber den Folgen des Klimawandels in den Kommunen (durchschnittliche Bewertungsmaßzahl – 1=geringste bis 5=höchste Bedeutung).

Folgerichtig wird auch auf einen gut vorbereiteten und ausgestatteten Katastrophenschutz besondere Bedeutung gelegt, wobei die Kommunen davon ausgehen, dass dieses Handlungsfeld von den Folgen des Klimawandels vergleichsweise stark betroffen sein wird. Um die Betroffenheiten durch die Folgen des Klimawandels in einen lokalen Bezug zu bringen, wurden zu den Ergebnissen dieser Frage beispielhaft Übersichtskarten für die Handlungsfelder Wasserwirtschaft, Katastrophenschutz, Landwirtschaft und Forstwirtschaft erstellt. Von den an der Befragung beteiligten Kommunen schätzen Lizendorf, Lisberg und Strullendorf ihre Betroffenheit gegenüber den Folgen des Klimawandels im Handlungsfeld Wasserwirtschaft demnach am höchsten ein.

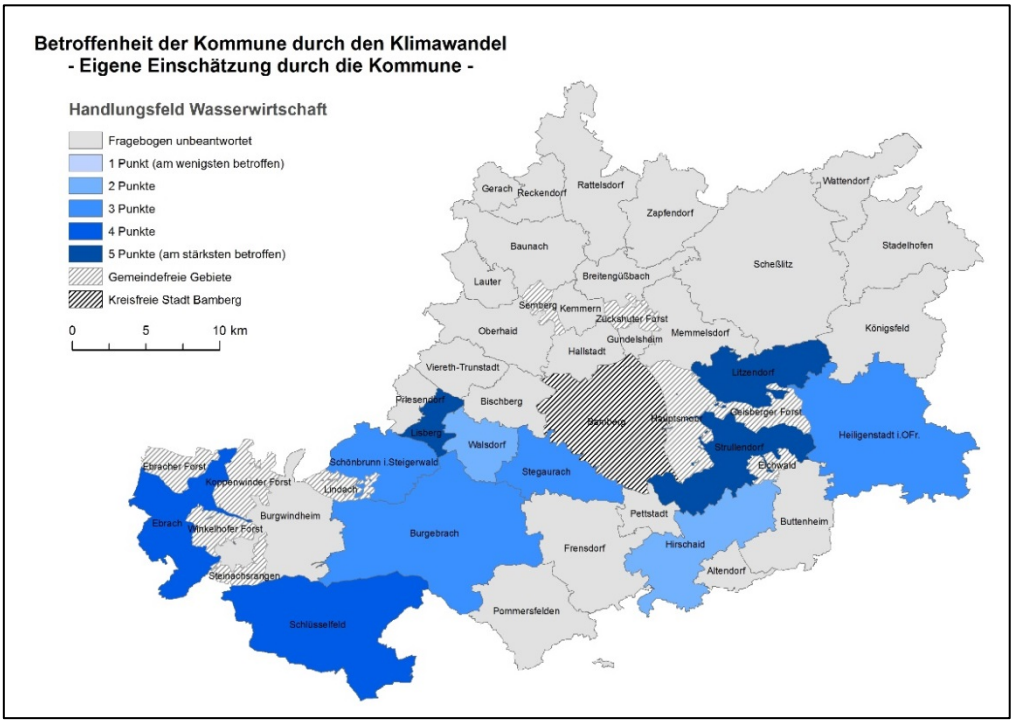


Abbildung 103: Betroffenheiten der Kommunen im Handlungsfeld „Wasserwirtschaft“: Je dunkler die Farbe, desto größer die wahrgenommene Klimawandel-Betroffenheit der Kommune in diesem Handlungsfeld.

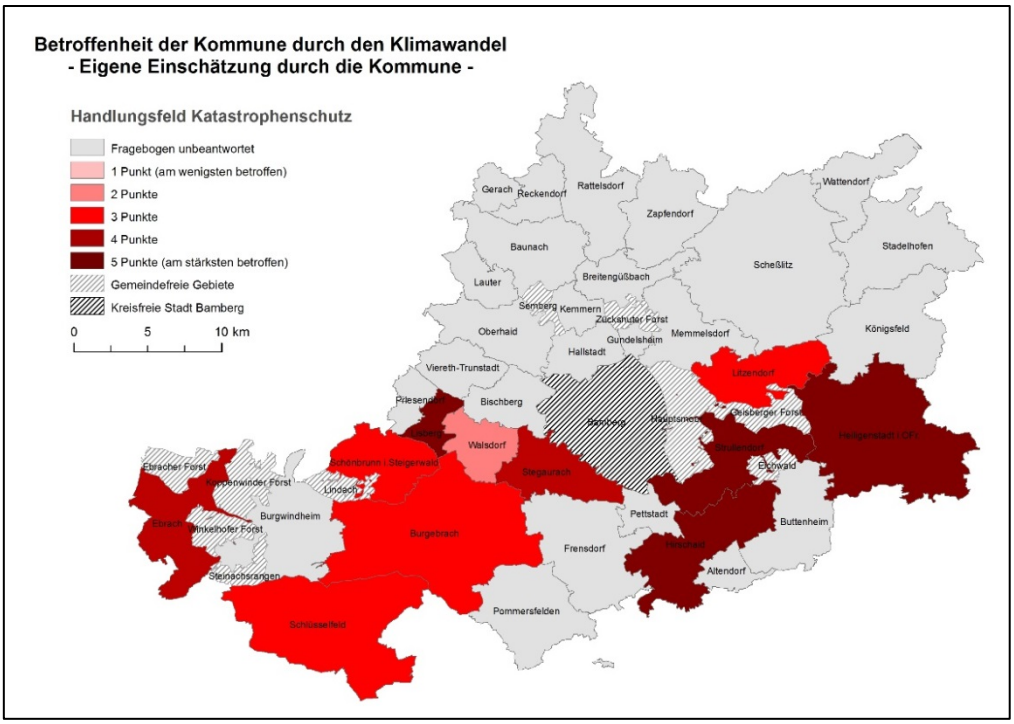


Abbildung 104: Betroffenheiten der Kommunen im Handlungsfeld „Katastrophenschutz“: Je dunkler die Farbe, desto größer die wahrgenommene Betroffenheit der Kommune in diesem Handlungsfeld durch die Folgen des Klimawandels

Im Handlungsfelder Katastrophenschutz (Abbildung 104) schätzen sich die Kommunen Lisberg, Hirschhaid, Strullendorf und Heiligenstadt als am stärksten betroffen ein. Das Handlungsfeld Landwirtschaft (Abbildung 105) wurde von den Kommunen Lisberg, Hirschaid, Heiligenstadt, Strullendorf und Schlüsselfeld in die höchste Kategorie der Betroffenheit eingeordnet.

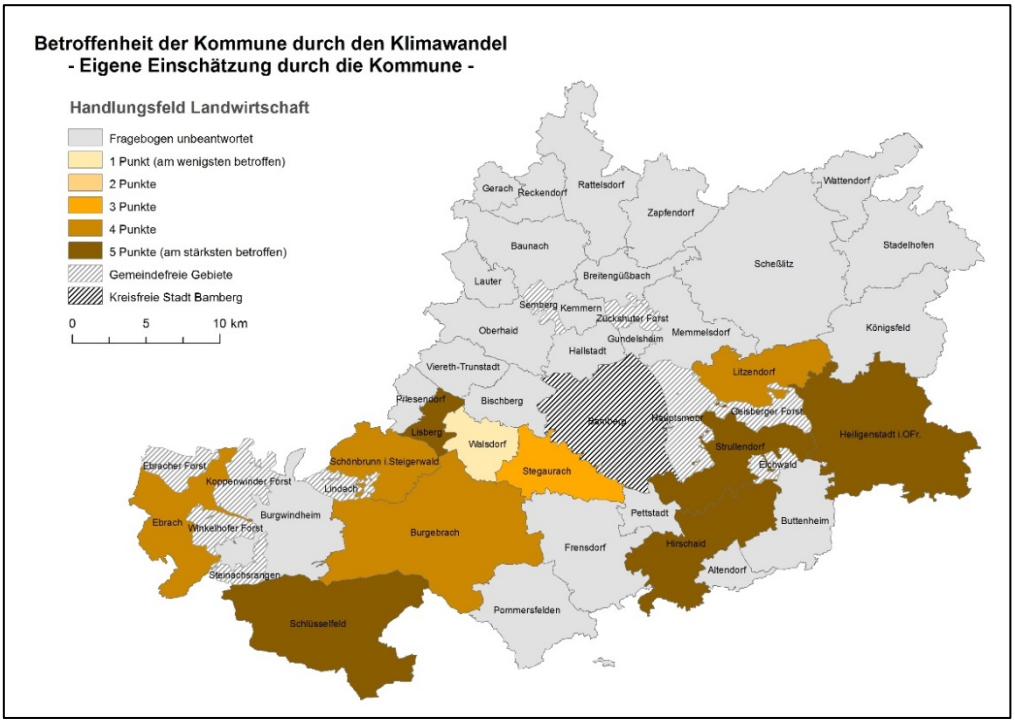


Abbildung 105: Betroffenheiten der Kommunen im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ – je dunkler die Farbe, umso größer die Betroffenheit durch die Folgen des Klimawandels

Den Fragebögen zufolge, wird das Handlungsfeld Forstwirtschaft als eines der am stärksten vom Klimawandel betroffenen Handlungsfelder eingeschätzt. Das zeigt sich besonders an den hohen Punktevergaben der Kommunen Burgebrach, Heiligenstadt, Lisberg, Schlüsselfeld, Schönbrunn und Strullendorf (Abbildung 106).

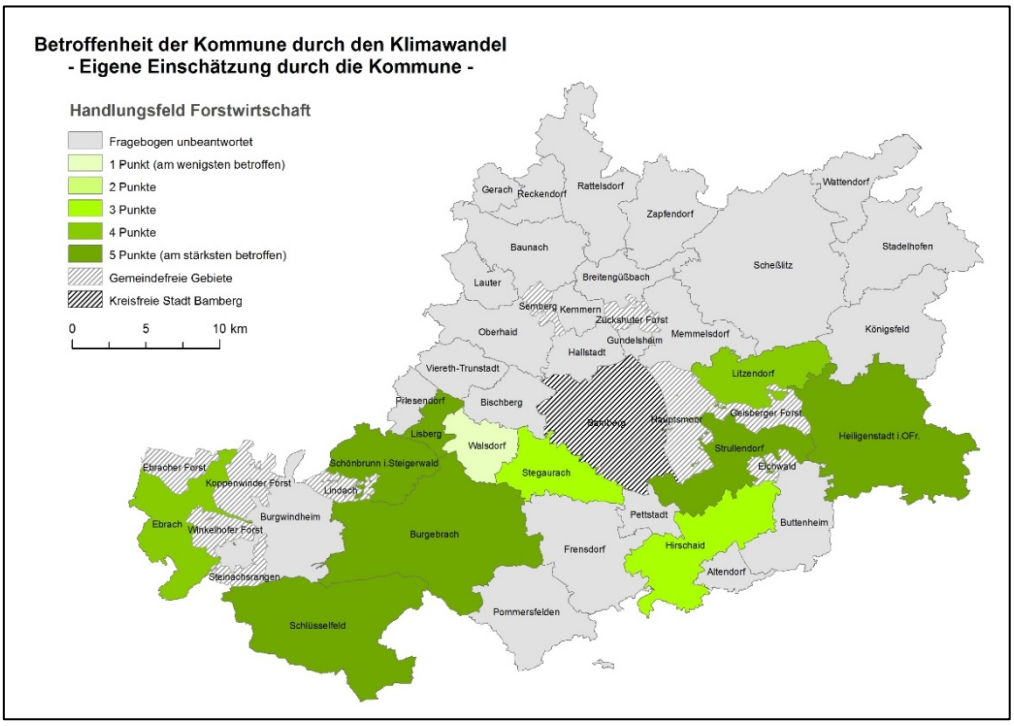


Abbildung 106: Betroffenheiten der Kommunen im Handlungsfeld „Forstwirtschaft“ – je dunkler die Farbe, umso größer die Betroffenheit durch die Folgen des Klimawandels

Frage: Gibt es bereits Projekte oder Maßnahmen der Klimaanpassung, die in der Kommune bereits erfolgreich umgesetzt wurden? (3.1)

Von den Kommunen wurde eine Reihe von Maßnahmen genannt, die sie bereits erfolgreich umgesetzt haben. Die meisten Maßnahmen wurden in den Handlungsfeldern Energiewirtschaft und Wasserwirtschaft genannt (Abbildung 107). Jedoch handelte es sich bei den Maßnahmen im Energiesektor überwiegend um Klimaschutzmaßnahmen. Im Wassersektor wurden zum einen Maßnahmen zur Sicherung der Trinkwasserversorgung (z. B. *Bau eines weiteren Trinkbrunnens*) und Hochwasserschutzmaßnahmen benannt (z. B. *Bau von Regenrückhaltebecken*).

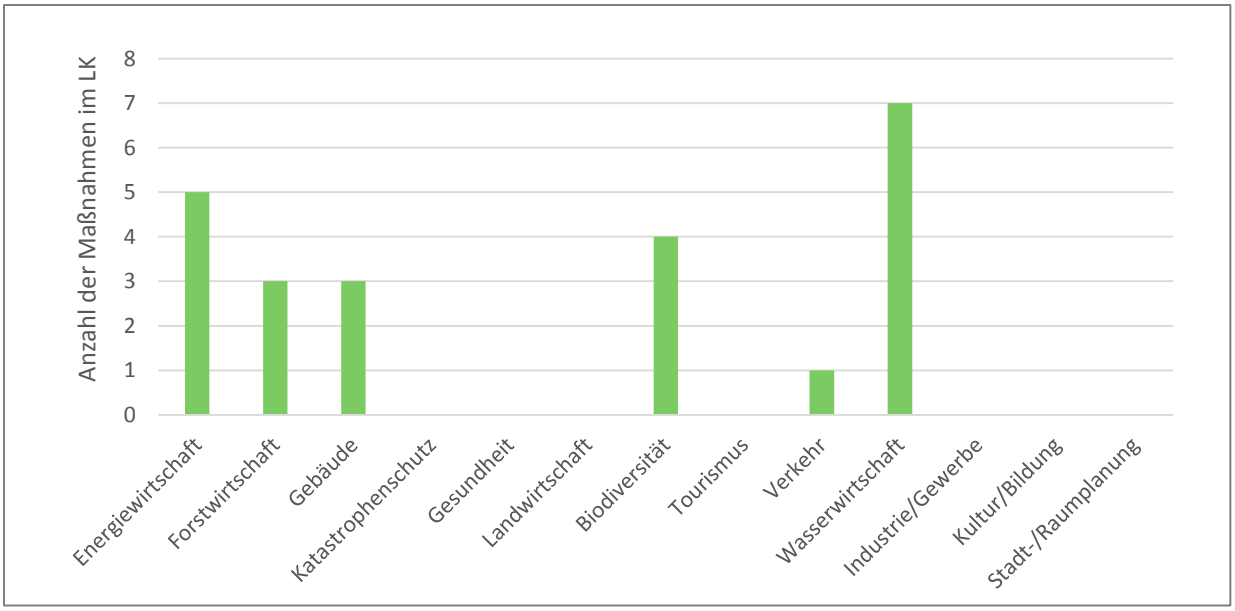


Abbildung 107: Handlungsfelder, in denen bereits Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel umgesetzt wurden.

Aber auch Maßnahmen zur Anpassung in den Handlungsfeldern Biodiversität (z. B. *Renaturierung der Aurach*), Forstwirtschaft (z. B. *Anpflanzung von neuen Baumarten*) und Gebäude (z. B. *Hitzeschutz an öffentlichen Gebäuden*) wurden bereits von einigen Kommunen durchgeführt.

Frage: Welche zusätzlichen Anpassungsmaßnahmen halten Sie für Ihre Kommune in der Zukunft als erforderlich und warum? Was könnten mögliche Umsetzungshindernisse sein? (3.2)

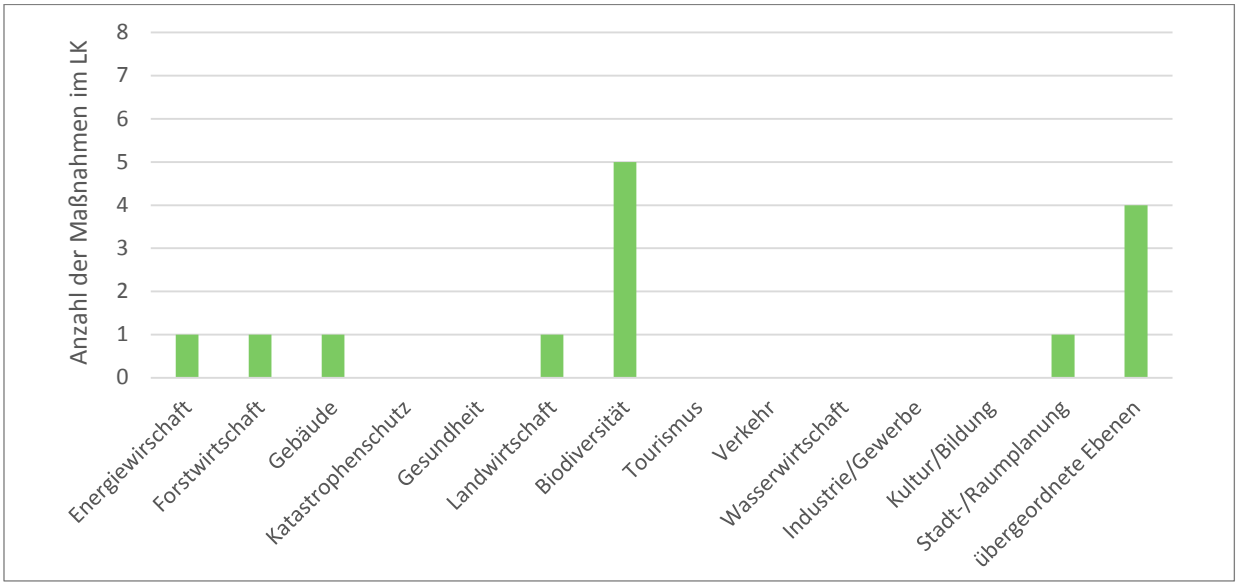


Abbildung 108: Anzahl der Nennungen von Anpassungsmaßnahmen, welche in den Kommunen vorgeschlagen wurden, sortiert nach Handlungsfeldern.

Zusätzliche Maßnahmen, welche in Zukunft für die Kommunen zur Anpassung an den Klimawandel an Bedeutung gewinnen könnten, sehen die Kommunalvertreter*innen insbesondere im Wassersektor – hier vor allem Hochwasserschutzmaßnahmen – also der Schutz vor Starkregenereignissen. Geht es um Umsetzungshindernisse, wird an erster Stelle die Notwendigkeit verbesserter finanzieller För-

derung von Maßnahmen zur Klimaanpassung genannt. Vergleichsweise hoher Bedarf wird außerdem hinsichtlich der Lösung der Herausforderungen durch den Personalmangel gesehen.

Frage: Welche größeren baulichen oder städtebaulichen Vorhaben werden in Ihrer Kommune momentan durchgeführt bzw. sind für die Zukunft geplant? Werden Klimaanpassungsaspekte berücksichtigt? (3.3)

Als Antwort auf diese Frage wurde von den Kommunen eine Reihe von Projekten genannt. Viele Maßnahmen oder Projekte betreffen den Bereich der energetischen Sanierung und weisen explizit ein klares Klimaschutzziel auf. Immerhin bei nahezu der Hälfte der genannten Projekte wurde auch das Thema „Klimaanpassung“ berücksichtigt (18 von 49 Projekten).

Frage: Was erwarten Sie sich vom Landkreis, um der Herausforderung „Anpassung an den Klimawandel“ begegnen zu können? In welchen Bereichen könnte der Landkreis Unterstützung leisten? (4.1)

Als letzter Befragungspunkt wurden Angaben über die aktuelle bzw. die zukünftig gewünschte Unterstützung der Kommunen durch den Landkreis ausgewertet (Tabelle 20). Im Ergebnis wurden verschiedene, konkrete Bedarfe wie etwa Schulung für die Mitarbeiter, bessere Auskünfte über Fördermittel sowie fehlendes Personal in Landwirtschaft und im Katastrophenschutz formuliert. Aber auch positive Rückmeldungen über ausreichende Informationen in dem Themenfeld „Klimawandel“ wurden geäußert.

Tabelle 20: Dargestellt ist der Bedarf an Unterstützung der Kommunen durch den Landkreis (Verwaltung). Der von den Kommunen gemeldete Bedarf (letzte Spalte) ist umso höher, je höher der Zahlenwert ist.

Art der Unterstützung durch den Landkreises	Bedarf Summe über alle Fragebögen
Information über den Klimawandel	**5**
Information über Folgen des Klimawandels	**7**
Personelle Kapazitäten	**8**
Finanzielle Mittel	**8**
Mehr Unterstützung durch Verwaltung des LKs	**7**
Mehr Unterstützung durch wichtige Akteure in den Kommunen	**7**

Insgesamt fiel jedoch auf, dass die Themen „Klimaschutz“ und „Klimaanpassung“ teilweise nicht unterschieden, sondern synonym verwendet wurden. Dies könnte eine Erklärung für die unterschiedlichen Angaben darüber, ob der Landkreis die Kommunen nun ausreichend unterstützt und informiert oder nicht, sein.

Fazit: Für den Landkreis und für das laufende Projekt haben sich aus der Befragung eine Reihe interessanter Aspekte ergeben. Um eine genauere räumliche Differenzierung zu erhalten – insbesondere zur Einschätzung der Dringlichkeiten von Handlungsbedarfen in den Handlungsfeldern – wäre es sicher hilfreich, in Zukunft eine erneute Abfrage derjenigen Kommunen durchzuführen, die bisher nicht an der Befragung teilgenommen haben (siehe auch graue Bereiche in den Karten).

9.2. CONTROLLINGINDIKATOREN

Maßnahmentitel	Maßnahmenindikator	Realisierbarkeit *	Datenquelle	Bemerkung/ weitere Informationen
CLUSTER I				
HANDLUNGSFELD KATASTROPHENSCHUTZ				
KA 01: Die Last von mehr Einsätzen gleichmäßig auf mehr Schultern verteilen	Anteil der aktiven Mitglieder, Frauen, Migrant*innen in Hilfsorganisationen; Anzahl gemeinsamer Lagebewertungen durch Hilfsorganisationen	hoch	Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt Fachbereich 31.1 Öffentliche Sicherheit des Landkreises KFV Bamberg, Hilfsorganisationen	Response-Indikator. Ziel ist die Steigerung der Handlungskapazität zur Bewältigung von Schadensereignissen
KA 02: Steigerung der Attraktivität des Ehrenamtes bei Arbeitgebern	Umfrage bei den Arbeitgeber*innen zu Verlusten durch Arbeitnehmer*innen in Feuerwehreinsätzen und zur Akzeptanz dieses Ehrenamtes bei Arbeitgeber*innen	gering	IHK Schwaben Handwerkskammer Wirtschaftsförderungen Stadt & Landkreis Bamberg Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt; Fachbereich 31.1 Öffentliche Sicherheit des Landkreises; KFV Bamberg, ggf. auch Landesfeuerwehrverband Bayern. Industrie- und Handelskammer	Impact- und Response-Indikatoren: Ziel ist eine Steigerung der Mitgliederzahlen in den Hilfsorganisationen, um die Einsatz- und Durchhaltefähigkeit zur Bewältigung von Flächenlagen zu steigern.
KA 03: Bauhofmitarbeiter*innen für die Feuerwehren	Anzahl der Mitarbeiter*innen von Bauhof oder anderen Arbeitsbereichen der Gemeinden in den Feuerwehren	gering	Fachbereich 31.1 Öffentliche Sicherheit des Landkreises, Gemeinden, KFV Bamberg	Response-Indikatoren zur Sicherung der Einsatzfähigkeit, insb. kleinerer Feuerwehren
KA 04: Katastrophenschutz-Lager einrichten	Errichtung des Lagers (ja/nein)	hoch	Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt; Fachbereich 31.1 Öffentliche Sicherheit des Landkreises	Response-Indikator zur Erhöhung der Anpassungskapazität
KA 05: Starkregenrisikokarten und Starkregen-	Erstellung der Karten (ja/nein) und des Managementplans	hoch	Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt;	Response-Indikator zur Identifizierung

risikomanagement	(ja/nein)		Fachbereich 31.1 Öffentliche Sicherheit des Landkreises	gefährdeter Räume und Vorsorge
KA 06: Sensibilisierung der Bevölkerung zur erhöhten Eigenvorsorge	Anzahl der Notrufe aufgrund von vollgelaufenen Kellern bzw. alternativ: Anzahl der Alarmierungen aufgrund von Unwetterschäden bei Privatpersonen	hoch	ILS Bamberg-Forchheim Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt; Fachbereich 31.1 Öffentliche Sicherheit des Landkreises	Impact-Indikator zur Messung von Schäden in der Bevölkerung durch Starkregen
HANDLUNGSFELD RAUMPLANUNG				
P 01: Klimaanpassungsmanager*innen	Einstellung von mindestens eine/r Vollzeit Klimaanpassungsmanager*in für den LK und eine/r Klimaanpassungsmanager*in für die Stadt	hoch	Klimaanpassungsmanager, Klimaallianz	Garantie der Umsetzung der Belange der Klimaanpassung durch konkrete Zuständigkeiten und Personalentlastung.
P 02: Diskussionsprozess für einheitliche Satzungen	1. Existenz, Anzahl und 2. Wirksamkeit der einheitlichen Satzungen	1. hoch 2. mittel (Wirksamkeit ggf. nur langfristig messbar)	Bürgermeister/kommunale Verwaltungen Landkreis - Planen, Bauen, Umwelt	Gewährleistung der Umsetzung aller Klimaanpassungsmaßnahmen mit raumplanerischen Belangen.
P 03: Regelung von Ent- und Versiegelung	Anzahl von Entsiegelungsmaßnahmen	hoch	Landkreis - Planen, Bauen, Umwelt Kommunale Verwaltungen	Steigerung der Akzeptanz und des Engagements von Klimaanpassungs- und Biodiversitätsbelangen. Ziel ist eine Steigerung der Entsiegelungsmaßnahmen.
P 04: Integration von Klimaanpassungsaspekten in die Planung	1. Anzahl und Qualität der abgehaltenen Seminare 2. Prozentualer Anteil der in den Planungsalltag integrierten Klimaanpassungsbelangen	1. mittel (Anzahl: hoch, Qualität: gering, da subjektiv) 2. mittel	Stadtverwaltung und kommunale Verwaltungen	Akzeptanzsteigerung, Lerneffekt zur Resilienzsteigerung des LK und der Stadt gegenüber Klimawandel, Kostensenkung durch Know-How aller Verwal-

				tungsmitarbeiter.
P 05: Kostentransparenz – Orientierungswerte – Folgekosten	1. Verwendung einer Folgekostenrechnung 2. Einhaltung der 5 ha/Tag Vorgaben	1. hoch 2. hoch	Stadtplanungsamt Landkreis - Planen, Bauen, Umwelt Kommunale Verwaltungen	Akzeptanz und Bewusstseinssteigerung der am Planungsprozess beteiligten Akteure über die Klimafolgekosten auf lange Sicht

CLUSTER II				
HANDLUNGSFELD MENSCHLICHE GESUNDHEIT				
G 01: Breite Informationskampagne „Gesundheitsfolgen des Klimawandels“	Breit angelegte Informationskampagne findet statt Dokumentation der Aktivitäten	mittel		Response-Indikator, wobei die Operationalisierbarkeit schwierig ist (
G 02: Entwicklung kommunaler Hitzeaktionspläne (HAP)	HAP (Getrennt/ gemeinsam) in Stadt und LK eingeführt	hoch	Gesundheitsbehörden von Stadt und LK	Response-Indikator
G 03: Prüfung von Ausstattung, Abläufen sowie baulichen Gegebenheiten in Einrichtungen und ambulanten Diensten in Bezug auf Hitzewellen	Jährliche Prüfung: Wurden Abläufe in benannten Institutionen geprüft? Welche Maßnahmen wurden abgeleitet?	mittel	Träger der entsprechenden Einrichtungen sind gefordert mit Unterstützung/ Begleitung durch Klimaallianz in Kooperation mit Stadt Bamberg, Amt für soziale Angelegenheiten, Fachstelle für Pflege- und Behinderteneinrichtung - Qualitätsentwicklung und Aufsicht (FQA) (früher: Heimaufsicht), Landratsamt Bamberg, Fachbereich Soziales Pflege- und Wohnqualitätsgesetz	Response-Indikator
G 04: Ausbau von Trinkbrunnen	Anzahl der nutzbaren Trinkbrunnen in öffentlicher/ in privatem Betrieb	hoch	Stadtwerke; relevante Akteure in Planung/ Gesundheit (Stadt/ Landkreis)	Response-Indikator
G 05: Intensivierung der (fachübergreifenden) Anstrengung zur Sicherung der Trinkwasserversorgung	Qualitative Berichterstattung über Art und Anzahl der Thematisierung der Problematik sowie von Lösungsansätzen (Sensibilisierung, Tipps etc.)	mittel	Klimaallianz	Response-Indikator
G 06: Runder Tisch/ Strategieentwicklung „Vektoren, Allergene, Schadtiere, Schadpflanzen“	Runder Tisch existiert, regelmäßige Treffen; Strategie wird erarbeitet/ existiert	mittel	Klimaallianz	Response-Indikator

HANDLUNGSFELD KULTUR, BILDUNG, GESELLSCHAFT				
K 01: Outdoor-Events und Sport schützen	Anzahl angepasster Events, Anzahl informierter/geschützter Besucher, Vergleich Notfalleinsätze vorher/nachher	gering bis mittel	Stadt bzw. Feuerwehr müssten teilweise aufwändig untersuchen	Notfalls auf Messung verzichten
K 02: Extremwetter- und Hitzeschutz von Klein- und Schulkindern	Anzahl von Einrichtungen, die aktiv werden; Anzahl betroffener Kinder	mittel bis hoch	Kitas/Schulen bzw. Träger können aufgrund wirtschaftlicher Zahlen berichten	
K 03: Eine Klimakultur aufbauen und fördern	Anzahl von Einrichtungen, die aktiv werden; Anzahl erreichter Gäste	hoch	Stadt kann öffentlich geförderte Einrichtungen zur Berichterstattung motivieren	
K 04: Zivilgesellschaftliches Engagement im Klimabereich stärken	Anzahl der mitmachenden Organisationen, Anzahl der umgesetzten Projekte	mittel bis hoch	Stadt/Landkreis können geförderte Organisationen zur Berichterstattung motivieren	

CLUSTER III				
HANDLUNGSFELD TOURISMUS				
T 01: Runder Tisch „Zukunftsfähiger Tourismus“	Anzahl und Herkunft der Teilnehmenden, Anzahl der Treffen, Berichte und Anregungen, Monitoring der umgesetzten Empfehlungen	hoch	Akteure können diese Indikatoren ohne großen Aufwand selbst erheben	Kann im Zuge der anfallenden Protokolltätigkeit erhoben werden
T 02: Sommerlicher Wärmeschutz für alle	Umsetzung der einzelnen Maßnahmenteile, mögliche Bürger- und Gästebefragung	mittel	Umsetzungsberichte relativ einfach zu erfassen, Bürger- und Gästebefragungen zur Zufriedenheit aufwändiger	Evtl. die Gästebefragungen in ohnehin stattfindende touristische Erhebungen einbauen.
T 03: Bamberger Bierkultur schützen	Anzahl gepflanzter Bäume, neue Biersorten, eingenommene Menge Biercent	gering	Teils freiwillige, teils komplexe Aktivitäten privater, schwierig zu monitoren.	Auf eine exakte Erhebung der Maßnahmenumsetzung kann ggf. auch verzichtet werden
T 04: Schutz der touristischen Infrastruktur	Anzahl überprüfter/reparierter Anlagen	mittel	Nachrichtliche Übernahme aus den Aktivitätsberichten der Betreiber oder Baulastträger	
T 05: Besucherlenkung	1. Frequentierung von Tourismusdestinationen (Besucherzählungen) 2. Anwohner*innenbefragungen zur Lebensqualität, Gästebefragungen zur Aufenthaltsqualität.	1. hoch 2. mittel	1. Besucherzahlen können aus den vorhandenen Angaben des Beherbergungs- und Transportgewerbes nachrichtlich übernommen werden. 2. Gästebefragungen in laufendes Monitoring einbauen; Anwohner*innen-Befragungen in Kooperation mit Uni/Bürgervereine	Aufwände für Indikator Nr. 2 (Befragung) können gesenkt werden, falls Bürgervereine ehrenamtlich tätig werden (Risiko: geringe Repräsentativität) und/oder wenn die Uni Bamberg dies im Rahmen ihrer Lehre (z,B. als Qualifizierungsarbeit) oder Forschung (Drittmittelprojekte) durchführt. Hierzu Kooperation suchen/ausbauen.
T 06: Nachhaltigkeit des Schiff-	Anzahl informierte Besucher, Anzahl Besucher	hoch	Besucherzentrum kann Zahlen aus	Bei kostenpflichtigen Informati-

fahrt-Tourismus stärken	Besucherzentrum		Wirtschaftsberichten nutzen; nachrichtliche Übernahme	onsmaßnahmen können diese ebenfalls nachrichtlich übernommen werden. Mögliche Lücke (erreichte Personen) evtl. durch mehrjährige Stichproben statt einjähriges Monitoring erheben.
HANDLUNGSFELD INDUSTRIE UND GEWERBE				
IG 01: Information und Sensibilisierung der Unternehmen	1. Häufigkeit der Treffen, Zahl der Teilnehmenden 2. Regelmäßige Berichterstattung 3. Zahl und Wirkung der durch diese Maßnahme angestoßenen Einzelprojekte	mittel	Amt für Wirtschaft Stadt Bamberg sowie FG Wirtschaft Landkreis Bamberg	
IG 02: Erstellung von branchenspezifischen Anpassungskonzepten	1. Anzahl der Veranstaltungen und Anzahl der Teilnehmenden (Breite des Branchenspektrums Bamberg) 2. Branchenspezifisches Informationsmaterial existiert und ist zugänglich	1. hoch 2. hoch	Wirtschaftsämter von Stadt und Landkreis, unterstützt durch IHK/ HWK, Klimaallianz Bamberg, Umweltämter Zielgruppe: Unternehmen und Betriebe aus den für das Bamberger Land relevanten Branchen	
IG 03: Klimaresiliente Gewerbegebiete	1. Jährliche Abschätzung klimaassoziierter Schäden (in Euro) 2. Zahl der Veranstaltungen/ Zahl der Teilnehmenden 3. Umgesetzte Maßnahmen	mittel	Wirtschaftsförderung	1. State-Indikator (quantitativ) 2. Response-Indikator (quantitativ) 3. Response-Indikator (qualitativ)
IG 04: Betrieblichen Hitzeschutz verbessern	1. Zahl der Veranstaltungen/ Zahl der Teilnehmenden 2. Entwickelte und umgesetzte Maßnahmen	1. hoch 2. hoch		
IG 05: Klimawandel als „Finanzrisiko“ erkennen	1. Teilmaßnahme IG 05-1: Es findet eine systematische Information der Bamberger	1. mittel 2. hoch		1. Response-Indikator – qualitativ (Operationali-

1. **Teilmaßnahme IG 05-1: Herausforderung „Finanzrisiko“** 2. **Teilmaßnahme IG 05-2: zukunftsfähige Finanzanlagen**	Betriebe und Unternehmen zum Thema „Klimawandel als Finanzrisiko“ statt, was sich in für die Zielgruppe erreichbaren Informationsangeboten (Webseite, Infobroschüren, Veranstaltungen) ablesen lässt 2. Teilmaßnahme IG 05-2: Beschlussfassung Nachhaltige Geldanlage			sierbarkeit: es sind für die Zielgruppe erreichbare Informationsangebote (wie Webseite, Infobroschüren, Veranstaltungen) bereitgestellt 2. Response-Indikator (qualitativ)
IG 06: Potenziale heben: Chancen für Unternehmen identifizieren und nutzen	1. Zahl der Veranstaltungen/ Zahl der Teilnehmenden 2. Zahl der entwickelnden Geschäfts- und Produktideen/ Produktvariationen (nebst deren Umsetzung)	gering		Response-Indikator (qualitativ)

CLUSTER IV				
HANDLUNGSFELD LANDWIRTSCHAFT				
L 01: Förderung einer bodenschutzorientierten Landwirtschaft	Fläche der relevanten Agrarumweltmaßnahmen im Landkreis	hoch	Gefährdungsklassen aus Erosionsschutz-kataster, auch AELF, Betriebe, LfL	Gibt es bereits, muss nur fortgeführt und wegen der Belange der Klimaanpassung spezifiziert und intensiviert werden.
L 02: Betriebswirtschaftliches Risikomanagement etablieren	Statistik (u. a. Risikobewertung), Berichterstattung (u. a. Ernteerträge)	mittel	Betriebe, Bauernverbände, AELF, ggf. Versicherungsgesellschaft, Förderprogramme	Ziel ist es, durch Rücklagenbildung oder Versicherung, Verluste durch Ernteausfälle auszugleichen. Realisierung ist auf Bundesebene zu empfehlen
L 03: Konstruktiver Dialog zwischen Landwirten und Verbrauchern	Da sehr unterschiedliche Detailziele angesteuert werden können, sind generell gültige Indikatoren kaum vorstellbar.	gering	Repräsentative Umfragen, Informationen von Bauern-, Naturschutz-, Umwelt- und Verbraucherverbänden	Vorrangiges Ziel ist der Abbau der Konfliktsituation zwischen Landwirtschafts- und Umweltpolitik
L 04: Ökologisierung der Landwirtschaft	Monitoring von Bioindikatoren (Artenspektrum, Vorkommen von Leitarten, Bodeneigenschaften wie Humusgehalt, N im Grundwasser).	mittel bis gering	Einerseits z. B. Düngemittel- und Pestizideinsatz, andererseits Monitoring des Artenvorkommens, z. B. Agrarvogelarten	Unter den vielfältigen ökologischen Zielen können die Bekämpfung des Artenschwundes und der Grundwasser-belastung mit Stickstoff hervorgehoben werden. Die Politik auf EU- und Bundesebene ist anzusprechen.
L 05: Erhaltung, sinnvolle Nutzung und Weiterentwicklung der Gärtnerstadt	Flächen in gärtnerischer Nutzung in der Innenstadt; Umsatz und Betriebsergebnis der beteiligten Betriebe; Anzahl und Teilnehmerzahlen von Veranstaltungen.	hoch bis mittel	Stadt Bamberg, wegen Querschnittscharakter der Maßnahme, mehrere Ämter. Ergebnisse z. B. des Modellprojekts „Urbaner Gartenbau“	Die auf den urbanen Raum konzentrierte Maßnahme ist auf einzigartige Weise mit anderen Handlungs-feldern verwoben, z. B. Kultur und Stadtplanung.

HANDLUNGSFELD WALD UND FORSTWIRTSCHAFT				
F 01: Waldumbau	Baumartenwechsel – zu beziehen auf Befundeinheiten - - Bedarf (Fläche) - Vollzug (Fläche)	hoch Privatwald: mittel	Forsteinrichtungswerke, Waldinventurdaten, Luftbilder, Unterlagen des AELF und der Zusammenschlüsse im Kleinprivatwald	Ziel ist der Ersatz instabiler Waldbestockungen durch zukunftsfähige Bestände aus klimaresistenten Baumarten
F 02: Beratung, Öffentlichkeitsarbeit	Statistik (Personaleinsatz, Zahl und Umfang der Beratungsfälle und Veranstaltungen), Berichterstattung durch AELF, Verbände und Bildungsstätten	hoch	Lokal: AELF, Verbände und Bildungsstätten; Bayern: LWF	Ziel: Kenntnisvermittlung, Schaffung von Problembewusstsein. Gibt es bereits, muss nur fortgeführt und dabei spezifiziert und intensiviert werden.
F 03: Genossenschaftliche Waldbewirtschaftung	Anteil am Umsatz, Personaleinsatz, Fördermitteleinsatz, Anzahl der einbezogenen Waldbesitzer, Berichterstattung zu Projekten und Aktionen	mittel	AELF, Zusammenschlüsse im Kleinprivatwald, Waldbesitzer, Forstbetriebe	Gibt es bereits, muss nur fortgeführt und dabei auf die Belange der Klimaanpassung spezifiziert und erheblich intensiviert werden.
F 04: Förderprogramme	Katalog von Förderzielen und Förderprogrammen, jeweilige Mittelausstattung	Je nach Ziel oder Programm hoch bis gering	Bedarf: Stadt und Landkreis Bamberg; Ausstattung und Verfügbarkeit: Überörtlich (Bayern, EU u. a.)	Das Ziel von Beschaffung bzw. Aufstockung nicht vorhandener oder zu knapper Finanzmittel bei Stadt und Landkreis muss extern erstritten werden.
F 05: Waldfunktionensicherung	1. Flächenwidmung von Waldflächen an einzelne Wohlfahrtsfunktionen; 2. Jeweiliger Erfüllungsgrad für die Funktionen	1. hoch, aber veraltet; 2. gering bis mittel	1. Waldfunktionenplan West-Oberfranken (erhältlich b. LWF oder AELF Fürstenfeldbruck); 2. Der Plan ist stark generalisiert, nicht aktuell und enthält nicht die Belange Klimaanpassung.	Die Zielsetzung „Waldfunktionensicherung unter den Bedingungen des Klimawandels“ erfordert Nacharbeit zum vorhandenen Waldfunktionenplan.
F 06: Renaturierung naturferner Waldflächen	Ergebnisse einer Flächeninventur einschl. Zustandsbewertung	gering	Auswertung von Standortkartierung, Betriebswerken, Biotoptypenkartierung.	Möglichkeit der Realisierung ist im öffentlichen Waldbesitz wahrscheinlicher.

HANDLUNGSFELD NATURSCHUTZ UND BIODIVERSITÄT				
N 01: Ökologisches Grünflächenmanagement ausweiten	Anzahl der Tier- und Pflanzenarten (evtl. Zeiger-/Leitarten) auf den öffentlichen Grünflächen	gering - mittel	Ergebnisse von Kartierungen der zuständige Umweltämter von Stadt und Landkreis bzw. ehrenamtlichen Kartierern (BUND, Naturforschende Gesellschaft usw.) oder beauftragten externen Firmen	Ziel ist eine möglichst hohe Anzahl der Arten. Voraussetzung ist ein Zeigerarten-Konzept.
N 02: Biodiversitätsstrategie-Fortschreibung unter Berücksichtigung der Klimawandelfolgen	Monitoring/Evaluierung/Zwischenberichte im Stadtrat	hoch	Klima- und Umweltamt, Sachgebiet Naturschutz und Landschaftspflege Stadt Bamberg	Gibt es bereits, muss nur fortgeführt werden.
N 03: Weiterentwicklung der Schutzgebietssysteme	1. Schutzgebietsgröße, -fläche im Landkreis + Stadt 2. Einrichtung eines Adaptiven Managements ja/nein	1. hoch 2. mittel	1. Verordnungen der Schutzgebiete, BayernAtlas, 2. Infos von zuständigen Umweltämtern von Stadt und Landkreis	Indikatoren müssen angepasst werden, wenn die Maßnahme konkretisiert wird (bisher eher konzeptionelle Ebene)
N 04: Neobiota erfassen und bewerten	Konzepterstellung ja/nein	hoch	Info von zuständigen Umweltämtern von Stadt und Landkreis	
N 05: Erhalt des Lebensraums für den Großen Eichenbock (*Cerambyx cerdo*) im Hain	Anzahl und Zustand der Eichenbock-Bäume	hoch	Jährlicher Bericht zum Bestandsmonitoring xylobionter Käfer	
N 06: Biotoppflege: Mahdzeitpunkte flexibler gestalten	1. Freigabe vom Ministerium ja/nein 2. Dokumentation der Mahdzeitpunkte	1. hoch 2. mittel	1. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, 2. Bei zuständigen Umweltämtern von Stadt und Landkreis	Mahdzeitpunkte müssen vertraglich bei VNP festgelegt und dokumentiert werden
N 07: Konzeption und Umsetzung von Biodiversitäts-Monitoringprogrammen	Konzepterstellung ja/nein	hoch	Info von zuständigen Umweltämtern von Stadt und Landkreis	

CLUSTER V				
HANDLUNGSFELD WASSERWIRTSCHAFT				
W 01: Stärkung des natürlichen Wasserrückhalts	Verhältnis der Gewässerabschnitte mit Gewässerstrukturklassen 1 - 3 gegen-über 4 - 7	mittel	WWA Kronach	Indikator gibt an wie viele gewässerabschnitt bereits renaturiert wurden
W 02: Resilienzsteigerung in der Trinkwassergewinnung	Anteil der Anlagen mit uneingeschränkter Versorgung	mittel	WWA Kronach	Entsprechend der Analyse in der Wasserversorgungsbilanz Oberfranken 2025
W 03: Kommunales Starkregenmanagement + Schwammstadt-Prinzip	1. Anzahl der Gemeinden mit Starkregenmanagement-plänen 2. Anzahl der überlasteten Kanäle bei Starkregen	1. hoch 2. gering	1. WWA Kronach 2. Wasserentsorgungsunternehmen	1. Umsetzungsindikator 2. Wirkungsindikator – Kausalität schwierig, da Anzahl der Starkregen schwankend bzw. zunehmend
W 04: Partnerschaft zwischen Land- und Wasserwirtschaft	Anteil von Bewässerungsverfahren mit bspw. mindestens einer Wassereffizienz von 0,8 an der Gesamtanzahl an Bewässerungsanlagen	mittel	WWA Kronach	Effizientere Bewässerung spart Wasser
W 05: Schutzgut Trinkwasser	Sensibilisierung in der Bevölkerung bspw. durch Umfragen ermitteln	gering	Umfragen durch Städte und Gemeinden	Ist die Bevölkerung ausreichend über die Risiken und Herausforderungen für Trink- und Grundwasser durch den Klimawandel informiert?
W 06: Runder Tisch zur Wasserkraft	Anzahl der Wasserkraftanlagen, welche noch nicht mit Fischtreppe oder ähnlichem versehen sind bzw. Anzahl rückgebauter Anlagen oder Querbauwerke	mittel	WWA Kronach	Bauwerke am Gewässer, welche die Umsetzung der WRRL behindern
W 07: Resilienz der FWO unter extremen Klimawandel prüfen	Abschlussbericht der Prüfungen	hoch	WWA Kronach	Ist die Trinkwasserquelle FWO auch unter sehr ausgeprägten klimatischen Än-

				derungen zuverlässig?
W 08: Zisternennutzung fördern	Anzahl der geförderten Zisternen in Stadt und Landkreis	mittel	Städte und gemeinden	Mehr Zisternen verringern den Wasserverbrauch bei Hitze und erhöhen den Wasserrückhalt bei Starkregen
W 09: Installation von Trinkwasserspendern	1. Anzahl der Trinkwasserspender 2. Anzahl der Firmen die sich beispielsweise bei Refill engagieren	1. hoch 2. mittel	1. Wasserversorger 2. Anfrage bei Refill	Verbesserte Zugänglichkeit von Trinkwasser für die Bevölkerung insb. in Hitzephasen
W 10: Wasserverbräuche in der Industrie verringern	Absoluter und relativer Anteil der industriellen Wasserverbräuche (über die kommunale Versorgung, eigene Brunnen usw.) in Stadt und Landkreis	mittel	kommunale Versorgung und WWA Kronach	Resilienz des Grundwassers im Klimawandel erhöhen

CLUSTER VI				
HANDLUNGSFELD ENERGIE				
E 01: Regionale Energie- und Stoffkreisläufe stärken	Anteil der regional recycelten oder verwerteten Stoffe	gering	Landratsamt Bamberg, Fachbereich 13 (Abfallwirtschaft) Entsorgungs- und Baubetrieb der Stadt Bamberg (Abteilung Entsorgung) Stadtwerke Bamberg Klima- und Energieagentur Bamberg	Response-Indikator zur Sicherung von diversifizierten, lokalen Energieträgern
E 02: Steuerung von Erzeugung & Verbrauch	1. Zeitanteil, an dem der Stromverbrauch alleine durch regionale erneuerbare Erzeugungsanlagen gedeckt werden kann; 2. Anzahl der Eingriffe zur Stabilisierung des Stromnetzes	1. hoch 2. hoch	Stadtwerke Bamberg	Impact-Indikatoren zur Stabilität des Stromnetzes und zum Monitoring der Abstimmung von Erzeugung und Verbrauch
E 03: Energienotversorgung Kritischer Infrastrukturen	1. Anteil der sensibilisierten oder geprüften Einrichtungen; 2. Anteil der Einrichtungen mit Vorkehrungen gegenüber einem Blackout.	1. mittel 2. gering	Amt für Brand- und Katastrophenschutz der Stadt; Fachbereich 31.1 Öffentliche Sicherheit des Landkreises	Response-Indikator zur Sicherung der Energieversorgung vulnerabler KRITIS
E 04: Wärmespeicher und -netze	Anzahl der Erzeuger/Verbraucher, die an Wärme- und ggf. später Kältenetze angeschlossen sind.	hoch	Stadtwerke Bamberg	Response-Indikator zur Verringerung der Anfälligkeit der Bevölkerung gegenüber extremer Hitze und extremer Kälte.
E 05: Energetisch klimaangepasste Gebäude	1. Anzahl erreichter Personen mit Beratungen und Infoveranstaltungen 2. Sanierungsquote im Gebäudebestand. 3. Anzahl der Erdkühlungen	1. hoch (Daten noch nicht verfügbar, aber bei Umsetzung einfach zu erheben)	Klima- und Energieagentur Bamberg	Response-Indikatoren zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Gebäudebestandes gegenüber Extremwetter

		2. hoch 3. hoch		
HANDLUNGSFELD VERKEHR				
V 01: Integriertes ÖPNV-Konzept für Stadt und Landkreis im Klimawandel	1. Umfragen zur ÖPNV Nutzung innerhalb der Bevölkerung 2. Langfristige Auswertung quantitativer Daten (z. B. Nutzerzahlen, Auslastung der Busse, Modalsplit)	1. gering 2. gering	Verkehrsverbund Großraum Nürnberg GmbH VGN, Stadtwerke Bamberg	Befragung z. B. persönlich oder über Apps. Wichtig ist auch nicht-ÖPNV-Nutzer zu befragen, Welcher Grund spricht gegen die Nutzung? Was wird als störend empfunden?
V 02: Stärkung von Rad- und Fußverkehr im Klimawandel	Entwicklung des Modal Split	mittel	Verkehrsverbund Großraum Nürnberg GmbH VGN, Stadtwerke Bamberg	Nimmt der Anteil von Rad- und Fußverkehr zu?
V 03: Reduzierung des Flächenverbrauchs im Verkehrssektor	Entwicklung des Flächenverbrauchs je Verkehrsart	mittel	Planungsämter	Nimmt der Anteil an flächensparenden Verkehrsnutzungen zu?
V 04: Sensibilisierung und Vorbereitung gegenüber Extremereignissen	Anzahl der umgesetzten Sensibilisierungsmaßnahmen	gering	Stadt und Gemeinden im Landkreis in Zusammenarbeit mit Akteuren im Verkehrssektor	Verbesserte Information der Verkehrsteilnehmer zu Klimawandel und Extremwetter
V 05: Last-Mile-Logistics Bamberg – Innerstädtisches Logistikkonzept	Erstellung des Innerstädtischen Logistikkonzeptes	gering	Stadt Bamberg, Logistikunternehmen	Neues Logistikkonzept zur Verringerung von Transportwegen und Emissionen.
HANDLUNGSFELD GEBÄUDE UND STADTENTWICKLUNG				
B 01: Netzwerk Klimakommunen – Bauberatung	1. Anzahl/Kosten von Gebäudeschäden 2. Hitzebelastung in und um die Gebäude (Temperatur, UTCI)	1. mittel 2. gering	Gebäude der Stadt: Stadtbau GmbH, Denkmalschutzbehörde Gebäude LK: Kommunale Verwaltungen	Ziel der Maßnahme sind abnehmende Gebäudeschäden und eine geringere Hitzebelastung.
B 02: Gebäudeanpassung der eigenen Liegenschaften	Anteil der Sanierungen/Modernisierungen inkl. Klimaanpassungsbelange der Liegenschaften in kommunaler Verwaltung	hoch	Stadtbau GmbH, Denkmalschutzbehörden, Kommunale Verwaltungen	Integration in „Ohnehin-Sanierungen“ als Ausdruck des Lerneffektes und der Akzeptanzsteigerung aller bau-

				beteiligten Akteure in Stadt und Landkreis.
B 03: Initialisierung der Außenverschattung	1. Relative Hitzebelastung zu vergleichbaren unbeschatteten Orten und Gebäuden 2. Gesundheitskosten	1. gering 2. mittel	1. Gebäudebesitzer 2. Krankenkassen	Ziel der Maßnahme sind eine Verringerung der Hitzebelastung und sinkende Gesundheitskosten.
B 04: Ausweitung der Fördermittelberatung: Klimafolgenanpassung	Nachfrage entsprechender Fördermittel	hoch	Fördermittelberatungsstellen (z. B. Klimaallianz, Regionalplaner)	Ziel der Maßnahme ist eine steigende Nachfrage nach Fördermitteln.
B 05: Schaffung einer Kontrollinstanz	Vorhanden ja/nein	hoch	Bauaufsicht	Ein ausgearbeiteter Strafkatalog und „drohende“ Überprüfung sind ebenso Teil wie Belege, welche ein Bauvorhaben erbringen muss.
B 06: Runder Tisch Kulturerbe	Anteil der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen an historischen Gebäuden	hoch	Denkmalschutzbehörden	Aktuell werden bereits Möglichkeiten der energetischen Sanierung gesucht, dies ist eine Ergänzung um die Klimaanpassungsbelange.
**gering: Daten (noch) nicht vorhanden und/oder Kosten der Beschaffung hoch; mittel: Daten vorhanden, aber aufwendige methodische Aufbereitung nötig; hoch: Daten verfügbar und für unsere Zwecke nutzbar*				

Impressum:
Klima- und Energieagentur Bamberg
Maximiliansplatz 3
96047 Bamberg
✆ 0951 87 1400
beratung@klimaallianz-bamberg.de
www.klimaallianz-bamberg.de

Redaktion:
GreenAdapt Gesellschaft für Klimaanpassung mbH
(Projektleitung)
Luisenstraße 53
10117 Berlin
www.greenadapt.de

Gesellschaft für sozio:ökonomische Forschung b. R.
Theodor-Echtermeyer-Str. 12
14469 Potsdam
www.gsf-potsdam.de

LUP – Luftbild Umwelt Planung GmbH
Große Weinmeisterstraße 3a
14469 Potsdam
www.lup-umwelt.de

Klima- und Energieagentur Bamberg
Geschäftsführer: Jonas Glüsenkamp, Stadt Bamberg
Mitarbeiter: Jutta Neuner, Reiner Knoll