Klimaanpassungskonzept zur nachhaltigen Klimaanpassung und für natürlichen Klimaschutz für den Landkreis Bayreuth

der Landkreis Bayreuth
Vielfalt & Visionen

KlimaKom eG
gemeinnützige Genossenschaft für nachhaltige Entwicklung

ThINK
Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz

Impressum

Auftraggeber
Landkreis Bayreuth
Regionale Entwicklungsagentur
Markgrafenallee 5
D-95448 Bayreuth
Telefon: 0921/7280
E-Mail: klima@lra-bt.bayern.de
www.klima.landkreis-bayreuth.de

Projektleitung: Bernd Rothammel
Mitarbeit: Lisa Seyfferth, Carola Kiene

Auftragnehmer
KlimaKom eG - Gemeinnützige Genossenschaft
für nachhaltige Entwicklung
Bayreutherstr. 26a
D-95503 Hummeltal
www.klimakom.de

Projektleitung: Dr. habil. Sabine Hafner
Mitarbeit: Janis Schiffner, Claudia Rühr, Anika Bingart, Christian Miller

ThINK – Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz GmbH
Hainstraße 1a
D - 07745 Jena
www.think-jena.de

Projektleitung: Dr. Uwe Kurmutz
Mitarbeit: Jakob Maercker, Dennis Kehl, Lara Volkmann, Theresa Landwe

Erstellt im Oktober 2021, erweitert im März 2022, aktualisiert im Dezember 2023

Förderung

Gefördert durch den Freistaat Bayern, Umwelt-Förderschwerpunkt „Klimaschutz in Kommunen“ im Klimaschutzprogramm Bayern 2050 (KommKlimaFöR)

Eine Vorbemerkung zum Sprachgebrauch

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Bericht bei Personenbezeichnungen in der Regel die maskuline Form verwendet. Diese schließt jedoch gleichermaßen andere Geschlechter mit ein. Die Leserinnen und Leser werden dafür um Verständnis gebeten.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung **15**

1. Aktueller Wissensstand und Rahmenbedingungen **19**

1.1 Anthropogener Klimawandel 19

1.2 Verwendung von Klimamodellen 20

1.3 Anpassung an den Klimawandel 22

1.4 Klimaschutz im Landkreis Bayreuth 23

1.5 Inhalte und Vorgehen bei der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes für den Landkreis Bayreuth 25

1.6 Akteursbeteiligung bei der Erstellung des Klimaanpassungskonzepts 27

2. Ausgangslage im Landkreis Bayreuth **29**

2.1 Ausstattung 29

2.2 Bestandsaufnahme bisheriger Wetterextreme 33

2.3 Übersicht Fachplanungen mit Bezug auf Klimaanpassung im Landkreis Bayreuth 35

2.4 Bestehende Aktivitäten und Projekte zur Klimafolgenanpassung und zur Steigerung der Klimaanpassungsfähigkeit im Landkreis Bayreuth 43

2.5 Bestehende Datengrundlagen 47

3. Auswirkungen der Erderwärmung **52**

3.1 Veränderung des Klimas 52

3.1.1 Temperatur 54

3.1.2 Niederschlag 76

3.1.3 Klimatische Wasserbilanz 84

3.1.4 Wind 90

3.1.5 Hoch- und Niedrigwasser 93

3.2 Auswirkungen auf die kommunalen Handlungsfelder 95

3.2.1 Menschliche Gesundheit 95

3.2.2 Landwirtschaft 96

3.2.3 Wald und Forstwirtschaft 98

3.2.4 Wasserwirtschaft 99

3.2.5 Biologische Vielfalt 100

3.2.6 Verkehrswesen 101

3.2.7 Industrie und Gewerbe 102

3.2.8 Tourismus 102

3.2.9 Bauwesen 103

3.2.10 Katastrophenschutz 104

3.2.11 Energiewirtschaft 105

3.3 Detailanalyse priorisierter Klimawirkungen 107

3.3.1 Priorisierung von Handlungsfeldern und Klimawirkungen 107

3.3.2 Methodische Vorgehensweise 107

3.3.3 Hitzebelastung für die Bevölkerung 110

3.3.4 Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen ... 117
3.3.5 Erosive Sturzfluten durch Starkregen ... 122
3.3.6 Trockenstress auf Wald- und Forstflächen ... 128
3.3.7 Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser ... 133
3.3.8 Schäden an Verkehrswegen ... 140
3.3.9 Beeinträchtigung des Wintertourismus ... 145
3.4 Anpassungserfordernisse und künftige Betroffenheit ... 150
3.5 Anpassungskapazitäten hinsichtlich der priorisierten Klimawirkungen ... 154
3.6 Vulnerabilitäten hinsichtlich der priorisierten Klimawirkungen ... 157
4. Gesamtstrategie für die Anpassung an die Folgen der Erderwärmung ... 162
4.1 Leitbild für den Anpassungsprozess ... 162
4.2 Synergien zum Natürlichen Klimaschutz und zu Erhalt und Stärkung der Biodiversität ... 167
4.3 Anpassungsziele und Erfolgsindikatoren ... 173
4.4 Erarbeitung des Maßnahmenkataloges ... 176
4.5 Maßnahmenpriorisierung und Umsetzungsplan ... 179
5. Verstetigungsstrategie ... 183
5.1 Organisationsstrukturen, Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten ... 183
5.2 Erwartete positive Effekte der Umsetzung des Anpassungskonzepts ... 188
6. Controllingkonzept ... 189
6.1 Rahmenbedingungen der Erfolgsprüfung ... 189
6.2 Impakt-Indikatoren ... 190
6.3 Response-Indikatoren ... 193
6.4 Zeit- und Budgetaufwand ... 195
6.5 Management und Zertifizierung ... 196
7. Kommunikationsstrategie ... 197
7.1 Bisherige Zielgruppen, Kommunikationswege und Ressourcen des Klimaschutzmanagements des Landkreises Bayreuth ... 197
7.2 Kommunikationsleitfaden Klimaanpassung im Landkreis Bayreuth ... 198
8. Schlussbemerkungen ... 207
Quellen ... 208
Anhang ... 212
A.1 Weitere Klimadatenauswertungen ... 212
A.1.1 Jahresmitteltemperatur ... 213
A.1.2 Temperatur im Winterhalbjahr ... 214
A.1.3 Temperatur im Sommerhalbjahr ... 216
A.1.4 Monatsmitteltemperatur ... 218
A.1.5 Hitzetage ... 219
A.1.6 Sommertage ... 221
A.1.7 „Hitzewellentage“ ... 222

A.1.8 Hitzewellen-Anzahl 223
A.1.9 Hitzewellen-Dauer 224
A.1.10 Hitzewellen-Temperatur 228
A.1.11 Heiztage 230
A.1.12 Tropennächte 232
A.1.13 Eistage 236
A.1.14 Frosttage 238
A.1.15 Kühltage 240
A.1.16 Tage mit Schwüle 242
A.1.17 Jahresniederschlag 243
A.1.18 Niederschlag im Winterhalbjahr 245
A.1.19 Niederschlag im Sommerhalbjahr 247
A.1.20 Niederschlag in der Vegetationsperiode 1 249
A.1.21 Niederschlag in der Vegetationsperiode 2 251
A.1.22 Monatsniederschlag 253
A.1.23 Starkregentage 25 mm 254
A.1.24 Starkregentage 30 mm 255
A.1.25 Vegetationsperiode 260
A.1.26 Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr 263
A.1.27 Globalstrahlung und Sonnenstunden im Gesamtjahr 264
A.1.28 Globalstrahlung und Sonnenstunden im Winterhalbjahr 268
A.1.29 Globalstrahlung und Sonnenstunden im Sommerhalbjahr 270
A.1.30 Jahreswerte der Klimastationen 272
A.2 Maßnahmenkatalog für den Landkreis Bayreuth 276
A.2.0 Informations- und Öffentlichkeitsarbeit 276
A.2.1 Katastrophenvorsorge und menschliche Gesundheit 278
A.2.2 Land- und Forstwirtschaft, Boden 286
A.2.3 Wasserwirtschaft 296
A.2.4 Verkehr und Infrastruktur 305
A.2.5 Tourismus 310
A.3 Glossar 316

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Treibhausgas-Emissionspfade 2000 – 2100 für verschiedene Repräsentative Konzentrationspfade (RCP) des 5. Sachstandsberichtes (AR5) des Weltklimarates (Quelle: IPCC 2014a, S. WG III-10) 21
Abbildung 2: Beobachtete und mittels RCP-Szenarien projizierte mittlere jährliche globale Erdoberflächentemperatur (Quelle: IPCC 2014a, S. 13, verändert) 21
Abbildung 3 (links): Integriertes Klimaschutzkonzept des Landkreises Bayreuth (Quelle: LKB 2014) 24
Abbildung 4 (rechts): Entwicklung der erneuerbaren Stromversorgung im Landkreis Bayreuth (Quelle: LKB 2022) 24
Abbildung 5: Lage des Landkreises Bayreuth in Oberfranken (Quelle: ROFr. 2020) 29
Abbildung 6: Landnutzungsverteilung im Landkreis Bayreuth (Quelle: Eigene Darstellung nach LfStat 2020a) 30
Abbildung 7: Demografische Entwicklung im Landkreis Bayreuth (Quelle: Eigene Darstellung nach LfStat 2020b) 30
Abbildung 8: Bevölkerungspyramide des Landkreises Bayreuth für die Jahre 2019 und 2039 (Quelle: LfStat 2020b) 31
Abbildung 9: Verkehrsanbindungen aus dem Landkreis Bayreuth (Quelle: RB o.J.) 31
Abbildung 10: Beschäftigtenanteile der verschiedenen Branchen des Landkreises Bayreuth (Stand 30.06.2019) (Quelle: Eigene Darstellung nach LfStat 2020c) 32
Abbildung 11: Überschwemmte Straßen in Pegnitz aufgrund des Unwetters vom 10.-12.06.2018 (Quelle: KFV 2018) 35
Abbildung 12: Übersicht zu den in Tabelle 1 genannten Wetterextremen in den Jahresquartalen 35
Abbildung 13: Übersicht zur räumlichen Abdeckung der verfügbaren Klimamodelldaten und der Lage der ausgewerteten Klimastationen (Quelle: eigene Erstellung) 51
Abbildung 14: Mittlere jährliche Lufttemperatur an den beiden DWD-Stationen (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des DWD 2021. Hinweis: Für Heinersreuth-Vollhof liegen die homogenisierten Messwerte zu Grunde) 56
Abbildung 15: Klimaveränderungskarte der Jahresmitteltemperatur für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung) 57
Abbildung 16: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Jahrestemperatur in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 58
Abbildung 17: Klimastreifen für den Landkreis Bayreuth für den Zeitraum 1881-2021 (Daten: DWD 2021) 59
Abbildung 18: Vergleich der Monatsmitteltemperauren für die Klimaperioden von 1961 bis 1990 und 1991 bis 2020 am Beispiel der beiden DWD-Stationen (Quelle: eigene Erstellung). Hinweis: Für Heinersreuth-Vollhof liegen die homogenisierten Messwerte zu Grunde 60
Abbildung 19: Mittlere Anzahl von Hitzetagen an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) 62
Abbildung 20: Bisheriger Verlauf und Projektionen der Anzahl an Hitzetagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 63
Abbildung 21: Mittlere Anzahl von Sommertagen an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) 65
Abbildung 22: Bisheriger Verlauf und Projektionen der Anzahl an Sommertagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 66
Abbildung 23: Mittlere Anzahl von „Hitzewellentagen“ an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) 69
Abbildung 24: Mittlere Anzahl Hitzewellen je Jahr an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) 70
Abbildung 25: Bisheriger Verlauf und Projektionen der Anzahl an Hitzewellen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 71
Abbildung 26: Mittlere Anzahl von Eistagen je Jahr an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) 73
Abbildung 27: Bisheriger Verlauf und Projektionen der Anzahl an Eistagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 75

Abbildung 28: Mittlere jährliche Niederschlagssumme an den beiden DWD-Stationen (Quelle: eigene Erstellung). Hinweis: Für Heinersreuth-Vollhof liegen die homogenisierten Messwerte zu Grunde 77
Abbildung 29: Bisheriger Verlauf und Projektionen des Jahresniederschlages in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 79
Abbildung 30: Vergleich der mittleren Monatsniederschläge für die Klimaperioden von 1961-1990 und 1991-2020 am Beispiel der beiden DWD-Stationen (Quelle: eigene Erstellung). Hinweis: Für Heinersreuth-Vollhof liegen die homogenisierten Messwerte zu Grunde 80
Abbildung 31: Mittlere Anzahl von Starkregentagen je Jahr an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) 82
Abbildung 32: Bisheriger Verlauf und Projektionen der Anzahl von Starkregentagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 83
Abbildung 33: Projektionen der jährlichen KWB in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 87
Abbildung 34: Projektionen der KWB im Winterhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 88
Abbildung 35: Projektionen der KWB im Sommerhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 89
Abbildung 36: Projektionen der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 91
Abbildung 37: Mittlere Anzahl von Sturmtagen an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) 92
Abbildung 38: Abflusswerte am Pegel Untersteinach (Warme Steinach) vom 01.11.1952 bis zum 22.04.2021 (Quelle: Hochwassernachrichtendienst Bayern, https://www.hnd.bayern.de) 93
Abbildung 39: Momentaufnahme eines konvektiven Niederschlagsereignisses im Niederschlagsradar vom 15.06.2020, 00:30 Uhr (Quelle: wetterkontor.de) 94
Abbildung 40: Niedrigster Tagesabfluss der Kalenderjahre 2018 (links) und 2019 (rechts) (Quelle: LfU 2020b) 95
Abbildung 41 (links): Zeichnung der Asiatischen Tigermücke (Quelle: James Gathany / CDC 2000) 96
Abbildung 42(rechts): Warntafeln bzgl. des Eichenprozessionsspinners (Quelle: Jetti Kuhlemann / pixelio.de) 96
Abbildung 43 (links): Dürreschaden an Maispflanzen (Quelle: Bob Nichols / USDA 2013) 97
Abbildung 44 (rechts): Bodenerosion durch Wasser (Quelle: SLULG 2016) 97
Abbildung 45 (links): Waldbrand bis hinauf zu den Baumwipfeln (Quelle: Todd Heitkamp / NOAA 2003) 98
Abbildung 46 (rechts): Windwurf als Folge extremer Wetterereignisse (Quelle: Gude 2007) 98
Abbildung 47: Hochwasser an der Ilm/Pfaffenhofen im Juni 2013 (Quelle: Stadt Pfaffenhofen, 2013) 100
Abbildung 48: Niedrigwasser am Roten Main (Quelle: Wasserwirtschaftsamt Hof 2018) 100
Abbildung 49 (links): Blockhalde am Ochsenkopfgipfel (Quelle: Naturpark Fichtelgebirge e.V. 2008) 101
Abbildung 50 (rechts): Drüsiges Springkraut (Quelle: Günther Schad / pixelio.de) 101
Abbildung 51 (links): Blow-up auf der A93 bei Abensberg im Juni 2013 (Quelle: Feuerwehr Markt Langquaid e.V. 2013) 102
Abbildung 52 (rechts): Unterspülte Straße bei Bautzen (Quelle: Julian Nitzsche / pixelio.de) 102
Abbildung 53 (links): Klimawandelverlierer Wintertourismus (Quelle: Tourismuszentrale Fichtelgebirge e.V. 2021) 103
Abbildung 54 (rechts): Klimawandelgewinner Ganzjahrestourismus (Quelle: Tourismusverband Franken e.V. 2019) 103
Abbildung 55 (links): Sturmschaden in Gelsenkirchen (Quelle: Bettina Fritzsche / pixelio.de) 104
Abbildung 56 (rechts): Urbane Grünstrukturen schaffen Entlastung bei Sommerhitze (Quelle: Sebastian Bischoff 2018) 104
Abbildung 57 (links): Feuerwehreinsatz bei Kirchpingarten (Quelle: Kreisfeuerwehrverband Bayreuth e. V. 2019) 105

Abbildung 58 (rechts): Hochwasserabwehrmaßnahmen (Quelle: M. Großmann / pixelio.de) 105
Abbildung 59: Tornadoschäden an Solaranlage (Quelle: Gunnar Ries zwo / flickr.com) 106
Abbildung 60: Anfällig für Extremereignisse - oberirdische Energietrassen (Quelle: Rainer Sturm / pixelio.de) 106
Abbildung 61: Konzept für die Bestimmung der Verwundbarkeit (Vulnerabilität) und der Betroffenheit (Klimawirkung) durch die Wirkfolgen des Klimawandels (Quelle: BMVBS 2010) 109
Abbildung 62: Schematische Darstellung einer städtischen Wärmeinsel (Quelle: www.plasticpavement.org) 112
Abbildung 63: Überwärmungspotenzial in der Stadt Pegnitz (Quelle: eigene Darstellung) 113
Abbildung 64: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Hitzebelastung für die Bevölkerung in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 115
Abbildung 65: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Hitzebelastung für die Bevölkerung in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 116
Abbildung 66: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 120
Abbildung 67: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 121
Abbildung 68: Der L-Faktor als Indikator für Hanglänge und Fließwege auf Ackerflächen (Quelle: LfL 2018) 122
Abbildung 69: Veränderung des R-Faktors im Landkreis Bayreuth zwischen 1970 und 2025 (Quelle: LfL 2021) 124
Abbildung 70: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge erosive Sturzfluten durch Starkregen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 126
Abbildung 71: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge erosive Sturzfluten durch Starkregen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 127
Abbildung 72: Waldarten im Landkreis Bayreuth (Quelle: eigene Darstellung auf Basis von CorineLandCover 2018) 129
Abbildung 73: Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Waldflächen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 131
Abbildung 74: Bewertung der Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Waldflächen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 132
Abbildung 75: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth, Teil 1: Feuerwehreinsätze 137
Abbildung 76: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth, Teil 2: Hochwassergefahrenflächen und Wassersensible Bereiche 138
Abbildung 77: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 139
Abbildung 78: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Schäden an Verkehrswegen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 143
Abbildung 79: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Schäden an Verkehrswegen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 144
Abbildung 80: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Beeinträchtigung des Wintertourismus in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 148
Abbildung 81: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Beeinträchtigung des Wintertourismus in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth 149
Abbildung 82: Anpassungserfordernis in den Gemeinden und gemeindefreien Gebieten des Landkreises Bayreuth 153
Abbildung 83: Verankerung des Klimaanpassungsmanagement in der Regionalen Entwicklungsagentur des Landkreises Bayreuth (Quelle: Landratsamt Bayreuth 2022) 183
Abbildung 84: Aufgabenfelder, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten des Klimaanpassungsmanagements 184

Abbildung 85: Organigramm des Landratsamts Bayreuth mit Kennzeichnung relevanter Fachbereiche für Klimaschutz und Klimaanpassung (Quelle: Landratsamt Bayreuth 2022) 185
Abbildung 86: Controlling des Klimaanpassungskonzeptes (Quelle: www.klimascout.de, verändert) 190
Abbildung 87: Abfrage eines Klimakennwertes im Bayerischen Klimainformationssystem (BayKIS) (Quelle: LfU 2022, https://klimainformationssystem.bayern.de) 191
Abbildung 88: Mittlere jährliche Lufttemperatur an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) 213
Abbildung 89: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Temperatur im Winterhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 214
Abbildung 90: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Temperatur im Sommerhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 216
Abbildung 91: Vergleich der Monatsmitteltemperauren für den Messzeitraum von 1994 bis 2019/2020 am Beispiel der beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) 218
Abbildung 92: Mittlere jährliche Anzahl von Hitzetagen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) 219
Abbildung 93: Klimaveränderungskarte der mittleren jährlichen Anzahl an Hitzetagen für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung) 221
Abbildung 94: Mittlere jährliche Anzahl von Sommertagen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) 221
Abbildung 95: Mittlere jährliche Gesamtdauer aller Hitzewellen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) 222
Abbildung 96: Mittlere jährliche Anzahl von Hitzewellen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) 223
Abbildung 97: Mittlere jährliche Dauer von Hitzewellen an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) 224
Abbildung 98: Mittlere jährliche Anzahl von Hitzewellen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) 225
Abbildung 99: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Dauer von Hitzewellen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 226
Abbildung 100: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Temperatur von Hitzewellen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) .. 228
Abbildung 101: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl von Heiztagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 230
Abbildung 102: Mittlere jährliche Anzahl von Tropennächten an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) 232
Abbildung 103: Mittlere jährliche Anzahl von Tropennächten an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) 233
Abbildung 104: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl von Tropennächten in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 234
Abbildung 105: Mittlere jährliche Anzahl von Eistagen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) 236
Abbildung 106: Klimaveränderungskarte der mittleren jährlichen Anzahl an Eistagen für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung) 237

Abbildung 107: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl an Frosttagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) ... 238
Abbildung 108: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl an Kühltagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) 240
Abbildung 109: Mittlere jährliche Anzahl von Tagen mit Schwüle an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) ... 242
Abbildung 110: Mittlere jährliche Niederschlagssumme an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) ... 243
Abbildung 111: Klimaveränderungskarte des mittleren Jahresniederschlages für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung) ... 244
Abbildung 112: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Niederschlagssumme im Winterhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) ... 245
Abbildung 113: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) ... 247
Abbildung 114: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode 1 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) ... 249
Abbildung 115: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode 2 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) ... 251
Abbildung 116: Vergleich der mittleren Monatsniederschläge für den Messzeitraum von 1994 bis 2019/2020 am Beispiel der beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) ... 253
Abbildung 117: Mittlere jährliche Anzahl von Starkregentagen (>=25 mm) an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) ... 254
Abbildung 118: Mittlere jährliche Anzahl von Starkregentagen (>= 30 mm) an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) ... 255
Abbildung 119: Mittlere jährliche Anzahl von Starkregentagen (>=30 mm) an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) ... 256
Abbildung 120: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl von Starkregentagen (>= 30 mm) in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) ... 257
Abbildung 121: Klimaveränderungskarte der mittleren jährlichen Anzahl an Starkregentagen (>= 30 mm) für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung) ... 259
Abbildung 122: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl Dauer der Vegetationsperiode in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) ... 260
Abbildung 123: Klimaveränderungskarte der mittleren jährlichen Dauer der Vegetationsperiode für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung) ... 262
Abbildung 124: Klimaveränderungskarte der Klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung) ... 263
Abbildung 125: Mittlere jährliche Anzahl von Sonnenstunden an der DWD-Station Heinersreuth-Vollhof. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) ... 264
Abbildung 126: Mittlere jährliche Globalstrahlung an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) ... 265
Abbildung 127: Projektionen der mittleren jährlichen Globalstrahlung in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung) ... 266

Abbildung 128: Mittlere jährliche Anzahl von Sonnenstunden (Nov – Apr) an der DWD-Station Heinersreuth-Vollhof. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) 268
Abbildung 129: Mittlere jährliche Globalstrahlung an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) 269
Abbildung 130: Mittlere jährliche Anzahl von Sonnenstunden (Mai – Okt) an der DWD-Station Heinersreuth-Vollhof. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung) 270
Abbildung 131: Mittlere jährliche Globalstrahlung an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021) 271

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bestandsaufnahme von Wetterextremen der jüngeren Vergangenheit im Landkreis Bayreuth (Quellen: KFV Bayreuth 2021, Nordbayerischer Kurier 2018) 33
Tabelle 2: Übersicht über Fachplanungen im Landkreis Bayreuth mit Bezug zum Thema Klimafolgenanpassung (Quelle: eigene Erhebung) 37
Tabelle 3: Das bayerische Klimaprojektionsensemble (Bayern-Ensemble) (Quelle: LfU 2020a) 48
Tabelle 4: Übersicht der wichtigsten Kenndaten zu den vier Wetterstationen (Quelle: eigene Erstellung) 49
Tabelle 5: Zusammenfassung und Bewertung der Ausssagen des Bayern-Ensembles für die Naturräume des Landkreises Bayreuth (Daten: LfU 2021, Quelle: eigene Erstellung). 53
Tabelle 6: Veränderung der mittleren jährlichen Lufttemperatur zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 54
Tabelle 7: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Hitzetagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 61
Tabelle 8: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Sommertagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 64
Tabelle 9: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Hitzewellen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 68
Tabelle 10: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Eistagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 72
Tabelle 11: Veränderung des Jahresniederschlages zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 76
Tabelle 12: Veränderung der Anzahl an Starkregentagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 81
Tabelle 13: Veränderung der Klimatischen Wasserbilanz des Gesamtjahres zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 84
Tabelle 14: Veränderung der Klimatischen Wasserbilanz des Winterhalbjahres zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 85
Tabelle 15: Veränderung der Klimatischen Wasserbilanz des Sommerhalbjahres zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 85
Tabelle 16: Veränderung der mittleren Windgeschwindigkeit zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 90
Tabelle 17: Übersicht der wichtigsten Handlungsfelder und Klimawirkungen für den Landkreis Bayreuth sowie deren Beeinflussung durch beobachtete und projizierte Klimaveränderungen (Quelle: eigene Darstellung nach UBA 2015b) 108

Tabelle 18: Bevölkerungsverteilung und Altersgruppenzusammensetzung in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth (Bevölkerung mit Hauptwohnsitz, Stand: 31.12.2019; Quelle: LfStat 2020d) 111
Tabelle 19: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Hitzebelastung für die Bevölkerung 114
Tabelle 20: Gemeinden mit (sehr) geringer Feldkapazität im effektiven Wurzelraum auf Landwirtschaftsflächen 117
Tabelle 21: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen 118
Tabelle 22: Potenzielle Problempunkte erosiver Sturzfluten nach Prioritäten in ausgewählten Gemeinden des Landkreises Bayreuth 123
Tabelle 23: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Erosive Sturzfluten durch Starkregen 124
Tabelle 24: Wald- und Forstflächen mit geringem pflanzenverfügbarem Bodenwasser in ausgewählten Gemeinden und gemeindefreien Gebieten des Landkreises Bayreuth 129
Tabelle 25: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Trockenstress auf Waldflächen 133
Tabelle 26: Feuerwehreinsätze aufgrund von Extremereignissen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth für die Jahre 2016 bis 2020 (Quelle: Kreisbrandinspektion des Landkreise Bayreuth 2021) 136
Tabelle 27: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser 140
Tabelle 28: Streckenlängen verschiedener Typen von Verkehrswegen in ausgewählten Gemeinden 141
Tabelle 29: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Schäden an Verkehrswegen 141
Tabelle 30: Kennwerte für den Wintertourismus in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth für das Tourismusjahr 2019 (Quelle: LfStat 2021a,b) 146
Tabelle 31: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Beeinträchtigung des Wintertourismus 150
Tabelle 32: Sensitivitäten der priorisierten Klimawirkungen sowie Anpassungserfordernisse in den Gemeinden und gemeindefreien Gebieten des Landkreises Bayreuth 151
Tabelle 33: Interviewpartner zum Thema Anpassungskapazitäten 155
Tabelle 34: Anpassungskapazitäten bei den priorisierten Klimawirkungen auf Basis der Experteninterviews 156
Tabelle 35: Künftige Vulnerabilitäten für die priorisierten Klimawirkungen 159
Tabelle 36: Übersicht zur möglichen Nutzung naturbasierter Lösungen in den einzelnen Maßnahmen, Synergien zum natürlichen Klimaschutz und begleitende Öffentlichkeitsarbeit 169
Tabelle 37: Vorschläge für Anpassungsziele und Erfolgsindikatoren für die priorisierten Klimawirkungen 174
Tabelle 38: Mit den Akteuren in den Workshops identifizierte Maßnahmen für den Landkreis Bayreuth 178
Tabelle 39: Umsetzungsplan für die Klimaanpassung für den Landkreis Bayreuth 180
Tabelle 40: Fachabteilung der Landkreisverwaltung und Zuständigkeiten für Klimaschutz und –anpassung (Quelle: Landratsamt Bayreuth 2022) 185
Tabelle 41: Zu berücksichtigende Akteure für das Netzwerkmanagement 187
Tabelle 42: Übersicht über Indikatoren und Indikationsideen in den Handlungsfeldern der BayKLAS (Quelle: LfU 2018, S. 23) 191
Tabelle 43: Impakt-Indikator und Indikationsidee für das Handlungsfeld Landwirtschaft (Quelle: LfU 2018, S. 27) 192
Tabelle 44: Erfolgsindikatoren für die Schlüsselmaßnahmen 193
Tabelle 45: Response-Indikatoren für das Handlungsfeld Städtebau/Bauleitplanung (Quelle: LfU 2018, S. 35) 195
Tabelle 46: Zeitaufwand des Klimaanpassungsmanagements im Bereich Controlling 196
Tabelle 47: Kommunikationsmatrix für den Landkreis Bayreuth 203
Tabelle 48: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 215

Tabelle 49: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 217
Tabelle 50: Veränderung der mittleren Dauer von Hitzewellen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 227
Tabelle 51: Veränderung der mittleren Temperatur von Hitzewellen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 229
Tabelle 52: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl von Heiztagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 231
Tabelle 53: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl von Tropennächten zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 235
Tabelle 54: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Frosttagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 239
Tabelle 55: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Kühltagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 241
Tabelle 56: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 246
Tabelle 57: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 248
Tabelle 58: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode 1 zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 250
Tabelle 59: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode 2 zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 252
Tabelle 60: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Starkregentagen (>= 30 mm) zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 258
Tabelle 61: Veränderung der mittleren jährlichen Dauer der Vegetationsperiode zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 261
Tabelle 62: Veränderung der mittleren jährlichen Globalstrahlung zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021) 267
Tabelle 63: Überblick über ausgewählte Klimakennwerte und deren Jahreswerte von 1951 bis 2020 für die DWD-Stationen Heinersreuth-Vollhof (HV) und Fichtelberg / Oberfranken-Hüttstadl (OH). Die fünf höchsten (lila) und niedrigsten (blau) Werte sind gekennzeichnet. Bei Gleichstand erfolgte eine zufällige Auswahl. 272
Tabelle 64: Überblick über ausgewählte Klimakennwerte und deren Jahreswerte von 1994 bis 2020 für die Universitäts-Stationen Botanischer Garten (BG) und Waldstein-Pflanzgarten (WS). Die fünf höchsten (lila) und niedrigsten (blau) Werte sind gekennzeichnet. Bei Gleichstand erfolgte eine zufällige Auswahl. 275

Abkürzungsverzeichnis

ABAG	Allgemeine Bodenabtragsgleichung
APA	Aktionsplan Anpassung
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BA	Bundesagentur für Arbeit
BayKLAS	Bayerische Klima-Anpassungsstrategie
BayObs	Datensatz zu Klimabeobachtungsdaten für Bayern Observation
BBD	Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BÜK25	Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:25.000
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
DGM	Digitales Geländemodell
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DWD	Deutscher Wetterdienst
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FSME	Frühsommer-Meningoenzephalitis
HHQ	Höchster gemessener Abfluss
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Weltklimarat)
KFV	Kreisfeuerwehrverband Bayreuth e. V.
LDBV	Bayerisches Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung
LfStat	Bayerisches Landesamt für Statistik
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LKB	Landkreis Bayreuth
LWF	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
nFKWe	nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum
NQ	Niedrigster Abfluss im betrachteten Zeitraum
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
RB	Region Bayreuth (Stadt und Landkreis Bayreuth)
ROFr.	Regierung von Oberfranken
RPOO	Regionaler Planungsverband Oberfranken-Ost
SSB	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin
STMUV	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
Tdiff	Transpirationsdifferenz
UBA	Umweltbundesamt
VG	Verwaltungsgemeinschaft
WGBU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung

Kurzfassung

Das vorliegende Klimaanpassungskonzept befasst sich mit den Auswirkungen des projizierten Klimawandels auf den Landkreis Bayreuth bis zum Ende des 21. Jahrhunderts und zeigt auf, wie den daraus entstehenden Herausforderungen vorausschauend strategisch zu begegnen ist. Wesentliche Projektziele waren:

- die Bestandsaufnahme der beobachteten und projizierten Klimaveränderung,
- die Identifikation und Priorisierung konkreter Betroffenheiten durch Klimafolgen,
- die Ableitung einer Gesamtstrategie für die Klimafolgenanpassung,
- die Erstellung eines abgestimmten Maßnahmenkataloges,
- die Etablierung einer Akteursbeteiligung,
- der Entwurf einer Verstetigungs- und Controlling-Strategie sowie
- eine Kommunikationsstrategie.

Der Klimawandel schreitet voran und die wissenschaftlichen Erkenntnisse zeigen, dass sich die weltweiten Treibhausgasemissionen noch immer in einer Weise entwickeln, die dem negativsten Szenario des Weltklimarats (RCP8.5) nahekommen. Die sich daraus ableitenden möglichen klimatischen Veränderungen werden einen enormen Einfluss auf das Mensch-Umwelt-System haben. Zwar gibt es für einige Fragestellungen bisher nur unsichere Aussagen, der generelle Trend jedoch ist eindeutig.

Für die Analyse der Klimaentwicklung in den drei Naturräumen der Region Bayreuth wurde sich auf die Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes und des Landesamtes für Umwelt gestützt. Für die projizierte künftige Entwicklung wurden die beiden RCP-Szenarien 2.6 und 8.5 für ein Ensemble aus Klimamodellen (BayernEnsemble) ausgewertet. Letztlich standen Klimamess- und -modelldaten zur Verfügung, die eine Betrachtung der folgenden Zeiträume ermöglichten:

- Vergangenheit (1951-1980),
- Referenzzeitraum (1971-2000),
- Gegenwart (2011-2040),
- Nahe Zukunft (2036-2065),
- Ferne Zukunft (2071-2100).

Im Ergebnis der Auswertung wird für den Landkreis Bayreuth naturraumübergreifend mit einem Anstieg der Jahresmitteltemperatur bis Ende des Jahrhunderts gerechnet, was sowohl aus einer Erhöhung der Winter- wie auch Sommertemperaturen resultiert. Gleichzeitig kommt es zu einer Zunahme der Sommer- und Hitzetage. Die Jahresniederschlagssumme wird etwa gleichbleiben, wobei für das Winterhalbjahr eine leichte Zunahme projiziert wird. Für Starkregenereignisse wird mit einer leichten bis starken Zunahme der Häufigkeit und Intensität gerechnet. Die Klimatische Wasserbilanz wird im Winterhalbjahr leicht zunehmen, im Sommerhalbjahr leicht bis stark abnehmen. Letzteres begründet sich vor allem durch die höheren sommerlichen Temperaturen und einer damit stärkeren Verdunstung. Für die Entwicklung der mittleren Windgeschwindigkeit gibt es derzeit keine belastbaren Trends.

In den kommunalen Handlungsfeldern ist allgemein mit weitreichenden Auswirkungen durch den Klimawandel zu rechnen: Im Handlungsfeld Menschliche Gesundheit wird es vor allem zu einer Zunahme der sommerlichen Hitzebelastung kommen. Zudem wird der demographische Wandel hier zu einer Verschärfung des Problems führen. Für die Landwirtschaft zeigen sich Risiken durch die Wasserknappheit auf Landwirtschaftsflächen und den Bodenabtrag infolge zunehmender erosiver Starkniederschläge. Gleichzeitig besteht eine Chance in Bezug auf Ertragssteigerungen und den Anbau neuer

Sorten. Für die Forstwirtschaft sind eine Verschärfung der Waldbrandgefahr, eine abnehmende Wasserversorgung, aber auch Gefahren durch Extremereignisse, wie z. B. Stürme zu befürchten. Eine Verlängerung der forstlichen Vegetationsperiode kann bei gleichzeitigem Waldumbau zusätzliche Holzerträge bedeuten. Für die Wasser- und Abwasserwirtschaft stellen zunehmende lokale Überschwemmungen infolge von Starkregen sowie sommerliches Niedrigwasser in den Gewässern die größten Herausforderungen dar. Die Auswirkungen von veränderten Temperaturen und Niederschlägen im Handlungsfeld Biologische Vielfalt sind je nach Artengruppe unterschiedlich und reichen von tendenziell positiv (z. B. Heuschrecken, Libellen) bis zu überwiegend negativ (z. B. Moose und Flechten). Risiken bestehen durch die Zuwanderung potenziell invasiver Arten. Das Handlungsfeld Verkehrswesen profitiert langfristig vom Klimawandel durch den Rückgang der Straßenschäden durch Frost-Tau-Wechsel und Verkehrsbehinderungen durch Schneefall. Andererseits sorgen hohe sommerliche Temperaturen für zunehmende Hitzeschäden am Bahn- und Straßennetz. Für Industrie und Gewerbe werden Extremereignisse negative Einflüsse auf die Warenproduktion und -zulieferung haben. Sommerliche Wasserknappheit wird zunehmend zum Problem für die Versorgung mit Kühl- und Brauchwasser. Der Tourismus kann beim Kultur-/Wandertourismus künftig von der verlängerten Tourismussaison infolge milderer Temperaturen profitieren und für eine zusätzliche kommunale Wertschöpfung sorgen. Der schneegebundene Tourismus wird jedoch künftig seltener und nur noch in höheren Lagen möglich sein. Das Bauwesen wird künftig mehr mit Witterungsextremen wie Hitzeperioden oder Stürmen und Starkregen konfrontiert. Erstes führt häufiger zu bioklimatischen Belastungen in Gebäuden, zweites zu vermehrten Gebäudeschäden. Sommerliche Hitzeextreme werden zu einem Anstieg des Kühlenergiebedarfs im Handlungsfeld Energiewirtschaft führen. Andererseits wird der Heizenergiebedarf flächendeckend abnehmen. Infrastrukturen werden künftig stärker durch Extremereignisse (Stürme, Starkregen) betroffen sein. Für das Querschnittsthema Katastrophenschutz werden lokale Überschwemmungen durch Starkregen und Flusshochwasser sowie Wald- und Flächenbrände weiterhin eine Rolle spielen. Evtl. führt der demographische Wandel hier auch zu Engpässen bei der Mitgliedergewinnung und damit einer herabgesetzten Einsatzfähigkeit.

Neben der Beschreibung der allgemeinen Auswirkungen auf die kommunalen Handlungsfelder wurden für den Landkreis relevante Klimafolgen als Schwerpunktthemen priorisiert und in Detailanalysen vertiefend untersucht. Diese sind:

- Hitzebelastung für die Bevölkerung,
- Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen,
- Erosive Sturzfluten durch Starkregen,
- Trockenstress auf Waldflächen,
- Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser,
- Schäden an Verkehrswegen und die
- Beeinträchtigung des Wintertourismus.

Die untersuchten Schwerpunktthemen bzw. die durch sie repräsentierten Problemlagen sind nicht neu, werden sich aber künftig in ihrer Häufigkeit und/oder Intensität ändern. Aufgrund fehlender, räumlich hochaufgelöster Klimadaten wurde sich bei den Analysen – anstelle der Klimawirkung – meist auf die Sensitivität in den Schwerpunktthemen konzentriert; die Stellschraube der Klimawirkung, auf die die Akteure mittels Anpassungsmaßnahmen direkten Einfluss haben, z. B. die Landnutzungsverteilung, Bebauung, Baumarten, Retentionsflächen usw. Im Ergebnis sind es Pegnitz, Bindlach und Bad Berneck, die die stärksten Sensitivitäten gegenüber den untersuchten Klimafolgen aufweisen.

Ausgehend von den Erkenntnissen der Klimawirkungsanalyse wurden die Anpassungserfordernisse in den Schwerpunktthemen und Kommunen erarbeitet. Durch Experteninterviews mit lokalen Akteuren konnten die Anpassungskapazitäten in den Schwerpunktthemen herausgearbeitet werden. Diese sind vor allem bei den Themen Trockenstress auf Waldflächen und Erosive Sturzfluten auf Ackerflächen als hoch einzustufen. Mit diesen Informationen wurden schließlich die künftigen Vulnerabilitäten in den Schwerpunktthemen abgeschätzt. Hier ist es an erster Stelle die Hitzebelastung für die Bevölkerung, die künftig eine hohe Vulnerabilität erwarten lässt, auch bei Aktivierung der Anpassungskapazitäten, also der Umsetzung entsprechender Anpassungsmaßnahmen.

Im Rahmen der Strategieerarbeitung wurde viel Wert auf die Einbindung der regionalen Akteure gelegt und fünf Akteurs-Workshops sowie zwei Bürgerveranstaltungen pandemiebedingt per Videokonferenz durchgeführt. Darüber hinaus wurden wesentliche Ergebnisse durch zwölf Online-Experteninterviews, Rücksprachen per Telefon, Videokonferenzen und E-Mails mit den Akteuren abgestimmt.

Die Kreisverwaltung entwickelte in Absprache mit den Verfassern der Studie ein übergeordnetes Leitbild für den Anpassungsprozess, auf dem die weitere Strategieentwicklung fußte. Darauf aufbauend wurde gemeinsam mit den Akteuren aus der Region die Zieldefinition für die identifizierten Schwerpunktthemen erarbeitet. Dabei wurde insbesondere Wert daraufgelegt, dass der Erfolg der ihnen zugeordneten Maßnahmen anhand von geeigneten Indikatoren kontrollier- und überprüfbar ist.

Im weiteren Verlauf wurden zehn Schlüsselmaßnahmen – sowie siebzehn weitere Maßnahmenskizzen – zur Klimafolgenanpassung mit den Akteuren aus der Region erarbeitet und abgestimmt sowie hinsichtlich ihrer Dringlichkeit zur Umsetzung priorisiert. Diese finden sich sowohl im Anhang A.2 als auch in einem separaten Maßnahmendokument für den schnellen Zugriff auf die Informationen. Die Schlüsselmaßnahmen wurden umfangreich ausgearbeitet, um eine zeitnahe Umsetzung zu initiieren. Es sind dies folgende Maßnahmen:

- „Sicher in die Zukunft“ – Informations- und Bewusstseinskampagne für die breitere Bevölkerung (Sofortmaßnahme)
- Katastrophenvorsorge - Kritische Infrastrukturen und administrative Entscheidungswege auf Auswirkungen der Klimaveränderungen vorbereiten
- „Anleitung und Modellprojekt für einen kühlen Kopf in sozialen Einrichtungen - Praxisleitfaden „Soziale Einrichtungen an die Wärmebelastung anpassen“
- Klimagerechter Waldumbau – Beratung und Weiterbildung zur Anpassung des Waldes an zukünftige Klimabedingungen
- „Dass der Boden da bleibt, wo er hingehört“: Erosions-Schwerpunkte aufdecken und gezielt erweiterten Bodenschutz voranbringen
- Zukunftsfähige Landnutzung - Modellprojekt „Landschaft 2030“ und Etablierung von Agroforstsystemen
- „Schwammstadt“ – Blau-Grüne Infrastrukturen fördern
- Natürliche Gewässer zur Klimaanpassung – Erhalt und Entwicklung naturnaher Gewässer sowie Moor- und Auenschutz
- „ÖPNV mit kühlem Kopf“ – Mobilitätsstationen und ÖPNV für Einheimische und den Tourismus klimagerecht gestalten
- Tourismus in die klimawandelgeprägte Zukunft führen - Tourismuskonzepte und Ganzjahresangebote auf Klimaanpassung überprüfen

Die Maßnahmenvorschläge entsprechen auch dem Grundgedanken dieses Konzeptes, vor allem sogenannte „No-Regret-Maßnahmen“ zu bevorzugen, die in ihrer Umsetzung auch dann sinnvoll sind, wenn die Folgen des Klimawandels nicht so eintreten wie erwartet. Dies ist auch insofern wichtig, da einige Klimafolgen noch mit Unsicherheiten behaftet sind. Gleichzeitig wurde bei der Auswahl der Maßnahmen auf die Minimierung von Konflikten zu anderen Themen, wie z. B. dem Klimaschutz geachtet. Durch die Beteiligung von Akteuren der verschiedenen Handlungsfelder und die Diskussion in den Workshops repräsentieren die festgelegten Ziele und Maßnahmen in hohem Maße einen gemeinsam ausgehandelten Willen in der gesamten Region.

Für die Verstetigung des Themas Klimaanpassung wurden verschiedene Vorschläge unterbreitet, u. a. die Bereitstellung von Personalressourcen für das Klimaanpassungsmanagement, geeignete Organisationsstrukturen, die Festlegung von Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten sowie von Maßnahmen zur Vernetzung innerhalb der Verwaltung, mit den Landkreis-Kommunen sowie in der Europäischen Metropolregion Nürnberg. Darüber hinaus wurden die zu erwartenden positiven Effekte durch die Umsetzung des Anpassungskonzepts in der Region dargestellt.

Innerhalb des Controlling-Konzeptes wurden für den Landkreis Bayreuth geeignete Indikatoren zum Monitoring vorgeschlagen. Diese werden für das Controlling der weiteren klimatischen Entwicklung sowie zur Erfolgsüberprüfung umgesetzter Klimaanpassungsmaßnahmen genutzt.

Das abschließende Kapitel zur Kommunikationsstrategie dient der Vermittlung der Projektergebnisse an die breite Öffentlichkeit sowie die regionalen Akteure nach Abschluss der Bearbeitung. Hierzu wurde eine Reihe an Vorschlägen zur Informationsvermittlung der Ergebnisse und Maßnahmen des Anpassungskonzeptes unterbreitet. Darüber hinaus enthält es die wichtigsten Botschaften und Kommunikationsprinzipien der Klimaanpassung sowie eine Auswahl an Kommunikationskanälen, über die die verschiedenen Zielgruppen zum Thema Klimaanpassung informiert, sensibilisiert und zum eigenen Handeln motiviert werden sollen.

1. Aktueller Wissensstand und Rahmenbedingungen

1.1 Anthropogener Klimawandel

Der menschgemachte (*anthropogene*) Klimawandel und damit die unabwendbaren Folgen der Erderwärmung sind in der heutigen Zeit längst kein Thema mehr nur für wissenschaftliche Kreise und Fachgremien, das auf einer abstrakten Ebene diskutiert wird. Der Klimawandel ist angekommen, in der Bundesrepublik, den Bundesländern, Regionen und Landkreisen, Städten und Gemeinden, im ganz persönlichen Erfahrungsschatz der meisten Menschen. Seien es die gehäuften „Jahrhundertsommer", die Jahre anhaltende „Dauertrockenheit", die vielen „Winter ohne Schnee" oder die nicht mehr so seltenen „sintflutartigen Wolkenbrüche"; all dies sind spürbare Auswirkungen der menschgemachten Erderwärmung in den letzten Jahrzehnten.

Auf die Herausforderungen des menschengemachten Klimawandels reagiert auch der Landkreis Bayreuth, in dem er eine Klimaanpassungsstrategie erarbeitet. Das Konzept stellt auf der Basis einer wissenschaftsbasierten und partizipativ mit regionalen Akteuren erarbeiteten Strategie eine politisch akzeptierte und handlungsorientierte Studie dar, die nach Verabschiedung im Kreistag zur Grundlage der Aktivitäten des Landkreises im Bereich der Klimaanpassung wird.

Die Wissenschaft ist sich heute einig über Ursache und Wirkung der meisten mit der Erderwärmung verbunden Prozesse. Es geht nicht mehr um Theorien, sondern um Fakten. Seit mittlerweile über 30 Jahren widmet sich der Weltklimarat der Vereinten Nationen (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) den Fragen im Zusammenhang mit dem natürlichen und dem menschgemachten Klimawandel. Dieses Gremium, bestehend aus hunderten Wissenschaftlern aus aller Welt, sammelt die neuesten Erkenntnisse und veröffentlicht diese im Konsensverfahren etwa alle sechs Jahre in einem Sachstandsbericht. In den Jahren 2013/2014 wurde der noch aktuelle 5. Sachstandsbericht veröffentlicht, welcher inzwischen durch drei Sonderberichte ergänzt wurde. Demnach hat sich die weltweite Durchschnittstemperatur zwischen 1901 und 2012 um etwa 0,9 °C erhöht während sich der Meeresspiegel im selben Zeitraum um ungefähr 19 cm gehoben hat (IPCC 2014a). Die letzten drei Jahrzehnte waren jeweils die wärmsten seit Beginn der globalen Messungen. Diese Änderungen sind nach wissenschaftlichem Konsens ganz überwiegend auf die anthropogenen CO_2-Emissionen zurückzuführen. Der 6. Sachstandsbericht befindet sich derzeit in Erarbeitung; die Veröffentlichung des ersten Teilberichts erfolgte im Sommer 2021 (IPCC 2021) und bestätigt die Aussagen früherer Berichte.

Die Konsequenzen, die sich bereits heute und erst recht zukünftig durch die Erderwärmung ergeben werden, lassen sich noch nicht alle übersehen. Neben den bisher nur schwer einschätzbaren Rückkopplungseffekten des Klimasystems hat eine Vielzahl weiterer Faktoren Einfluss darauf, wie groß das Ausmaß der Klimaveränderungen in Zukunft sein wird. Fest steht, dass die Intensität des sich vollziehenden Klimawandels stark davon abhängt, inwieweit es gelingt, die durch anthropogene Prozesse hervorgerufenen Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Dennoch ist es heute wissenschaftlicher Konsens, dass selbst trotz der großen Bemühungen im Klimaschutz die Folgen der globalen Erwärmung auch für die nächsten Generationen spürbar sein werden (IPCC 2007).

Schwankungen der Klimabedingungen traten in der Erdgeschichte regelmäßig auf, wenn sich die Umgebungsbedingungen änderten, z. B. die solare Einstrahlung, großräumige Systeme der Luft- und Wasserzirkulation oder die Zusammensetzung der Atmosphäre nach großen Vulkanausbrüchen. Spätestens mit dem Eintritt in das industrielle Zeitalter hat die Menschheit eine Klimadynamik in Gang gesetzt, die mit natürlichen

Klimaschwankungen nicht mehr zu erklären ist. Durch Nutzung fossiler Energieträger und dem damit verbundenen Ausstoß von ***Treibhausgasen*** (dieser Begriff und alle weiteren: siehe Glossar im Anhang) werden die Umgebungsbedingungen für das globale Klimasystem geändert. Diese Änderungen beeinflussen das globale Klimageschehen in erheblichem Ausmaß. Es wird wärmer, die Niederschlagsverteilung ändert sich und ***Extremwetterereignisse*** treten regional häufiger auf. Bedeutend im Vergleich zu vorangegangenen, natürlichen Klimaänderungen ist die Schnelligkeit, mit welcher der Klimawandel heute auftritt.

Im Rahmen politischer Diskussionen um den Klimawandel wird häufig das 2-Grad- bzw. in letzter Zeit das 1,5-Grad-Ziel thematisiert, also eine nötige Begrenzung des durchschnittlichen globalen Temperaturanstiegs auf maximal 2 °C bzw. sogar nur 1,5 °C bis 2100 im Vergleich zum vorindustriellen Niveau. Eine Überschreitung des Wertes von 2° C gilt nicht nur als kritisch für ***Ökosysteme***, sondern könnte unkontrollierbare Rückkopplungen hervorrufen. Neben der zunehmenden Verdunstung, die den Wassergehalt der Atmosphäre erhöht und damit den Treibhauseffekt weiter verstärkt, wären auftauende ***Permafrost***gebiete, schmelzende Eisflächen und Gletscher sowie die Abnahme von CO_2-Senken wie Wälder und Moore Beispiele für Folgen des Klimawandels, welche die Erderwärmung zusätzlich beschleunigen. Mögliche Risiken bei höheren Temperaturen bestehen in der zunehmenden Überschwemmung küstennaher Gebiete durch den ansteigenden Meeresspiegel, das Aussterben besonders der immobilen angestammten Arten in ihren heimischen Gebieten und eine fortschreitende Wüstenbildung (WGBU 2006). Besonders der Wasserkreislauf wird sich signifikant verändern, sodass in vielen bisher bereits trockenen Gebieten die wasserarmen Perioden intensiver werden, während in anderen Regionen aufgrund der höheren Verdunstung deutlich mehr und stärkere Niederschläge fallen.

Die regionalen Unterschiede in den Auswirkungen der Erderwärmung sind enorm. Vor allem die hohen polaren Breiten sind gegenwärtig und auch zukünftig von einer massiven Erwärmung betroffen, während die Klimamodelle für Mitteleuropa im globalen Vergleich eher moderate Temperatur- und Niederschlagsänderungen projizieren. Das Klima muss insgesamt als komplexes System verstanden werden, welches als Bestandteil des globalen Ökosystems alle anderen Umweltfaktoren bzw. Systemelemente beeinflusst. Es ist daher von entscheidender Bedeutung für die Funktionsfähigkeit des globalen Naturhaushaltes im Ganzen. Die Beeinflussung wesentlicher physikalischer Parameter wie z. B. der Temperatur und elementarer Landschaftsfaktoren wie dem Wasserhaushalt führt dabei zu signifikanten Veränderungen der Lebensprozesse auf der Erde. Die schnelle Veränderung des Klimas hat somit weitreichende und teils schwer kalkulierbare Konsequenzen für Mensch und Umwelt.

1.2 Verwendung von Klimamodellen

Im Gegensatz zu gemessenen Klimadaten beruhen Aussagen für das zukünftige Klima auf ***Globalen Klimamodellen***. Dabei nutzen die Klimamodelle bekannte physikalische Gesetze und beruhen auf Kenntnissen der Klimabeobachtung.

Diese Klimamodelle sind in der Lage, das gegenwärtige und zurückliegende Klima in seinem mittleren Zustand zu reproduzieren und gelten damit auch für Aussagen des zukünftigen Klimas als belastbar. Dies gilt allerdings nur für den mittleren Zustand einer ***Klimaperiode*** (30 Jahre und mehr) und nicht für einzelne Zeitpunkte in der Zukunft. Unsicherheiten herrschen dagegen in der zukünftigen sozio-ökonomischen Entwicklung. Durch sogenannte ***Szenarien*** wird aufgezeigt, wie sich die sozio-ökonomischen Randbedingungen verändern können und in welchem Ausmaß wir von der Erderwärmung

betroffen sein werden. Unterschiedliche Pfade der zukünftigen *Treibhausgas*emissionen führen zu Differenzen der zukünftigen Temperatur- und Niederschlagsentwicklung.

Die in der vorliegenden Studie verwendeten Szenarien sind zwei der vier aktuellen *RCP-Szenarien* (Representative Concentration Pathways bzw. repräsentative *Konzentrationspfade*, Abbildung 1), wie sie im 5. Sachstandsbericht des IPCC verwendet werden:

- RCP2.6: ein Minderungsszenario; es geht von deutlichen Anstrengungen im Klimaschutz und damit sehr niedrigen Emissionen aus. Eine mittlere globale Erwärmung um mehr als 2 °C im Jahr 2100 im Vergleich zum vorindustriellen Niveau wird nicht überschritten (Abbildung 2). Das Szenario entspricht dem Ziel der Vereinbarungen von Paris.
- RCP8.5: ein „worst-case"-Szenario mit sehr hohen Treibhausgas-Emissionen und sehr geringen Klimaschutzbemühungen. Eine mittlere globale Erwärmung um 4 bis 5 °C wäre hier wahrscheinlich.

Die Bezeichnung der Szenarien bezieht sich auf den ungefähren totalen Strahlungsantrieb im Jahr 2100 bezogen auf das Jahr 1850: 2,6 W/m² für RCP2.6 (Minderungsszenario) und 8,5 W/m² für RCP8.5 („worst-case"-Szenario) (IPCC 2014a).

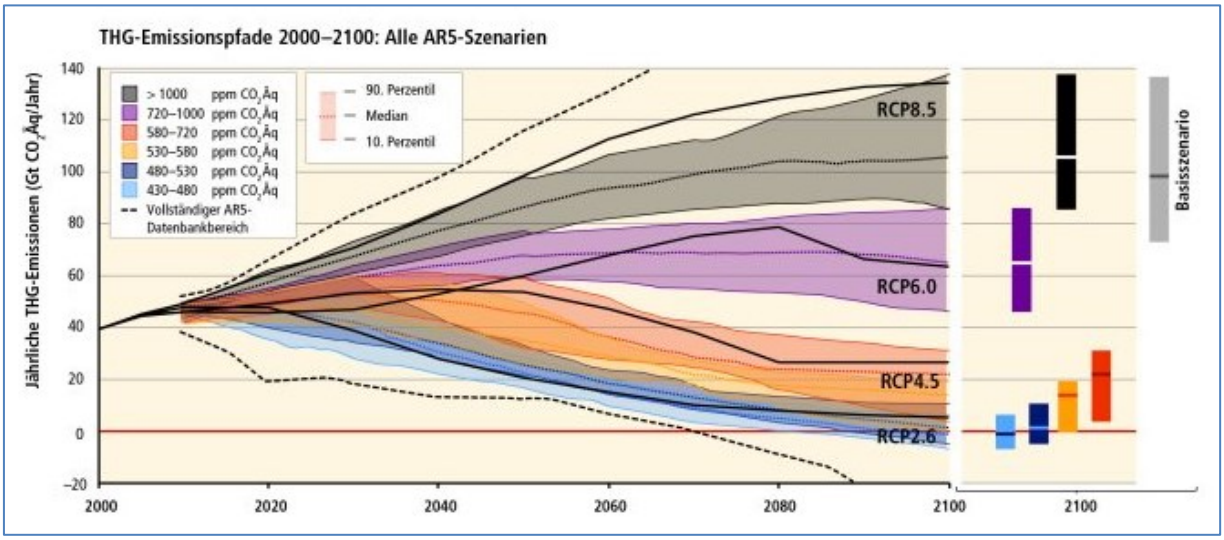


Abbildung 1: Treibhausgas-Emissionspfade 2000 – 2100 für verschiedene Repräsentative Konzentrationspfade (RCP) des 5. Sachstandsberichtes (AR5) des Weltklimarates (Quelle: IPCC 2014a, S. WG III-10)

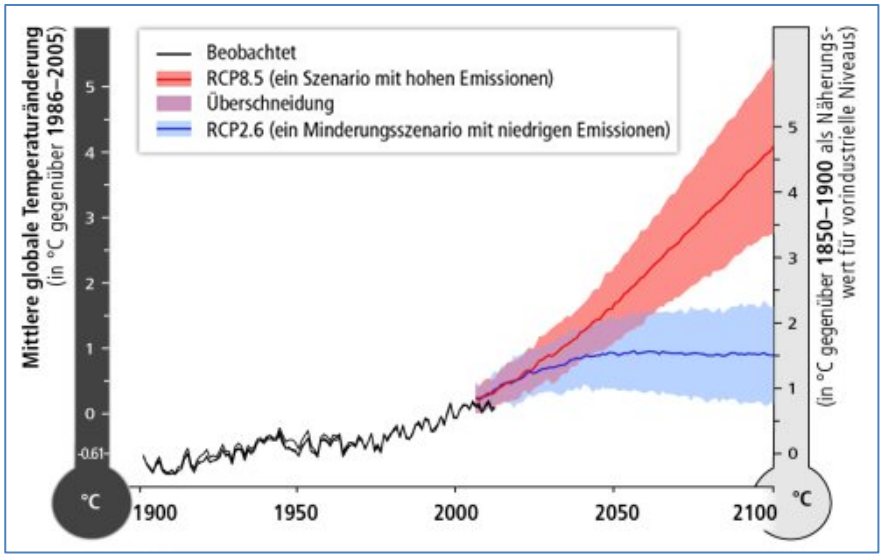


Abbildung 2: Beobachtete und mittels RCP-Szenarien projizierte mittlere jährliche globale Erdoberflächentemperatur (Quelle: IPCC 2014a, S. 13, verändert)

Die von den Globalen Klimamodellen für die unterschiedlichen Szenarien projizierten klimatischen Entwicklungen und Ergebnisdaten werden mittels ***regionaler Klimamodelle*** verfeinert und für die Anwendung auf Bundesland- bzw. Regionsebene aufbereitet. Während die räumliche Auflösung von Globalmodellen meist über 100 x 100 km groß ist, weisen die im Projekt verwendeten regionalen Klimaprojektionsdaten eine Auflösung von 12,5 x 12,5 km auf (vgl. Kapitel 2.5).

Die nach unterschiedlichen Szenarien projizierte Entwicklung des Treibhausgasausstoßes dient als Basis für die Klimamodelle, welche das zukünftige Klima auf globaler sowie regionaler Ebene modellieren. Diese werden stetig weiterentwickelt, sind für lange Zeiträume jedoch zwangsläufig mit Unsicherheiten behaftet. Physikalische Vorgänge sind in großen, komplexen Systemen nur begrenzt exakt beschreibbar. Die Projektionen der Klimamodelle müssen also eher als Rahmen der wahrscheinlichen Entwicklung verstanden werden denn als exakte Beschreibung.

1.3 Anpassung an den Klimawandel

Der globale Klimawandel findet statt und ist nur noch begrenzbar, aber nicht mehr abzuwenden. Zu den gravierendsten Risiken zählen u. a. die Zunahme der ***Extremwetterereignisse***, die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur, der Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels durch das kontinuierliche Abschmelzen des Festlandeises sowie das Auftauen riesiger ***Permafrost***gebiete und die damit verbundene Freisetzung großer Mengen des ***Treibhausgases*** Methan. Daher ist es mehr denn je von Bedeutung, dass politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entscheidungsträger gemeinsam auf unterschiedlichen Ebenen (global, national, regional und lokal) Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel entwickeln und umsetzen. Es geht darum, sich bestmöglich auf die bereits eingetretenen und die bevorstehenden, weitreichenden klimatischen Änderungen für Mensch und Umwelt einzustellen und gleichzeitig die Treibhausgasemissionen deutlich zu verringern. „*Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sowie zu seiner Minderung können Risiken effektiv reduzieren. Je stärker der Klimawandel voranschreitet, desto mehr nehmen weltweit die Risiken zu und desto eher werden die Grenzen der Anpassung erreicht*“ (IPCC 2014b, S.3). Bei der Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen müssen „*die Veränderung von Ökosystemen und sozio-ökonomische Entwicklungen wie Urbanisierung oder Demographie berücksichtigt*“ werden (ebd.).

Die Grundlage auf nationaler Ebene bildet die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (DAS). Die Bundesregierung gibt dabei die Einhaltung des langfristigen ***2-Grad-Ziels*** vor, bei dem davon ausgegangen wird, dass dank weitreichender Anpassungsstrategien schwere Folgen vermieden werden können (BBD 2008). Um diese Begrenzung des Temperaturanstiegs auf maximal 2,0 °C bis 2100 im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu erreichen, müssen die Anstrengungen im Klimaschutz deutlich verstärkt werden. Seit Dezember 2015 besteht zwischen 195 Staaten eine Einigung, die internationale Klimaschutz-Vereinbarung von Paris, die Erwärmung auf 1,5 bis 2,0 °C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau zu beschränken. Nach aktuellem Kenntnisstand werden die getroffenen Absichtsbekundungen allerdings nicht in der Lage sein, die Temperaturerhöhung auf maximal 2,0 °C zu begrenzen, da bereits 0,9 °C globaler Erwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Niveau eingetreten ist. Nach Klimamodellrechnungen ist eine globale Erwärmung von ca. 2,8 °C bei vollständiger Umsetzung der Vereinbarung realistischer. Welche gravierenden Reduktionen der globalen Treibhausgas-Emissionen zur Einhaltung des 1,5- bzw. 2-Grad-Zieles und damit eines Pfades, der dem ***RCP***2.6-Szenario (Minderungs- bzw. Klimaschutz-Szenario) entspricht, erforderlich wären, lässt Abbildung 1 erahnen.

Die Ziele der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) wurden im „Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie“ zusammengefasst und im August 2011 vom Bundeskabinett beschlossen. Konkret soll die Verwundbarkeit (***Vulnerabilität***) natürlicher, sozialer und wirtschaftlicher Systeme gegenüber Klimafolgen vermindert und dabei deren ***Anpassungskapazität*** gestärkt sowie die Ausnutzung möglicher Chancen erhöht werden (BBD 2011). Seitdem wird die Deutsche Anpassungsstrategie kontinuierlich weiterentwickelt. 2015 wurde ein Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie mit einem zweiten Aktionsplan Anpassung (APA II) beschlossen, der zweite Fortschrittsbericht inkl. weiterentwickeltem Aktionsplan Anpassung (APA III) erschien im Oktober 2020.

Die Landesregierung Bayern trägt ihrerseits zum Anpassungsprozess im Freistaat bei. Klimaschutz und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels sind in Bayern seit vielen Jahren Gegenstand politischer und wissenschaftlicher Aktivitäten. Der Klima-Report 2015 zeigte Erkenntnisse zum Klimawandel in Bayern sowie Auswirkungen in den verschiedenen Umwelt- und Lebensbereichen auf (STMUV 2015). Im Rahmen der Fortschreibung der Bayerischen Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS) im Jahr 2016 (STMUV 2016) wurden für Bayern relevante Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen für 15 klimasensitive Handlungsfelder aus allen gesellschaftlichen Bereichen dargestellt. Mit der Pilotstudie „Klimawirkungskarten Bayern“ wurden 2017 Klimawirkungskarten auf Basis der „Vulnerabilitätsstudie Deutschland“ des Umweltbundesamtes für Bayern erarbeitet (LfU 2019). Zeitgleich erschien eine Machbarkeitsstudie zu „Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern“, die helfen soll, frühzeitig klimatische Veränderungen zu erkennen und Vorsorge zu ergreifen (LfU 2018). Im Dezember 2020 erschien schließlich der aktuelle Klima-Report Bayern 2021 (STMUV 2020), der die klimatischen Entwicklungen und Anpassungs-Aktivitäten der letzten Jahre auf Ebene des Freistaats dokumentiert.

1.4 Klimaschutz im Landkreis Bayreuth

Die Intensität der sich vollziehenden Erderwärmung hängt stark von den vorausgegangenen und aktuellen ***Treibhausgas***emissionen ab. Sie zu reduzieren ist Ziel des Klimaschutzes. Eine ganzheitlich ausgerichtete Strategie zur Anpassung an die Folgen der Erderwärmung geht daher einen Schritt weiter und nimmt bereits zur Kenntnis, dass eine Vielzahl negativer Folgen nicht mehr verhindert werden kann und dass es notwendig ist, sich auf die zu erwartenden Veränderungen vorzubereiten. Trotzdem dürfen die Anstrengungen zur Anpassung an die projizierten Auswirkungen des Klimawandels (***Adaption***) nicht losgelöst vom Klimaschutz (***Mitigation***) erfolgen. Eine nachhaltige Abmilderung der zu erwartenden Konsequenzen ist nur durch erfolgreich umgesetzte Maßnahmen im Klimaschutz möglich. Klimaschutz muss folglich einen festen Platz in den Strategiepapieren der Stadt- und Regionalplanung einnehmen; Klimaschutzaktivitäten müssen unterstützt und klimaschädliche Entwicklungen vermieden werden (SSB 2011). Dazu zählen Maßnahmen, die auf eine Reduktion von Treibhausgasemissionen (Steigerung der Energieeffizienz, Vermeidung energieintensiver Aktivitäten, Etablierung erneuerbarer Energiequellen), aber auch auf den Schutz bzw. die Entwicklung von Treibhausgassenken wie Wälder abzielen.

Diesem Erfordernis folgt auch der Landkreis Bayreuth, der 2012-2014 ein integriertes Klimaschutzkonzept erarbeitet hat, welches zahlreiche Klimaschutzmaßnahmen enthält (LKB 2014, Abbildung 3). Weiterhin wurde 2015 ein Klimaschutzmanagement bei der Stabsstelle Regionale Entwicklungsagentur im Landratsamt etabliert, welches mit neuer inhaltlicher Ausrichtung die Arbeit der Bioenergieregion Bayreuth fortsetzt, die von 2009 bis 2015 als eine von 25 deutschen Bioenergieregionen mit Bundesmitteln verschiedene

Bioenergieprojekte und das einzigartige Energiekunstprojekt „energy-in-art“ in Angriff genommen hat.

Die Aufgabe der Mitarbeiter im Klimaschutzmanagement ist es, ein vom Kreistag des Landkreises Bayreuth beschlossenes Klimaschutz-Maßnahmenpaket umzusetzen. Die Erfolge der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes können sich sehen lassen, z. B. umfangreiche Informations- und Beratungsangebote für Bürger und die kreisangehörigen Kommunen, die Etablierung einer Lenkungsgruppe Klimaschutz und von kommunalen Klimaschutzbeauftragten, die Entwicklung regionalspezifischer Angebote für die Klimaschutz-Umweltbildung, die Einführung einer Treibhausgasbilanzierung und eines Energiemanagements für die kreiseigenen Liegenschaften sowie die Ermittlung des Solarpotenzials der Dachflächen mit dem Zusatzangebotes eines Online-Solarrechners. Seit 2018 kann der Landkreis auch seinen kompletten Strombedarf bilanziell aus regionalen, erneuerbaren Energiequellen decken (Abbildung 4). Die Webseite des Klimaschutzmanagements findet sich unter https://klima.landkreis-bayreuth.de/unsere-projekte/klimaschutz-management.

Während der Klimaschutz bereits seit den 1970er Jahren im Rahmen der „Energieeinsparung“ thematisiert wird und sich seit den 1990er Jahren als eigenständiges Handlungsfeld etabliert hat, ist die Klimafolgenanpassung erst seit der Jahrtausendwende im öffentlichen Diskurs wahrnehmbar (BMVBS 2010). Dies mag in erster Linie daran liegen, dass die Unvermeidbarkeit der zu erwartenden Klimawandelfolgen erst in den letzten Jahren allmählich Zugang in das Bewusstsein der Gesellschaft gefunden hat. Nun muss es darum gehen, mit den Auswirkungen des Klimawandels umzugehen und sich darauf einzustellen.

Von großer Bedeutung bei der Entwicklung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel ist es, die ***Synergien*** und Konflikte zwischen den jeweiligen Maßnahmen zu beachten. Klimaschutz und Klimaanpassung müssen zusammen angegangen werden; positive Synergien müssen aufgezeigt und zugänglich gemacht, Entscheidungsträger frühzeitig für Konfliktpotenziale sensibilisiert werden. „*Die Verminderung von Treibhausgasen in allen Ländern ist damit die zentrale Voraussetzung, um langfristig die Anpassungsnotwendigkeiten und damit die Anpassungskosten gering zu halten. Damit sind beide Wege - Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel - untrennbar miteinander verbunden.*“ (BBD 2008, S.5).

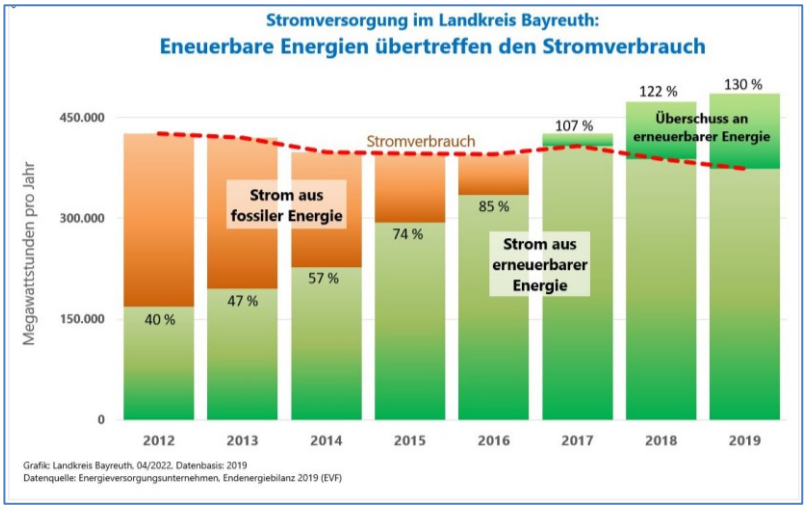


Abbildung 3 (links): Integriertes Klimaschutzkonzept des Landkreises Bayreuth (Quelle: LKB 2014)
Abbildung 4 (rechts): Entwicklung der erneuerbaren Stromversorgung im Landkreis Bayreuth (Quelle: LKB 2022)

1.5 Inhalte und Vorgehen bei der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes für den Landkreis Bayreuth

Das methodische Vorgehen in dem vorliegenden Klimaanpassungskonzept unterteilt sich in die folgenden Arbeitsschritte:

- Beschreibung der Rahmenbedingungen im Landkreis Bayreuth,
- Untersuchung der Auswirkungen der Erderwärmung mittels Klimadatenauswertung, Betroffenheitsanalysen, Hot-Spot-Ermittlung und Vulnerabilitätsbetrachtung,
- Erarbeitung einer Datenbank mit Institutionen und Akteuren, die im Bereich Klimaanpassung im Landkreis bzw. in der weiteren Region tätig sind,
- Erhebung bestehender Aktivitäten und Projekte zur Klimafolgenanpassung und zur Steigerung der Widerstandskraft im Landkreis Bayreuth,
- Erstellung eines Leitbildes und einer Gesamtstrategie für den Anpassungsprozess,
- Erstellung eines Maßnahmenkatalogs zur Anpassung an die Folgen der Klimaerwärmung und Entwicklung von Leuchtturmmaßnahmen – dialogisch-partizipativ mit den Akteuren der Region,
- Erarbeitung einer Verstetigungsstrategie, eines Controllingkonzeptes und einer Kommunikationsstrategie.

Ausgangslage im Landkreis Bayreuth

Die ersten beiden Kapitel dienen der Beschreibung der Ausgangslage sowie der regionalen Rahmenbedingungen im Landkreis Bayreuth und umfassen die Darstellung des Wissenstandes zur menschgemachten (*anthropogenen*) Erderwärmung, der naturräumlichen und demografischen Ausstattung, den bisherigen Fachplanungen und Aktivitäten im Bereich Klimaanpassung und den verwendeten Datengrundlagen.

Auswirkungen der Erderwärmung

Im Zuge der Ermittlung und Beschreibung der Auswirkungen der Erderwärmung im Landkreis Bayreuth wird zuerst die Entwicklung der wichtigsten Klimaelemente (Temperatur, Niederschlag, Wind) und der daraus abgeleiteten Klimakennwerte (z. B. Hitzetage, *Vegetationsperiode*, klimatische Wasserbilanz) beschrieben (vgl. Kapitel 2.1). Für diese und alle anderen Klimakennwerte wurde die Stärke der Veränderung zwischen dem Referenzzeitraum (1971-2000), der Gegenwart (2011-2040) sowie der nahen und fernen Zukunft (2036-2065 bzw. 2071-2100) ermittelt.

Für die anpassungsrelevanten Handlungsfelder erfolgt jeweils ein kurzer Überblick über die zu erwartenden Klimawandelfolgen. Dabei wird sich auf aktuelle Veröffentlichungen der Landes- und Bundesebene bezogen. Die Wahl der Handlungsfelder (z. B. Menschliche Gesundheit, Wasserwirtschaft) folgt der Deutschen Anpassungsstrategie, wie sie auch von vielen Landes- und Kommunalstrategien aufgegriffen wird. Als nächster Schritt erfolgt die Ermittlung der *Klimawirkungen* (Betroffenheiten) für die priorisierten Schwerpunktthemen in den Handlungsfeldern. Da nicht alle Schwerpunktthemen in

den Handlungsfeldern (z. B. Hitzebelastung der Bevölkerung oder Ausbreitung von vektorbasierten Krankheiten im Handlungsfeld Menschliche Gesundheit) innerhalb des Konzeptes untersucht werden können, sei es aufgrund fehlender Daten oder des Zeit- und Finanzrahmens, wurden in Abstimmung mit der Landkreisverwaltung die wichtigsten Klimafolgen (Betroffenheiten) ausgewählt und detaillierter untersucht. Die Analyse folgt dem ***Vulnerabilitäts***-Ansatz des IPCC, bei dem ein Klimasignal (***Exposition***) mit einem Indikator der Empfindlichkeit gegenüber der klimatischen Änderung (***Sensitivität***) räumlich überlagert wird (Abbildung 61, Kapitel 3.3.2). Nachfolgend wird ermittelt, in welchen priorisierten Schwerpunktthemen besonderer Handlungsbedarf besteht und wo (räumlich) vordringlich Anpassungsmaßnahmen zu ergreifen sind. Hierbei werden auch Akteursinterviews eingesetzt, um die regionalen Anpassungskapazitäten zu den Schwerpunktthemen zu ermitteln.

Erarbeitung einer Datenbank mit Institutionen und Akteuren, die im Bereich Klimaanpassung im Landkreis bzw. in der weiteren Region tätig sind

Die für die Strategieentwicklung relevanten Akteure wurden mittels Internet- und Telefonrecherche ermittelt. Es wurde eine serienbrieftaugliche Excel-Tabelle mit den Kontaktdaten erstellt (Name, Funktion und Institution, E-Mail-Adresse, Postadresse, Telefonnummer und Spalte für Kommentierungen). Die Adressliste wurde dem Klimaschutzmanagement zur Verfügung gestellt und dient als Grundlage des weiteren Prozesses.

Erhebung bestehender Aktivitäten und Projekte zur Klimafolgenanpassung und zur Steigerung der Resilienz im Landkreis Bayreuth

Bereits vor Entwicklung des Maßnahmenkataloges wurde recherchiert, welche Anpassungsaktivitäten im Landkreis bereits durchgeführt oder geplant sind. Diese Vor-Recherche wurde durch eine Abfrage nach der Auftaktveranstaltung und durch Informationen ergänzt, die von den Akteuren in den fünf Workshops zur Klimaanpassung im Landkreis Bayreuth sowie in zwölf Experteninterviews erwähnt wurden.

Erstellung eines Leitbildes und einer Gesamtstrategie

Mit dem Leitbild liegt eine Beschreibung des zu erstrebenden Zukunftszustands in der Region vor. Es dient der Orientierung für die Ausrichtung der Aktivitäten aller Akteure der Klimaanpassung. Ein Leitbild ist daher als Kompass und „roter Faden" für zukünftige Entscheidungen und Planungen im Rahmen der Klimaanpassung zu verstehen. Es richtet sich in erster Linie an die politischen Entscheidungsträger in den Kreisgremien und an die Mitarbeiter der Kreisverwaltung. Zudem dient es den Verantwortlichen in den kreisangehörigen Kommunen, Verbänden, Initiativen, der Wirtschaft und den Bürgern als Richtschnur für ihre Aktivitäten. Konkretisierende Leitlinien schaffen Bezug zu den herausgearbeiteten Klimarisiken und verdeutlichen die angestrebte Richtung der Anpassung.

Auf Basis des Leitbildes wurden Anpassungsziele für die priorisierten Klimawirkungen vorgeschlagen, mit den Akteuren diskutiert und festgeschrieben. Weiterhin wurden in den Workshops Erfolgsindikatoren definiert und abgestimmt, um die Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen prüfen zu können. Die entwickelten Maßnahmen (siehe nächster Abschnitt) wurden priorisiert und ein Umsetzungsplan erstellt, der für die wichtigsten Klimawirkungen Anpassungsziele, Umsetzungshorizonte, effektive Maßnahmen und Umsetzungsgebiete benennt.

Erstellung eines Maßnahmenkatalogs und Entwicklung von Schlüsselmaßnahmen

Im Anschluss an die breit beworbene Auftaktveranstaltung wurde weiterhin in partizipativ-dialogischen Verfahren mit Akteuren aus dem Landkreis bzw. aus Einrichtungen

und Ämtern, die für den Landkreis Bayreuth zuständig sind, eine Strategie sowie geeignete Maßnahmen zur Klimaanpassung erarbeitet. Diese Liste wurde um Handlungsvorschläge aus dem Expertenwissen der Verfasser und der Mitarbeitenden des Klimaschutzmanagements ergänzt und Schlüsselmaßnahmen definiert. Schlüsselmaßnahmen können technische Maßnahmen sein, aber auch strategisch-konzeptionelle Projekte sowie Fachanalysen zur Schließung von Erkenntnislücken, auf denen dann wiederum mit weiteren Maßnahmen aufgebaut werden kann. Alle Maßnahmenvorschläge wurden analysiert, aufeinander abgestimmt und in Maßnahmenblättern sowie einem Maßnahmenkatalog zusammengefasst.

Erarbeitung einer Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie benennt die Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten und stellt Organisationsstrukturen im Bereich der Klimaanpassung im Landkreis Bayreuth dar. Auch werden die erwarteten positiven Effekte der Umsetzung des Anpassungskonzepts formuliert.

Erarbeitung eines Controllingkonzepts

Das Controllingkonzept schlägt geeignete Indikatoren zum Monitoring vor. Diese werden für das Controlling der weiteren klimatischen Entwicklung sowie zur Erfolgsüberprüfung umgesetzter Klimaanpassungsmaßnahmen genutzt.

Formulierung einer Kommunikationsstrategie

Die Kommunikationsstrategie benennt die die wichtigsten Botschaften und Kommunikationsprinzipien der Klimaanpassung sowie Kommunikationskanäle, über die die verschiedenen Zielgruppen zum Thema Klimaanpassung informiert, sensibilisiert und zum eigenen Handeln motiviert werden sollen.

1.6 Akteursbeteiligung bei der Erstellung des Klimaanpassungskonzepts

Die Erstellung des Klimaanpassungskonzepts für den Landkreis Bayreuth erfolgte in einem dialogisch-partizipativen Prozess. Auf der einen Seite beteiligten sich die regionalen Akteure und insbesondere die Experten aus den jeweiligen Fachbehörden an der Beschaffung der notwendigen Daten für die Analyse der Klimawirkungen in den Handlungsfeldern. Auf der anderen Seite wurden die Ergebnisse der Bestandsaufnahmen und Analysen auch an die regionalen Experten, Verwaltungsmitarbeitenden und Vertreter aus weiteren Einrichtungen aus dem Landkreis rückgespiegelt und mit ihnen sowie mit interessierten Menschen aus dem Landkreis passgenaue Maßnahmen zur Klimaanpassung erarbeitet. Bedingt durch die Corona-Pandemie fanden alle Beteiligungsveranstaltungen online statt.

Am 05.05.2021 folgten rund 200 Interessierte aus Wissenschaft, Wirtschaft, Kommunen, Verbänden, Fachbehörden und Zivilgesellschaft der Einladung von Herrn Landrat Florian Wiedemann zur Auftaktveranstaltung der Klimaanpassungsstrategie des Landkreises Bayreuth. Nach der Begrüßung wurden in zwei Einführungsvorträgen die Analyse der klimatischen Entwicklung im Landkreis Bayreuth und die Auswirkungen der anthropogen verursachten Erderwärmung auf den Landkreis Bayreuth dargestellt. Den Abschluss der Vorträge bildete eine Kurzvorstellung der bereits heute laufenden Aktivitäten im Landkreis zur Klimaanpassung. Eine Frage- und Diskussionsrunde schloss sich an. Bei der Auftaktveranstaltung wurden die Bürgerinnen und Bürger sowie Vertreter der Institutionen des Landkreises gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. Im Fragebogen wurde nach bereits existierenden Klimaanpassungsmaßnahmen sowie nach Ideen zu neuen Klimaanpassungsmaßnahmen gefragt – unabhängig in welchem Stadium der Umsetzung sich diese befänden. Die Ergebnisse der Fragebogenaktion gingen in eine

Sammlung von Maßnahmenvorschlägen ein, die in den weiteren Beteiligungsveranstaltungen konkretisiert wurden.

Das „Herzstück“ der Beteiligung stellten fünf Workshops zur Maßnahmenentwicklung dar. An fünf aufeinanderfolgenden Tagen wurden in den Themenfeldern, die sich als besonders handlungsrelevant im Bereich der Klimaanpassung im Landkreis Bayreuth erwiesen, Online-Workshops durchgeführt:

- 12.07.2021: Tourismus,
- 13.07.2021: Wasserhaushalt und -wirtschaft,
- 14.07.2021: Land- und Forstwirtschaft,
- 15.07.2021: Verkehr, Infrastruktur und Gewerbe und
- 16.07.2021: Menschliche Gesundheit und Bevölkerungsschutz.

Auf Grundlage einer Zusammenstellung von Handlungsvorschlägen aus dem Expertenwissen der Verfasser und der Mitarbeitenden des Klimaschutzmanagements entwickelten die regionalen Experten und Interessierte nach einer Diskussion eines Vorschlags von Anpassungszielen im jeweiligen Handlungsfeld einen Katalog an Schlüsselmaßnahmen sowie flankierenden Maßnahmen. Dieser Katalog ist die Basis für die Entwicklung des Maßnahmenkatalogs im vorliegenden Bericht. Die Dokumentationen der Auftaktveranstaltung sowie der fünf Workshops wurden auf der Internetseite des Landratsamts unter https://klima.landkreis-bayreuth.de/unsere-projekte/anpassung-an-erderwaermung veröffentlicht.

Aufbauend auf dem Expertenwissen aus den Workshops wurden für ausgewählte Inhalte vertiefende Experteninterviews mit relevanten Akteuren aus der Region durchgeführt. Da sich z. B. die Anpassungskapazität des Landkreises in den einzelnen Klimawirkungen nicht einfach über vorhandene Daten oder Indikatoren abbilden lässt, wurden im Januar und Februar 2022 Experteninterviews mit thematisch erfahrenen Akteuren durchgeführt. Ziel war es, neben Hinweisen zur jeweiligen Betroffenheit und zu wichtigen vorhandenen organisatorischen Strukturen und Kooperationen in der Region, die Anpassungskapazitäten für die priorisierten Klimawirkungen in der nahen Zukunft abzuschätzen.

Die ersten Ergebnisse dieses Berichts wurden im Rahmen des 5. Klimaschutzsymposiums des Landkreises am 27.10.2021 einer interessierten Öffentlichkeit von rund 120 angemeldeten Personen online vorgestellt. Das Klimaschutzsymposium widmete sich im Jahr 2021 dem Thema Klimaanpassung „Was tun gegen Dürre, Hochwasser und Sturzfluten?“. Neben dem Klimaanpassungskonzept wurden auch Klimaanpassungsmaßnahmen aus anderen Regionen und verschiedenen Handlungsfeldern vorgestellt, z. B. aus der Landwirtschaft, dem Gesundheitsbereich oder der Katastrophenvorsorge. Das Online-Symposium wurde durch eine Filmvorführung des Dokumentarfilms NOW! sowie ein anschließendes Filmgespräch und eine Diskussion mit Aktiven der „Fridays for Future“-Bewegung sowie Vertreterinnen der Klimaschutzmanagements von Stadt und Landkreis Bayreuth ergänzt. Die Dokumentation des Klimaschutzsymposiums wurde wiederum auf der Internetseite des Klimaschutzmanagements des Landkreises veröffentlicht.

2. Ausgangslage im Landkreis Bayreuth

2.1 Ausstattung

Geografische Lage, Naturräume und Schutzgebiete

Der Landkreis Bayreuth befindet sich in Oberfranken im Bundesland Bayern. Mit einer Fläche von 1.273 km² ist er der größte Landkreis dieser Region (Abbildung 5).

Naturräumlich reicht das Obermainische Hügelland von Norden bis weit in den Landkreis Bayreuth hinein. Diese Landschaft dient vorwiegend der Acker- und Grünlandnutzung und wird vom Main und dessen Quellästen durchquert (BfN 2012a). Ein großer Teil des Landkreises kann der Nördlichen Frankenalb zugeordnet werden, welche den Westen der Region durchzieht. In dieser Region überwiegt die landwirtschaftliche Nutzung. Insgesamt ist die Nördliche Frankenalb als Wassermangelgebiet einzustufen (BfN 2012b). Im Osten mündet der Landkreis in das Hohe Fichtelgebirge, welches überwiegend mit Fichten bewaldet ist und somit die forstwirtschaftliche Nutzung dominiert (BfN 2012c). Damit weist der Landkreis Bayreuth auch ein weit gefächertes Höhenprofil von 315 bis 1.019 Meter ü. NN auf. Bayern liegt im Übergangsbereich von ***maritimem*** zu kontinentalem Klima. Klimatisch kann die Region Oberfranken mit dem Landkreis Bayreuth als kontinental ***humid*** charakterisiert werden (Lüers et. al. 2004).

Der Landkreis Bayreuth umschließt mehrere Naturschutzgebiete, Naturparke sowie Flora-Fauna-Habitat-Schutzgebiete (FFH-Gebiete). Im Westen des Landkreises befindet sich das Landschaftsschutzgebiet Fränkische Schweiz-Veldensteiner Forst, das wiederum mehrere Vogelschutzgebiete sowie FFH-Gebiete wie das Wiesent-Tal bei Hollfeld umschließt. Der Naturpark Fichtelgebirge dominiert den östlichen Teil des Landkreises. Auch in diesem Gebiet sind mehrere FFH-Gebiete vorzufinden (LDBV o.J.).

Abbildung 5: Lage des Landkreises Bayreuth in Oberfranken (Quelle: ROFr. 2020)

Landnutzung

Der Anteil der zur Landwirtschaft genutzten Fläche liegt im Landkreis Bayreuth bei 40 % und liegt damit unter dem Mittel für ganz Bayern (46,3 %). Rund 47 % der Fläche des Landkreises sind mit Wald bedeckt und ermöglichen somit eine umfassende Forstwirtschaft (LfStat 2020a, Abbildung 6).

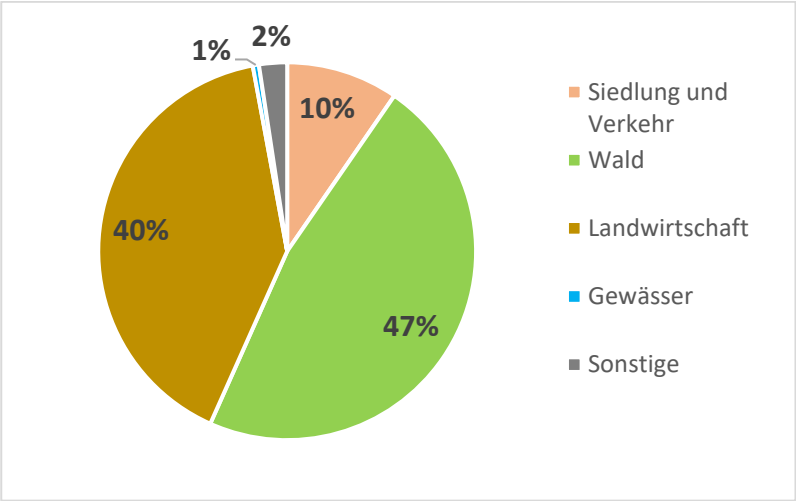


Abbildung 6: Landnutzungsverteilung im Landkreis Bayreuth (Quelle: Eigene Darstellung nach LfStat 2020a)

Demografie

Zum 31.12.2019 lebten im Landkreis Bayreuth 103.664 Menschen. Dabei überwiegt der Anteil an Frauen (52.303) gegenüber dem der Männer (51.361) leicht. Der Trend der demografischen Entwicklung des Landkreises ist seit etwa 2003 abnehmend und wird laut Bevölkerungsvorausberechnung in den nächsten Jahrzehnten anhalten. Seit 1999 bis heute beträgt die Abnahme rund 4,77 %. In nachfolgender Abbildung ist die Entwicklung grafisch dargestellt (LfStat 2020b, Abbildung 7).

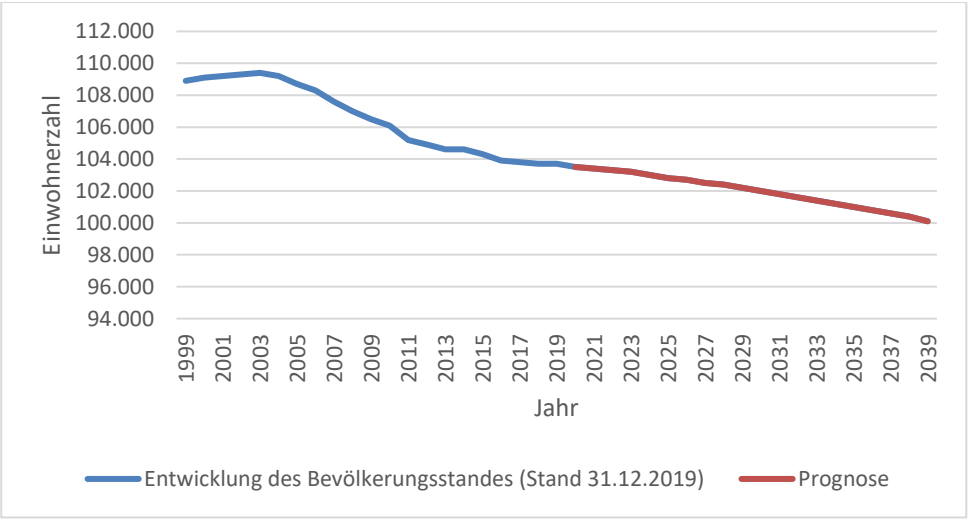


Abbildung 7: Demografische Entwicklung im Landkreis Bayreuth (Quelle: Eigene Darstellung nach LfStat 2020b)

Die Bevölkerungspyramide des Landkreises kann als urnenförmig interpretiert werden. Diese Form ergibt sich, wenn die Bevölkerung eines Landkreises eine hohe Lebenserwartung aufweist aber die Geburtenrate kontinuierlich schrumpft. Im Landkreis Bayreuth leben Stand April 2021 verhältnismäßig mehr ältere Menschen als Jugendliche und Kinder. Laut der angeführten Modellrechnung wird der Anteil der Menschen, die 65 Jahre und älter sind, bis zum Jahr 2039 über 30 % steigen. Im Gegensatz dazu nimmt der Anteil der Kinder und Jugendlichen bis 18 Jahre um rund 5 % ab und auch der Anteil der 18 bis 40-Jährigen sinkt um rund 12 % (LfStat 2020b, Abbildung 8).

Verwaltungs- und Siedlungsstrukturen

Der Landkreis Bayreuth liegt im Regierungsbezirk Oberfranken. Dieser gliedert sich in zwei regionale Planungsverbände, wobei der Landkreis Bayreuth zur Region Oberfranken-Ost gehört. Seit 1978 besteht der Landkreis aus 33 kreisangehörigen Gemeinden

(LKB 2021a). Des Weiteren liegen zehn gemeindefreie Gebiete im Landkreis. Außerdem sind im Landkreis Bayreuth sechs Verwaltungsgemeinschaften (VG) vorzufinden: VG Betzenstein, VG Creußen, VG Hollfeld, VG Mistelbach, VG Mistelgau, VG Weidenberg (LKB 2021b).

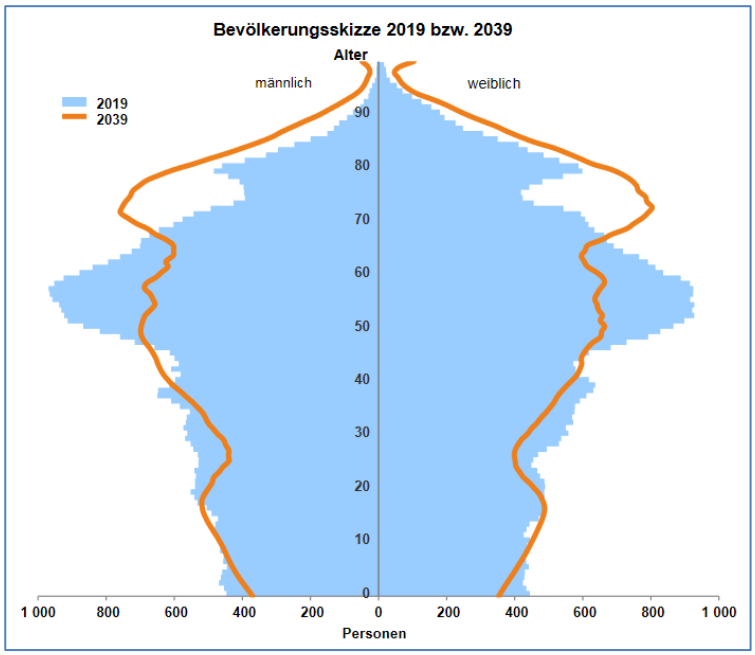


Abbildung 8: Bevölkerungspyramide des Landkreises Bayreuth für die Jahre 2019 und 2039 (Quelle: LfStat 2020b)

Die kreisfreie Stadt Bayreuth im Zentrum des Landkreises ist Sitz des Landratsamtes sowie der Landkreisverwaltung. Die Städte Gefrees, Bad Berneck im Fichtelgebirge, Hollfeld und Pegnitz gelten als Mittelzentren des Landkreises und stellen zusammen mit Pottenstein, Creußen, Waischenfeld, Goldkronach und Betzenstein die wichtigsten Städte dar (RPOO 2018).

Wirtschaft

Der Landkreis Bayreuth besitzt eine gute Straßenverkehrsanbindung. Er wird durchzogen von der A9, die die Großstädte Berlin und München verbindet. Viele Verkehrsknotenpunkte und Wirtschaftszentren können in kurzer Zeit erreicht werden (Abbildung 9).

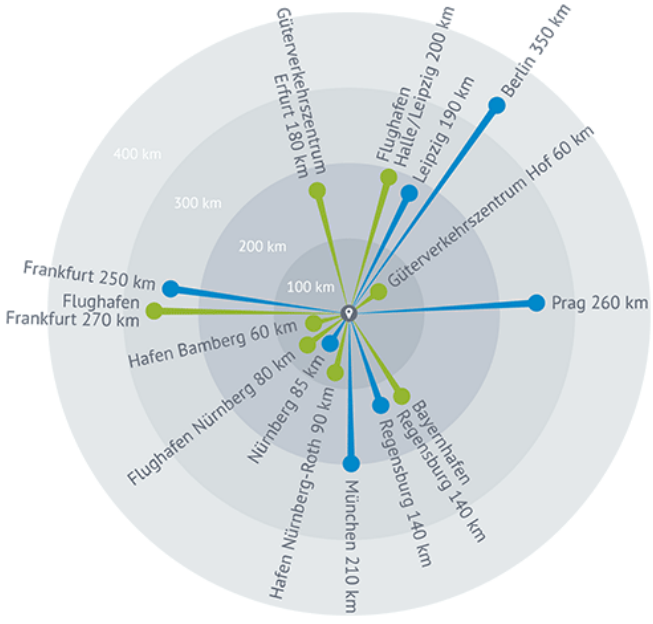


Abbildung 9: Verkehrsanbindungen aus dem Landkreis Bayreuth (Quelle: RB o.J.)

Der Landkreis wird von kleinen bis mittelständischen Unternehmen dominiert. Vor allem das produzierende Gewerbe prägt die Region. Auch die Tourismuswirtschaft spielt eine wesentliche Rolle. Der Landkreis ist in Punkto Wirtschaftskraft – gemessen am Gewerbesteueraufkommen – das Schlusslicht der bayerischen Landkreise. Aufgrund der wenig energieintensiven Unternehmen weist der Landkreis jedoch einen vergleichsweise niedrigen Stromverbrauch auf.

Die Industrie- und Handelskammer sowie die Handwerkskammer für Oberfranken übernehmen eine zentrale Bedeutung im Bereich der Beratung und der Weiterbildungsmöglichkeiten für den Landkreis (RB o.J.). Zudem existiert mit der Universität Bayreuth ein bayernweit bedeutender Hochschulstandort in der Nähe des Landkreises.

In Abbildung 10 ist zu erkennen, dass es vor allem in den Bereichen des produzierenden Gewerbes sowie im Bereich Handel, Gastgewerbe und Verkehr hohe Beschäftigtenzahlen gibt. Trotz hoher Anteile von Landwirtschafts- und Forstflächen arbeiten nur rund 1 % der Beschäftigten in diesen Branchen. Die aktuelle Arbeitslosenquote (März 2021) des Landkreises Bayreuth beträgt 3,5 %. Somit ist der Landkreis vergleichbar mit dem Mittel des Freistaates Bayern (3,9 %) (BA o.J.).

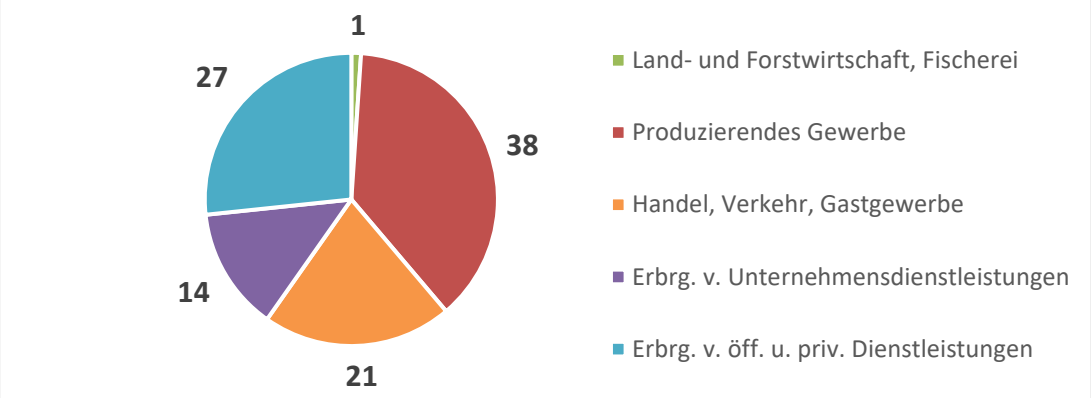


Abbildung 10: Beschäftigtenanteile der verschiedenen Branchen des Landkreises Bayreuth (Stand 30.06.2019) (Quelle: Eigene Darstellung nach LfStat 2020c)

Tourismus

Der Landkreis Bayreuth ist ein Ganzjahrestourismusgebiet, in welchem die Tourismusbranche eine zentrale Position einnimmt. Besonders das Fichtelgebirge und die Fränkischen Schweiz sind bundesweit bekannt. Die Haupttourismusorte sind Bischofsgrün (Fichtelgebirge) und Pottenstein (Fränkische Schweiz) mit einem Anteil der im Gastgewerbe abhängig Beschäftigten im Jahr 2019 von 19,6 % bzw. 13,9 % (LfStat 2021a). In der Gemeinde Fichtelberg beträgt der Anteil sogar 24,7 %. Dieser hohe Anteil ergibt sich, da der Naturpark Fichtelgebirge in Sommer- wie auch in Wintermonaten touristische Aktivitäten und Ausflugsziele bietet: Wanderrouten, Fahrradtouren, Camping etc. im Sommer und Wintersport in der kalten Jahreszeit. Auch die Fränkische Schweiz ist ein beliebtes Touristengebiet. Der Anteil der abhängig Beschäftigten im Gastgewerbe ist auch in den Gemeinden der Fränkischen Schweiz stellenweise relativ hoch, z. B. in Plankenfels (23,8 %) und Plech (21,5 %) (LfStat 2021a). Neben dem Naturtourismus locken die bekannten Richard-Wagner-Festspiele in der Stadt Bayreuth jährlich zahlreiche Touristen aus dem In- und Ausland in die Region.

Allerdings sind die Gästeübernachtungen und -ankünfte in Beherbergungsbetrieben in 2020 aufgrund der COVID19-Pandemie im Vergleich zum Vorjahr um rund 31 % gesunken. Ein noch stärkerer Rückgang konnte für die aus dem Ausland stammenden Gäste festgestellt werden: Gästeankünfte und -übernachtungen sanken zwischen 55% und 65 % (LfStat 2021b).

2.2 Bestandsaufnahme bisheriger Wetterextreme

In der Regel gibt es in Kommunen und Regionen, die sich auf den Weg der Klimafolgenanpassung begeben, eine Historie vorausgegangener Schadereignisse, die durch Wetterextreme wie Sturm, Starkregen oder Hitzewellen verursacht oder zumindest begünstigt wurden. Die betroffenen Kommunen und Akteure suchen dann bereits nach Anpassungsmaßnahmen, um die Auswirkungen vergleichbarer künftiger Ereignisse zu reduzieren. Da die projizierten klimatischen Veränderungen eine Häufung bzw. Intensivierung verschiedener Wetterextreme nahelegen (vgl. Kapitel 3.1), ergeben sich erste Ansatzpunkte für mögliche thematische Schwerpunkte eines Klimaanpassungskonzeptes meist bereits aus einer Bestandsaufnahme vorausgegangener Schadereignisse.

Zu diesem Zweck wurden vorwiegend Meldungen des Kreisfeuerwehrverbandes Bayreuth und des Nordbayerischen Kuriers geprüft und aufbereitet (Tabelle 1). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in den letzten Jahren vor allem Unwetter mit Starkregenereignissen und hierdurch ausgelöste Hochwasser und lokale Überschwemmungen sowie Sturmböen größere Schäden im Landkreis hinterlassen haben. Des Weiteren finden sich in den letzten Jahren auch häufiger Wald- und Flächenbrände in den Einsatztagebüchern und Pressemitteilungen, die durch Trocken- und Hitzeperioden ausgelöst oder zumindest stark begünstigt wurden. Inwieweit künftig mit solchen Wetterextremen zu rechnen ist, beleuchtet Kapitel 3.1.

Tabelle 1: Bestandsaufnahme von Wetterextremen der jüngeren Vergangenheit im Landkreis Bayreuth (Quellen: KFV Bayreuth 2021, Nordbayerischer Kurier 2018)

Datum	Art des Ereignisses	Lokalität(en)	Schäden
01.03.2008	Unwetter: Sturmtief „Emma“	Creußen, Gefrees	Umgestürzte Bäume auf Straßen, abgedeckte Dächer
11.09.2011	Unwetter	Landkreis Bayreuth	Umgestürzte Bäume auf Straßen, abgedeckte Dächer
30.06.2012	Unwetter mit Starkregen, orkanartigen Böen, Hagel	Landkreis Bayreuth	Überflutungen, umgestürzte Bäume, vollgelaufene Keller
23.12.2012	Hochwasser durch Dauerregen und Schneeschmelze	Nördlicher Landkreis Bayreuth	Überschwemmungen, vollgelaufene Keller, Erdrutsch
09.06.2013	Unwetter	Landkreis Bayreuth	Überflutungen, Wohnhausbrand durch Blitzeinschläge, Erdrutsch, Stromausfall
20.06.2013	Unwetterwarnungen und heftiges Gewitter, Starkregen, Hagel und Sturmböen	Landkreis Bayreuth	Vollgelaufene Keller, Überflutungen, umgestürzte Bäume
12. bis 18.07.2013	Waldbrände	Veldensteiner Forst	Flächenbrand in mehreren Waldregionen (gesamter Sachschaden: ca. 3.500 €)
11.06.2014	Unwetterwarnung und heftiges Gewitter, Starkregen, Hagel und Windböen	Landkreis Bayreuth (Gemeinden um das Stadtgebiet Bayreuth waren besonders betroffen)	Blitzeinschläge, Stromausfall, Sturmschäden an Gebäuden, umgestürzte Bäume auf Straßen
27.06.2014	Waldbrand	Bei Eichig (Ahorntal)	Waldfläche in Vollbrand

Datum	Art des Ereignisses	Lokalität(en)	Schäden
28.07.2014	Gewitter mit Starkregen, Sturmböen und Hagel	Gebiet um Waischenfeld und Hollfeld	Vollgelaufene Keller, Überschwemmungen und Verschmutzungen der Straßen, aufgeschwemmte Gullys
		Gebiete um Heinersreuth, Mistelbach, Eckersdorf, Creußen und Schamelsberg	Vollgelaufene Keller, umgestürzte Bäume
02.08.2014	Unwetter	Region Bayreuth/Kulmbach	Vollgelaufene Keller, überspülte Straßen und Straßensperrungen
21.09.2014	Unwetter	Bindlach, Lessau, Speichersdorf, Weidenberg	Vollgelaufene Keller, überflutete Straßen
29.05.2015	Waldbrand (trockener Waldboden)	Waldgebiet bei Pottenstein	Flächenbrand
06.08.2015	Waldbrand aufgrund extremer Trockenheit	Forstgebiet „Prüll“ (Pottenstein)	Brand auf einer Fläche von ca. 200 m²
10.09.2015	Waldbrand	Zwischen Stierberg und Münchs (Gemeinde Betzenstein)	Brand des Waldbodens/des trockenen Laubes
05.06.2016	Unwetter	Bindlach	Straßenüberflutungen
		Eckershof, Crottendorf, Ramsenthal	Überschwemmungen, Blitzeinschläge
24.07.2016	Hochwasser aufgrund Starkregen	Bad Berneck	Überflutete und verschmutzte Straßen
10. bis 12.06.2018	Unwetter	Raum Pegnitz – Engelmannsreuth (südlicher Landkreis Bayreuth)	Vollgelaufene Keller, Überflutungen, Straßen- und Bahnstreckensperrungen (siehe Abbildung 11)
04.07.2018	Flächenbrand (starke Trockenheit und Wind), höchste Waldbrandstufe	Gebiet bei Gottsfeld	Brand eines Getreidefeldes (mehrere Hektar)
06.08.2018 (exemplarisch für Juli und August 2018)	Hohe Wald- und Flächenbrandgefahr	Landkreis Bayreuth	Ausgetrocknete Felder und Wälder, verdorrte Wiesen, Borkenkäferbefall (Schaden für die Landwirtschaft liegt in der Größenordnung Millionen €)
		Pegnitz	Brand eines Mähdreschers
		Emtmannsberg	Brennendes Gebüsch
		Unterlind	Flächenbrand
23.09.2018	Unwetter: Sturmtief „Fabienne“ mit Starkregen und orkanartigen Böen	Pegnitz, Pottenstein	Umgestürzte Bäume über Bahnstrecken und Straßen, Überflutungen, abgedeckte Dächer, starke Beschädigung einer PV-Anlage eines Industriebetriebs
		Kirchenlaibach	Dachstuhlbrand nach Blitzeinschlag
03.07.2019 (exemplarisch für gesamten Juli 2019)	Flächen- und Waldbrände (starke Trockenheit), höchste Waldbrandstufe, Hitze	Landkreis Bayreuth	Schäden unbekannt
10.02.2020	Unwetter: Sturmtief „Sabine“	Landkreis Bayreuth	Umgestürzte Bäume über Straßen, Schaden an Dächern
05.06.2021	Unwetter mit Starkregen und schwerem Gewitter	Landkreis Bayreuth (v.a. Bindlach)	Vollgelaufene Keller, überschwemmte Gebäude und überflutete Straßen

Datum	Art des Ereignisses	Lokalität(en)	Schäden
			(über 150 Einsatzstellen)
06. und 07.06.2021	Unwetter mit schwerem Gewitter („außergewöhnlich heftige punktuelle Unwetter- und Hochwassersituation“)	Landkreis Bayreuth (v.a. im nördlichen und östlichen Teil) 06.06.: Bindlach, Goldkronach, Nemmersdorf, Dressendorf 07.06.: Nemmersdorf, Kottersreuth, Döhlau, Görau und Unterstein-ach	Vollgelaufene Keller, überschwemmte Gebäude und überflutete Straßen

Werden die in Tabelle 1 genannten Wetterextreme auf die einzelnen Monate im Jahr aufgeteilt, ergibt sich das in Abbildung 12 dargestellte Bild. Über Ereignisse mit Unwetter/Sturm/Starkregen wurde am häufigsten von der Feuerwehr und in der Tagespresse berichtet. Dann folgen Waldbrand, Dürre und Hitze. Für das Sommerquartal (Juni bis August) werden die meisten Ereignisse berichtet, da hier allgemein sowohl Hitze/Dürre/Waldbrand am häufigsten auftreten, als auch Unwetter/Starkregen durch die hohe Wasseraufnahmefähigkeit der warmen Luft besonders begünstigt sind. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass die Berichterstattung etwas von den realen Häufigkeiten der Wetterextreme abweicht, da es Ereignisse mit „starken Bildern“ wie Sturm oder Hochwasser tendenziell eher in die Presse schaffen als z. B. Hitze- oder Dürreextreme.

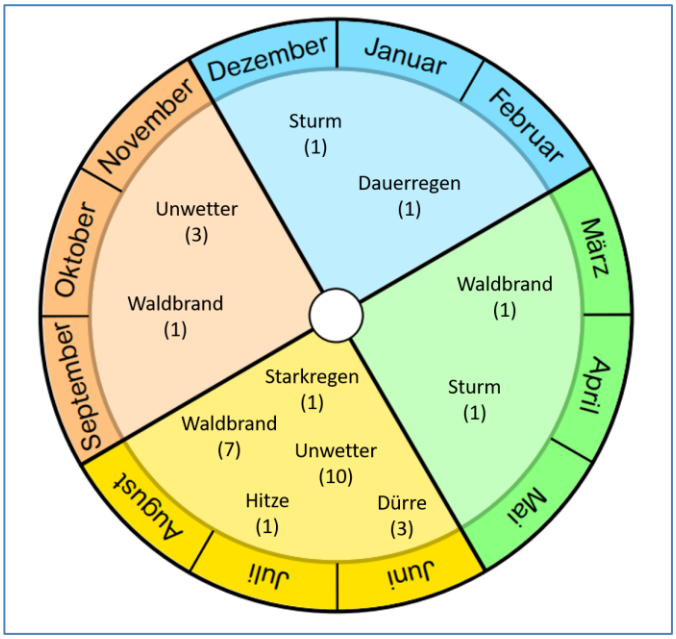


Abbildung 11: Überschwemmte Straßen in Pegnitz aufgrund des Unwetters vom 10.-12.06.2018 (Quelle: KFV 2018)
Abbildung 12: Übersicht zu den in Tabelle 1 genannten Wetterextremen in den Jahresquartalen

2.3 Übersicht Fachplanungen mit Bezug auf Klimaanpassung im Landkreis Bayreuth

Als Informationsgrundlage sowie auch für die geplante Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes wurde in Zusammenarbeit mit dem Klimaschutzmanagement eine Übersicht relevanter Fachplanungen im Landkreis Bayreuth erstellt (Tabelle 2). Sie soll dazu beitragen, einen systematischen Überblick zu bekommen, welche Fachplanungen mit Bezug auf Klimaanpassung bereits existieren und somit zukünftige Konflikte und

Synergien frühzeitig aufgedeckt und Mehr- bzw. Doppelarbeit vermieden werden kann. Relevant in diesem Kontext sind alle Fachplanungen, die Themen der Klimaanpassung berühren – im Speziellen besonders jene Auswirkungen des Klimawandels, von denen der Landkreis Bayreuth voraussichtlich verstärkt betroffen sein wird.

Tabelle 2: Übersicht über Fachplanungen im Landkreis Bayreuth mit Bezug zum Thema Klimafolgenanpassung (Quelle: eigene Erhebung)

Bezeichnung der Fachplanung	Jahr	Ziel(e) der Fachplanung	Raumbezug	Bezug zum Thema Klimaanpassung
Regionale Entwicklungsagentur (RE)				
Regionalplan Oberfranken Ost	2007	Die Region Oberfranken-Ost soll so entwickelt werden, dass ihre Vorzüge langfristig erhalten und zugunsten der Bevölkerung und der Entwicklung von Wirtschaft in der Region eingesetzt werden. Insbesondere sollen die natürlichen Ressourcen, die landschaftliche Schönheit und Vielfalt, das kulturelle Erbe, die Kenntnisse und Fähigkeiten der Bevölkerung gesichert und ebenso wie die Mittlerfunktion in Deutschland, zur Tschechischen Republik und zu den Ländern Osteuropas, verstärkt für die Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen in der Region nutzbar gemacht werden.	Planungsraum Oberfranken Ost	Bei Fortschreibungen des Regionalplans sind künftig verstärkt Klimaanpassungsthemen zu berücksichtigen.
Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel	2008	Langfristiges Ziel der Deutschen Anpassungsstrategie ist die Verminderung der Verletzlichkeit bzw. der Erhalt und die Steigerung der Anpassungsfähigkeit natürlicher, gesellschaftlicher und ökonomischer Systeme an die unvermeidbaren Auswirkungen des globalen Klimawandels.	Bundesrepublik Deutschland	selbsterklärend
Klimapakt der Europäischen Metropolregion Nürnberg	2017	Der 2012 erarbeitete Klimapakt der Metropolregion Nürnberg wurde 2017 grundlegend aktualisiert und von der Ratsversammlung beschlossen.	Europäische Metropolregion Nürnberg	Künftige Fortschreibungen des Klimapaktes sollten das Thema Klimaanpassung berücksichtigen.
Pakt für nachhaltige Beschaffung der Europäischen Metropolregion Nürnberg	2019	Der Landkreis Bayreuth ist dem Pakt für nachhaltige Beschaffung beigetreten. Die beigetreten Kommunen erklären sich damit bereit, entsprechende Stadt-, Gemeinderats- und Kreistagsbeschlüsse sowie verbindliche Beschaffungsleitlinien für nachhaltige Produkte zu prüfen.	Europäische Metropolregion Nürnberg	Bei der kommunalen Beschaffung können auch Aspekte der Klimaanpassung berücksichtigt werden.
Fonds für Klimaschutz- und Nachhaltige Entwicklung der Europäischen Metropolregion Nürnberg	2022	Der Landkreis Bayreuth ist Gründungsmitglied des Fonds, dessen Ziel es ist, Projekte zur Förderung des Klimaschutzes, der Klimaanpassung und der nachhaltigen Entwicklung in der Region zu unterstützen.	Europäische Metropolregion Nürnberg	Über den Fonds können Klimaanpassungsmaßnahmen finanziert werden
Bayerische Klima-Anpassungsstrategie	2016	Mit der Bayerischen Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS) sollen die klimasensitiven und verwundbaren Bereiche in Wirtschaft, Gesellschaft, Infrastruktur und Natur Bayerns bestmöglich an die Folgen des Klimawandels angepasst werden.	Freistaat Bayern	selbsterklärend

Bezeichnung der Fachplanung	Jahr	Ziel(e) der Fachplanung	Raumbezug	Bezug zum Thema Klimaanpassung
Landesentwicklungsplan Bayern	2022	Der Bayerische Ministerrat hat in seiner Sitzung am 14. Dezember 2021 den Entwurf der Teilfortschreibung des Landesentwicklungsprogramms Bayern (LEP-E) beschlossen. Der Landkreis Bayreuth wurde aufgefordert hierzu eine Stellungnahme abzugeben.	Freistaat Bayern	Bei Fortschreibungen des Landesentwicklungsplanes sind künftig verstärkt Klimaanpassungsthemen zu berücksichtigen.
Integriertes Klimaschutzkonzept und Klimaschutzmanagement, Regionale Klimaziele	2014	Aufbau einer Organisationsstruktur für die Entwicklung, Umsetzung und das Controlling von Klimaschutzmaßnahmen im Landkreis Bayreuth	Landkreis Bayreuth	Die Organisationsstrukturen des Klimaschutzmanagements können zum großen Teil auch für ein künftiges Klimaanpassungsmanagement genutzt werden.
Elektromobilitätskonzept	2017	Vorbereitung des Landkreises auf eine zunehmende Anzahl an Elektrofahrzeugen; Aufbau einer öffentlichen E-Ladeinfrastruktur, Umbau des Fuhrparks, CO_2-Minderung;	Landkreis Bayreuth	Vorwiegend Klimaschutzmaßnahme
Integriertes Mobilitätskonzept "Mobilität 2030"	2018	Entwicklung von Konzepten für eine nachhaltige und klimafreundliche Mobilität im Landkreis Bayreuth	Landkreis Bayreuth	Die zunehmende Hitzebelastung muss bei der Verkehrs- und ÖPNV-Planung sowohl durch die Wahl geeigneter Fahrzeuge, als auch entsprechende Ausstattung der Mobilitätsstationen berücksichtigt werden.
Planungen zur Verbesserung der digitalen Infrastruktur (Bundesförderung Breibandausbau)	2019	Die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Bundesrepublik Deutschland und ihrer Regionen hängt entscheidend vom schnellen Auf- und Ausbau der Breitbandtechnologien ab. Wenngleich die Zahl von Breitbandinternetanschlüssen in den vergangenen Jahren in Deutschland stark gestiegen ist, fehlt gerade in ländlichen Räumen der flächendeckende Zugang zu NGA-Infrastruktur. Die Regionale Entwicklungsagentur übernimmt in dieser Thematik eine Moderations- und Managementrolle, um den Breitbandausbau auch im Landkreis Bayreuth voranzutreiben. Für die Umsetzung des Projektes stehen Fördermittel auf Landes- und Bundesebene (BMVI) zur Verfügung.	Landkreis Bayreuth	Eine schnelle und flächendeckende Internetverbindung erleichtert maßgeblich die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen (z. B. interne digitale Projektkommunikation bei der Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen) und verbessert die Kommunikationsmöglichkeiten im Katastrophenfall (z. B. durch Applikationen, die die Bevölkerung im Katstrophenfall warnen wie Katwarn, siehe https://www.katwarn.de)

Bezeichnung der Fachplanung	Jahr	Ziel(e) der Fachplanung	Raumbezug	Bezug zum Thema Klimaanpassung
Fairtrade Landkreis Bayreuth	2019	Die begehrte Auszeichnung zum "Fairtrade-Landkreis" erhielt der Landkreis Bayreuth 2019 als erster Landkreis in Oberfranken. Seitdem arbeitet die Steuerungsgruppe an neuen Projekten und Aktionen, um über das Thema Fairtrade zu informieren.	Landkreis Bayreuth	Die globale Perspektive des Fairtrade-Ansatzes ermöglicht es, für Klimaanpassungsthemen zu sensibilisieren.
Endenergie- und Treibhausgasbilanz des Landkreises Bayreuth	2021	Ermittlung des Energieverbrauchs und des Treibhausgasausstoßes nach Sektoren	Landkreis Bayreuth	Informationsbereitstellung und Kontrolle der regionalen Klimaziele
Klimaanpassungskonzept des Landkreises Bayreuth	2021-2022	Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen auf Basis einer Regionalklimamodellierung und einer Betroffenheitsanalyse (wissenschaftsbasiert und partizipativ erstellt)	Landkreis Bayreuth	Umfassende Analyse und Maßnahmensammlung im Bereich Klimaanpassung
Nahverkehrsplan	2022-2023	Das BayÖPNVG legt fest, dass die Planung, Organisation und Sicherstellung des allgemeinen ÖPNV eine freiwillige Aufgabe der Landkreise und kreisfreien Gemeinden im eigenen Wirkungskreis ist. Sie führen diese Aufgaben in den Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit durch. Hingegen ist der „Schienenpersonennahverkehr Aufgabe des Freistaates Bayern“. Der Aufgabenträger definiert dazu die Anforderungen an und Qualität des Verkehrsangebotes, dessen Umweltqualität sowie die Vorgaben für die verkehrsmittelübergreifende Integration der Verkehrsleistungen in der Regel in einem Nahverkehrsplan festgehalten werden.	Landkreis Bayreuth	Eine optimierte Nahverkehrsplanung trägt in erster Linie zur Senkung von THG Emissionen bei, hat aber auch Einfluss auf Ausgestaltung von Fahrzeugen und Haltestellen, was im Kontext der Erderwärmung relevant ist.
Regionale Zusammenarbeit von Stadt und Landkreis Bayreuth im Regionalmanagement in den Bereichen Solaroffensive, Flächenentsiegelung, Brauchwassernutzung und Vermeidung von Foodwaste	2022-2024	Die Klimaschutzmanagements von Stadt und Landkreis Bayreuth sind die zentrale Anlauf- und Servicestellen zu den Themen Klimaschutz, Anpassung an die Klimakrise, Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Sie tragen Impulse für den Klimaschutz in Unternehmen und die Zivilgesellschaft, treiben den kommunalen Klimaschutz voran und unterstützen Bürger und (im Falle des Landkreises auch) die kreisangehörigen Städte, Märkte und Gemeinden bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen.	Stadt und Landkreis Bayreuth	Eine Fortführung der engen Zusammenarbeit der beiden Klimaschutzmanagements und des gemeinsamen Regionalmanagements wird auch die Umsetzung und Wirkung von Klimaanpassungsmaßnahmen begünstigen.
GB 1, FB 10, Organisation, Personal, Kommunikationstechnik				

Bezeichnung der Fachplanung	Jahr	Ziel(e) der Fachplanung	Raumbezug	Bezug zum Thema Klimaanpassung
Generalsanierung des LRA-Gebäudes in Abstimmung mit FB 11 und FB 13	offen	u. a.: ausreichende Dämmung des LRA-Gebäudes zum Schutz vor Hitze und Kälte	interne Maßnahme	Zunehmende Bedeutung des Hitzeschutzes für die Mitarbeiter des Landratsamtes
GB 2, FB 22, Öffentliche Sicherheit und Ordnung				
GeoKAT (Geographisches Katastrophenschutz-informationssystem)	seit 2017	webbasierte Katastrophenschutz-Datenbank	Landkreis Bayreuth; verpflichtend landesweit für alle KVB;	Einspeisung von relevanten Daten zur Verwendung im Schadensfall
Alarmierungsplanung (nach Alarmierungsbekanntmachung ABEK)	seit 2011	Konzept zur Alarmierung zur Einhaltung der gesetzlichen Hilfsfrist	Landkreis Bayreuth gemeinsam mit Hilfsorganisationen und ILS Alarmierungsplanung; fortdauernde Anpassung an Umstände erforderlich (Straßensperrung, Schadensereignisse, etc.)	Anpassung der Alarmierungsplanung präventiv und situativ auf Schwerpunkte infolge geänderter Qualität von Schadensereignissen
überörtlicher Gerätebeschaffungsplan	fortlaufend	Konzept zur Förderung der Gemeinden für überörtlich bedeutsame Gerätschaften und zur Eigenbeschaffung	Landkreis Bayreuth	inhaltliche Orientierung an Anforderungen (z. B. Abrollbehälter Sturm; Flachwassersauger, etc.)
Warnung der Bevölkerung	fortlaufend	wecken, informieren und anleiten der Bevölkerung im Schadensfall	grundsätzlich Bundes- bzw. Landesangelegenheit; Zuständigkeit der Umsetzung des Landkreises für eigenen Geltungsbereich	Warnung bei lebensbedrohlichen Lagen durch Hochwasser, usw.
Sonderalarmplan BAB A9	seit 2001	Verkehrslenkung und Versorgung der Bürger bei Schnee- und Glatteiskatastrophen	Oberfranken	Extreme Schnee- und Eisbildungen

Bezeichnung der Fachplanung	Jahr	Ziel(e) der Fachplanung	Raumbezug	Bezug zum Thema Klimaanpassung
Ausbildung und Übungen mit der Führungsgruppe Katastrophenschutz und den Untergliederungen	fortlaufend	Beübung von verschiedenen Großschadenslagen und Katastrophen	Landkreis Bayreuth	Naturkatastrophen
Hochwasserrisikomanagement	fortlaufend	Präventivmaßnahme bezüglich Hochwasserereignisse (Federführung Wasserrecht; Katastrophenschutz arbeitet bei entsprechenden Fragestellungen zu)	Landkreis Bayreuth	erhöhte Gefahr von Hochwasser durch Klimaerwärmung
GB 4, FB 40, Abfallwirtschaft, BKE, ABW				
Kreislaufwirtschaftsgesetz	2020	Abfallvermeidung, verstärktes Recycling und die Schließung von Kreisläufen. Abfallhierarchie: Maßnahmen der Vermeidung und der Abfallbewirtschaftung stehen in folgender Rangfolge: Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling, sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung, Beseitigung.	Deutschland	zielt in erster Linie auf Klimaschutz durch Ressourcenschonung und dadurch bedingter Minimierung des THG Ausstoß.
Planung von umweltgerechten Kompostieranlagen	seit 1990	Errichtung einer neuen effizienten, emissionsarmen Kompostieranlage für organische Haushaltsabfalle	Stadt und Landkreis Bayreuth	Produktion von Kompostprodukten, die in Böden als Dünger und Bodenverbesserung, zur Kohlenstoffspeicherung und Erhöhung der Wasserspeicherkapazität beitragen
Konzept für Regionale Vermarktung von Kompostprodukten	seit 1990	Vermarktung regionaler Kompostprodukte in der Region, möglichst kurze Transportwege	Stadt und Landkreis Bayreuth	Alternative zu torfhaltigen Pflanzsubstraten und Mineraldünger, Moorschutz
GB 4, FB 42, Tiefbau				
Straßenunterhalt		Schutz der Mitarbeiter vor steigender UV-Strahlung und Hitzebelastung	Landkreis Bayreuth	Die zunehmende Hitzebelastung muss bei der Auswahl der Schutzkleidung sowie Arbeitstechniken berücksichtigt werden
Fahrzeug- und Gerätepark		Vorbereitung des Landkreises auf vermehrt mögliche Nutzung von Elektrofahrzeugen im Straßenunterhalt. Dadurch CO2 Minderung	Landkreis Bayreuth	Die zunehmende Hitzebelastung muss beim Straßenunterhalt sowohl durch die Wahl geeigneter Fahrzeuge, als auch entsprechende Ausstattung der Mobilitätsstationen berücksichtigt werden.

Bezeichnung der Fachplanung	Jahr	Ziel(e) der Fachplanung	Raumbezug	Bezug zum Thema Klimaanpassung
Verkehrswegebau		Verringerung der Belastung der Vorfluter durch Starkregenabflüsse von befestigten Oberflächen der Kreisstraßen	Landkreis Bayreuth	Durch häufiger werdende Starkregenereignisse werden Entwässerungssysteme überlastet
Radwegebau		Vorbereitung des Landkreises auf den zunehmenden überörtlichen Radverkehr	Landkreis Bayreuth	Bevorzugte Trassenführung von Radwegen über nicht versiegelte Flächen, auf wassergebundenen Decken dient der Versickerung und Verdunstung von Niederschlagswässern. Die zunehmende Hitzebelastung muss bei Neuplanung und Bau sowie im Bestand von touristischen und Alltagsradwegen berücksichtigt werden.
GB 4, FB 43, Wasserrecht und Wasserwirtschaft				
Festsetzung und Sicherung von Überschwemmungsgebieten, die vom WWA Hof ermittelt werden		Die Darstellung und rechtliche Konkretisierung der von Natur aus gegebenen Hochwassergefahren dient neben diversen gesetzlichen Aspekten u. a. der Sensibilisierung der Bevölkerung	Landkreis Bayreuth	Schutz vor Gefahren durch Extremereignisse
Örtlicher Hochwassernachrichtendienst		im Falle einer akuten Hochwassergefahrenmeldung wird ein konkreter Behörden- bzw. Bürgerkreis auf diese hingewiesen, sodass eigenverantwortlich evtl. notwendige Maßnahmen ergriffen werden können	Landkreis Bayreuth	Schutz vor Gefahren durch Extremereignisse
Konkrete Hochwasserschutzmaßnahmen werden durch den Fachbereich 43 jedoch nicht geplant bzw. durchgeführt. Die Errichtung solcher erfolgt i. d. R. durch den Freistaat Bayern (vertreten durch das für den Landkreis Bayreuth zuständige Wasserwirtschaftsamt Hof) bzw. die Kommunen. Daneben sind dem Fachbereich Projekte wie beispielsweise solche der Initiative „boden:ständig“ bekannt, welche insb. auf eine Verbesserung örtlicher Oberflächenwasserabflüsse ausgelegt sind. Möglicherweise notwendige wasserrechtliche Gestattungsverfahren für vorgenannte Maßnahmen werden durch den Fachbereich 43 durchgeführt. Oben Gesagtes trifft auch für die Errichtung und den Betrieb zahlreicher (meist privater) Anlagen zur Nutzung regenerativer Energiequellen im Landkreis Bayreuth (beispielsweise Wasserkraftanlagen, Erdwärmesondenanlagen, Wasser-Wasser-Wärmepumpen) zu, welche grundsätzlich eines wasserrechtlichen Gestattungsverfahrens unter Heranziehung verschiedener umweltrelevanter Parameter bedürfen.				
GB 4, FB 44, Bauleitplanung, Städtebauförderung, Denkmalschutz				

Bezeichnung der Fachplanung	Jahr	Ziel(e) der Fachplanung	Raumbezug	Bezug zum Thema Klimaanpassung
Derzeit sind im Fachbereich 44 keine relevanten Fachplanungen bekannt, welche im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes zu berücksichtigen wären. Generell werden spezielle „Klimaschutzmaßnahmen“ oder „Fachplanungen“ im Rahmen von Bauleitplanverfahren eigenständig durch die jeweilige Gemeinde in deren Hoheitsgebiet vorgenommen. Insoweit obliegt es auch der Gemeinde (in Erfüllung und Wahrnehmung Ihrer Planungshoheit) im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen Vorgaben/Festsetzungen zu o. g. Themenbereich in einem konkreten Bebauungsplan zu treffen. Orientierungshilfen (z. B. Nachschlagewerk „Planungshilfen für die Bauleitplanung“ vom Bayerischen Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr) stehen dabei zur Verfügung.				
GB 4, FB 44, Naturschutz, Immissionsschutz				
Moorentwicklungsprogramm im Rahmen des Klimaschutzprogramm Bayern 2050 (KliP 2050)	2015	Moorschutz	Freistaat Bayern	Sicherung und Entwicklung von Ökosystemdienstleistungen von Mooren (z.B. Wasserrückhalt in der Landschaft)
Bayerische Klimaanpassungsstrategie - Kapitel Naturschutz	2016	"Schutz der Arten- und Sortenvielfalt, Erhaltung der Vielfalt der Lebensräume, Verbesserung des Biotopverbunds, Erleben und Erforschen der biologischen Vielfalt "	Freistaat Bayern	Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Naturschutz
Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt (Bayerische Biodiversitätsstrategie)	2008	Erhalt der biologischen Vielfalt	Freistaat Bayern	Erhalt der biologischen Vielfalt zur Sicherung der Anpassungsfähigkeit der Lebensräume an sich ändernde Umweltbedingungen
Gartenpfleger*innen-Ausbildung		Ziel ist es, fachlich versierte Multiplikatoren auszubilden, die in der Lage sind, einfache Fachfragen zu beantworten, die im Zusammenhang mit dem Gartenbau stehen, Vorträge zu halten und praktische Vorführungen durchzuführen, um so als verlängerter Arm der Kreisfachberatung für Gartenkultur und Landespflege vor Ort tätig zu werden.	Landkreis Bayreuth	Vorträge / Ausbildung immer in Bezug auf die aktuelle klimatische Situation.

2.4 Bestehende Aktivitäten und Projekte zur Klimafolgenanpassung und zur Steigerung der Klimaanpassungsfähigkeit im Landkreis Bayreuth

Das Klimaanpassungskonzept des Landkreises Bayreuth kann und soll auf bestehenden Aktivitäten in der Region aufbauen und daran anknüpfen. Im Bereich der Klimafolgenanpassung sind nicht nur die Universität Bayreuth sowie Stadt und Landkreis aktiv, sondern zahlreiche weitere private und institutionelle Akteure aus den Bereichen Politik, Verwaltung, Wirtschaft sowie Zivilgesellschaft und engagierte Privatpersonen.

Klimaanpassung in Stadt und Landkreis – Universitäre Forschung

Die Universität Bayreuth bietet zunächst ein breites Spektrum wissenschaftlicher Forschung im Bereich Klimafolgenanpassung. Unter anderem wurde an der Universität

Bayreuth unter Leitung von Prof. Beierkuhnlein und Prof. Foken die Studie „Klimaanpassung Bayern 2020: Der Klimawandel und seine Auswirkungen - Kenntnisstand und Forschungsbedarf als Grundlage für Anpassungsmaßnahmen“ verfasst, welche die aktuellen Erkenntnisse im Bereich Klimaanpassung für Bayern zusammenfasst. Daneben werden an zahlreichen Lehrstühlen praktische Forschungen betrieben, z. B. zu Baumarten für den Wald von morgen in Zeiten des Klimawandels (Ökologisch-Botanischer Garten Universität Bayreuth, Prof. Aas), den Auswirkungen von ***Extremwetterereignissen*** auf Biodiversität, Ökosystemleistungen, Resilienz und Kippelemente (Projekt SIGNAL im Rahmen des ERA-Netzwerks), Anpassungsstrategien für Jungpflanzen an die Folgen des Klimawandels (Professur Pflanzengenetik, Prof. Mustroph), Hektarerträge und Methan-Produktivität mehrerer verschiedener starkwüchsiger Wildstauden (Lehrstuhl für Pflanzenökologie) oder die Untersuchung der durchwachsenden Silphie als Alternative zur Bioenergieproduktion mit Mais (GeoTeam Bayreuth). Auch im Bereich wirtschaftlicher Forschung wird im Projekt REGECON eine regionalökonomische Evaluierung von Anpassungsmaßnahmen der Land- und Forstwirtschaft unter Berücksichtigung von Bioenergie-Produktion und Klimawandel vorgenommen, um regionale Daten zu biophysikalischen Gegebenheiten, zur Nahrungsmittelversorgung und Nachfrage von Bioenergie-Produkten und damit zusammenhängende lokale Strategien in Kooperation mit „Stadt und Landkreis Bayreuth" zu sammeln. Der Lehrstuhl Umweltgerechte Produktionstechnik der Universität Bayreuth hat darüber hinaus mit „CaSCaDe“ (Capturing and Storage of Carbon Dioxide) ein System entwickelt, das mittelständischen Brauereien bei der wirtschaftlichen Rückgewinnung von CO_2 aus Brauprozessen hilft. Damit soll auch der Zukauf von Kohlendioxid reduziert werden.

Direkte Klimaanpassung: Verfahren der Ländlichen Entwicklung / Initiative boden:ständig

Insbesondere Kommunen treiben darüber hinaus bereits zahlreiche eigene Projekte zur Klimafolgenanpassung voran und teilen ihre Erfahrungen u. a. auf der Praxisplattform für Boden- und Gewässerschutz „boden:ständig“, koordiniert von der Bayerischen Verwaltung für Ländliche Entwicklung. Im Rahmen von Verfahren der Ländlichen Entwicklung oder als Kooperationsprojekt Integrierter Ländlicher Entwicklung (ILEn) werden Lösungen für Probleme, wie z. B. lokale Überschwemmungen nach Starkregen, Erosion, Nährstoffeinträge in Seen oder Wassermangel durch extreme Trockenperioden erarbeitet. In Ober- und Unterölschnitz, Birk, Lessau-Lankendorf, Doberschütz-Fenkensees, Emtmannsberg-Schamelsberg, Troschenreuth oder den Hochwasserrückhaltebecken Weidig sowie einzelnen Bauernhöfen werden z. B. Projekte vorangetrieben, die den Wasserabfluss in der Flur bremsen, Nährstoffe zurückzuhalten oder Wasser in Rückhaltungen speichern, um damit Erosion zu minimieren und bestehende Gewässernetze zu entlasten. Auch das für den Landkreis Bayreuth zuständige Wasserwirtschaftsamt Hof treibt zahlreiche Projekte voran, u. a. die Trebgast-Renaturierung oder die Renaturierung der Fichtenohe, bei der auf insgesamt 2,5 km Hochwasserrückhalteraum geschaffen, die Gewässerdurchgängigkeit hergestellt und das Gewässerbett naturnah umgestaltet wird. Auch im ILE-Projekt Landschaft Vital sind der Erosionsschutz, das Schaffen von natürlichen Rückhaltemaßnahmen in der Fläche gegen Hochwassereinträge und das Koordinieren von Natur- und Umweltschutz mit intensiver Landnutzung zentrale Schwerpunkte, da es in Teilbereichen der ILE Frankenpfalz im Fichtelgebirge nach Starkregenereignissen immer wieder zu Überschwemmungen kommt. Im Bereich weicher Klimaanpassungsmaßnahmen ist darüber hinaus der Fachbereich Gesundheitswesen des Landratsamts Bayreuth gerade dabei, die Kindertageseinrichtungen und Kindertagespflegestellen von Stadt und Landkreis Bayreuth mit kostenfreien Informati-

onsmaterialien des Projekts „Sonne(n) mit Verstand – statt Sonnenbrand“ des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege (StMGP) zu beliefern. Neben der Förderung von Sonnensegeln über Spielarealen, z. B. auf dem Pausenhof der Schule Mistelbach oder im Kindergarten St. Burkard in Ahorntal, sollen auch die pädagogischen Fachkräfte unterstützt werden, das Thema spielerisch und kindgerecht zu vermitteln. Am 21. Juni 2020 hat in diesem Rahmen der „Tag des Sonnenschutzes“ stattgefunden. Langfristig soll das Projekt durch Speicherflächen für Regenwasser, schattenspendende Pavillons, Installation von Sonnensegeln, Bau von Wasserspielplätzen, Ausbildungs- und Weiterbildungsprogramme für die Beschäftigten sowie Informationskampagnen weiterentwickelt werden.

Umwelt- und Naturschutz / Moore und Auenschutz

In einem Natur- und Umweltschutzprogramm beabsichtigt der Landkreis Bayreuth zusammen mit seinen Gemeinden und einigen Verbänden ein Handlungskonzept für freiwillige Leistungen des Kreises umzusetzen, um die Naturschutz- und Umweltsituation zu verbessern. Dieses Programm beinhaltet u. a. Maßnahmen zur Erhaltung und –optimierung von ***Biotopen***, Vorkehrungen zum Schutz besonderer Arten, die Schaffung neuer Biotopstrukturen sowie eine laufende Biotopkartierung zur Maßnahmenplanung. Bereits aktuell werden im Landkreis Bayreuth einige Moorflächen renaturiert, z. B. Hahnenfilz, Haidenaabquellmoore oder am Fichtelseemoor. Auf der Hochfläche der Königsheide bei Goldkronach im Landkreis Bayreuth wird derzeit eine etwa drei Hektar große Moorfläche renaturiert mit dem Ziel einer Erweiterung der bereits vorhandenen Moor- und Feuchtflächen. In den Landschaftspflegeverbänden Weidenberg und Umgebung e.V. sowie Fränkische Schweiz e.V. werden bereits seit Langem Projekte vorangetrieben, die auf den Erhalt, die Wiederherstellung und die Neuschaffung von ökologisch bedeutsamen Lebensräumen sowie den Schutz und die Förderung der heimischen Artenvielfalt zielen. Die Wildlebensraumberatung am Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) Bayreuth-Münchberg unterstützt das Ziel, typische Strukturen, Tier- und Pflanzenarten in der offenen Kulturlandschaft und in den Übergängen zum Siedlungsbereich zu erhalten und zu verbessern.

Forst- und Landwirtschaft / regionale Versorgung

Die insgesamt zu geringen Niederschläge und die hohen Temperaturen der letzten beiden Jahre haben in der Region zu einer bis dato unbekannten Borkenkäferkatastrophe für die Forstwirtschaft geführt. Die staatlichen Hilfen für die insektizidfreie Borkenkäferbekämpfung wurden Mitte Februar 2020 und im Juli 2020 noch einmal ausgeweitet. Bereits seit dem Jahr 2015 sind im Bereich des AELF Bayreuth-Münchberg eine Folge von Maßnahmen im Rahmen der Initiative Zukunftswald (IZW) durchgeführt worden. Es wurden abgegrenzte Waldgebiete, die auf Grund ihrer besonderen Lage, der örtlichen Gegebenheiten des Geländes und des Bodens sowie der Baumartenzusammensetzung hohe Notwendigkeit des Waldumbaus aufzeigten, ausgewiesen. Darüber hinaus hat die (studentische) Initiative „Klimawald Bayreuth“ im April 2019 ebenfalls begonnen, den Waldumbau aktiv voranzutreiben. Durch die Kooperation von Studierenden, Bürgern und Praktikern aus der Forstwirtschaft und Wissenschaft wurden seither bereits fünf Klimawald-Flächen in und um die Stadt Bayreuth begründet (siehe auch https://www.klimawaldbayreuth.com). Inzwischen wurde die Idee über die Grenzen Bayreuths hinausgetragen und inspirierte beispielsweise Studierende in Höxter ebenfalls einen Klimawald zu begründen. Für den Forstbetrieb Pegnitz wurde ein Naturschutzkonzept erarbeitet, welches durch einen integrierten Schutzansatz mit dem Erhalt von alten Wäldern und durch das Totholz- und Biotopbaumkonzept die Ansprüche des Artenschutzes berücksichtigt. Darüber hinaus sind besonders wertvolle Flächen komplett

oder weitestgehend aus der forstlichen Nutzung genommen. Vorrangiges waldbauliches Ziel ist die Schaffung von stabilen, klimatoleranten und ökologisch wertvollen Mischbeständen. Wälder auf Feucht-, Trocken- und Sonderstandorten wurden erfasst und erfahren eine gesonderte, angepasste Waldbehandlung. Die vorhandenen Offenlandflächen werden weiterhin gepflegt und freigehalten.

Im Bereich der Landwirtschaft und regionalen Versorgung ist insbesondere in den letzten Jahren auch neben direkten Klimaanpassungsprojekten (s.o.) viel entwickelt worden. Die Genussregion Oberfranken mit dem damit verbundenen Siegel hat sich bereits seit 2007 aufgebaut und etabliert. Die regionale Dachmarke Bayreuther Land ist eine gemeinsame Initiative von Landkreis und Stadt Bayreuth, die es sich darüber hinaus zur Aufgabe gemacht hat, heimische Erzeugnisse und ihre Hersteller erkennbar zu machen, um Produzenten und Verarbeiter aus der Region zu stärken. Das AELF Bayreuth-Münchberg bietet u. a. Infoveranstaltungen und Workshops zu verschiedenen Themen regionaler Versorgung an. Zahlreiche Direktvermarkter und regionale Märkte, z. B. der Ahorntaler Einkaufsmarkt, ermöglichen in vielen Bereichen eine regionale Versorgung mit Lebensmitteln und auch das Konzept von Gemeinschaftsgärten und Solidarischen Landwirtschaften (z. B. der Selbstversorgergemeinschaft im Freigarten Stein bei Busbach (Eckersdorf / Bayreuth) hat sich verbreitet. Mit der neu gegründeten Regionalwert AG Oberfranken, der Öko-Modellregion Fränkische Schweiz und dem jüngst ins Leben gerufenen „Ernährungsrat Oberfranken“ haben sich zahlreiche kommunale und zivilgesellschaftliche Institutionen aufgebaut, welche den Austausch und die Zusammenarbeit in der Region befördern und im Hinblick auf sich verändernde Rahmenbedingungen die Resilienz in der Region erhöhen können. Weitere Projekte insbesondere im Bereich von Agroforstsystemen und innovativer Landnutzung sind bereits in Planung.

Tourismus

Insbesondere der Wintertourismus in der Region steht vor großen Veränderungen. Um diesen Veränderungen zu begegnen haben sich u. a. zehn Gemeinden des Fichtelgebirges zur "Wohlfühlregion Fichtelgebirge" zusammengeschlossen. Im Rahmen der Bewerbung als LEADER+-Region wurde ein Regionales Entwicklungskonzept (REK) erstellt, um über regional angepasste Maßnahmen endogene Potenziale zu aktivieren und die Lebens- und Aufenthaltsqualität der Region für Tagesgäste und Urlauber sowie die Bewohner zu verbessern. Innerhalb des Regionalen Entwicklungskonzeptes (REK) "Wohlfühlregion Fichtelgebirge" entstand das Projekt "Ganzjahressport Nordic Parc", seit 2008 „Nordic Parc – Region der Jugend“, um die bisher stark vom Wintertourismus geprägten Region zu diversifizieren.

Im Naturpark Fichtelgebirge wurde am Ochsenkopf ein zukunftsweisendes Loipen-, Wanderwege- und Mountainbike-Netz konzipiert – drei Ringe in unterschiedlicher Höhe wurden angelegt. Wenn aufgrund zu hoher Temperaturen in den Wintermonaten oder fehlendem Niederschlag auf der unteren Ringloipe in 600 bis 800 Meter keine ausreichende Schneedecke vorhanden ist, kann die nächsthöhere Ringloipe zu wintersportlichen Aktivitäten genutzt werden. Sollte auch auf dem mittleren Ring keine ausreichenden Möglichkeiten zum Langlaufen bestehen, kann auf die Gipfelloipe ausgewichen werden, die über die Seilbahn gut zu erreichen ist. Die Loipentrassen können bei Schneefreiheit bzw. Schneeresten auch als Mountainbike-Wege benutzt werden. Das ursprünglich zur Qualitäts- und Angebotsverbesserung angelegte Loipen- und Winterwanderwegenetz stellt sich als äußerst flexibel in der Anpassung an die klimatischen Veränderungen heraus.

Zivilgesellschaftliches Engagement und regionale Plattformen

In der Region gibt es in einigen Bereichen eine durchaus engagierte Zivilgesellschaft, um adäquate Antworten auf den Klimawandel zu finden. Bereits seit mehreren Jahrzehnten engagieren sich zahlreiche Gruppen und Bürgerinitiativen“, die sowohl von der Stadt Bayreuth, dem Landkreis Bayreuth als auch von der Universität unterstützt werden. Aktionsplattformen vernetzen die Akteure, mit dem Ziel Veränderungsprozesse regional anzuschieben. Diese bestehenden Plattformen können zukünftig auch für Themenstellungen und Aktivitäten in der Klimaanpassung genutzt werden.

2.5 Bestehende Datengrundlagen

Die für das Klimaanpassungskonzept erforderlichen Analysen wurden auf Basis bestehender Daten-sätze verschiedener Institutionen, z. B. Landratsamt, Landesämter, durchgeführt. Meist bestehen in den verschiedenen Landeseinrichtungen und den daran gekoppelten Handlungsfeldern zahlreiche Grundlagendaten und damit verbundenes Fachwissen. Hier wird sich bereits seit längerem mit den Klimafolgen und der Anpassung an diese beschäftigt. Darüber hinaus ist die Schaffung neuer Datengrundlagen meist zeitlich und/oder finanziell aufwendig. Auch wird eine mehrfache Erstellung ähnlicher Datensätze durch unterschiedliche Akteure vermieden, was Ressourcen spart, und ein gegenseitiger Austausch der Akteure gefördert. In der Folge wurden bestehende Datensätze unterschiedlicher Herkunft für die Analysearbeit zusammengeführt.

Bei der Klimawirkungsanalyse ist zwischen unterschiedlichen Datensätzen zu unterscheiden, die entweder ein ***Klimasignal*** (***Exposition***) beschreiben oder die Menschen oder Objekte (Bebauung, Infrastrukturen etc.), auf die dieses Klimasignal einwirkt (***Sensitivität***) (vgl. Kapitel 3.3.2).

Klimabeobachtungs- und Klimamodelldaten

Für die Erarbeitung von Klimaanpassungskonzepten bedarf es räumlich differenzierter Aussagen dazu, wie sich das Klima in der Vergangenheit bereits geändert hat bzw. wie es sich in Zukunft entwickeln könnte. Hierzu hat das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) Datensätze erarbeitet, die die Grundlage für die Analyse der Klimaveränderungen bilden.

Den Blick in die Vergangenheit ermöglichen Klimabeobachtungsdaten von Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD), die an vielen Orten Bayerns seit Jahrzehnten Messdaten, wie z. B. zur Temperatur, zur Strahlung, zum Wind oder zum Niederschlag aufzeichnen. Diese Punktdaten wurden in die Fläche interpoliert und vom Landesamt als Datensatz „BayObs“ aufbereitet. Der zeitliche Umfang dieses Datensatzes umfasst in der Regel die Jahre 1951-2019, bei einigen Messgrößen auch nur 1971-2019.

Um Aussagen über die mögliche künftige Entwicklung des Klimas zu treffen, werden Klimamodelldaten genutzt, die von globalen Klimamodellen stammen, die auf Basis gesellschaftlicher Entwicklungsszenarien mögliche zukünftige Klimaentwicklungen errechnen (***RCP-Szenarien***, vgl. Kapitel 1.2). Da globale Klimamodelle nur eine sehr grobe Auflösung haben, werden deren Ergebnisse mithilfe regionaler Klimamodelle verfeinert und für die Anwendung auf regionaler Ebene aufbereitet. Da es eine Vielzahl globaler und regionaler Klimamodelle gibt, die auch verschieden miteinander gekoppelt werden können und meist unterschiedliche Ergebnisse liefern, ist es zur Regel geworden, ***Ensembles*** von Klimamodellen zu benutzen und so die Aussagesicherheit zu erhöhen.

Für das in der vorliegenden Studie genutzte Bayern-Ensemble wurden durch das LfU sämtliche regionalen Klimamodelldaten aus dem ***EURO-CORDEX-Projekt*** und dem

ReKliEs-De-Projekt herangezogen, hinsichtlich ihrer Eignung für Bayern bewertet und darauf aufbauend eine Auswahl getroffen (Tabelle 3). Das Modellensemble umfasst Projektionen der Emissionsszenarien RCP2.6, RCP4.5 und RCP8.5 (Minderungs-, Stabilisierungs- und „*worst case*"-Szenario), wobei je nach *RCP-Szenario* eine unterschiedliche Anzahl von Modellpaaren berücksichtigt wurden (LfU 2020a).

Die räumliche Auflösung der Klimadaten ist aufgrund der Regionalmodelle 12,5 x 12,5 km, die aber mittels rechnerischer Verfeinerung („*downscaling*") seitens des LfU auf ein Raster mit 5 x 5 km erhöht wurde. Trotzdem dürfen niemals nur einzelne dieser Rasterzellen betrachtet werden, sondern immer eine größere Anzahl, um Fehlinterpretationen zufälliger Rasterwerte zu vermeiden. Für die vorliegenden Klimadaten des LfU liegt die empfohlene Minimalgröße einer Region, für die eine Auswertung sinnvoll ist, bei mindestens 1.500 km², was 60 Rasterzellen des 5 x 5 km-Rasters entspricht (LfU 2020a). Die für die vorliegende Untersuchung berücksichtigte Auswertungsfläche ist in der Abbildung 13 dargestellt. Dort ist auch gut die Lage und Größe der einzelnen Rasterzellen zu erkennen.

Tabelle 3: Das bayerische Klimaprojektionsensemble (Bayern-Ensemble) (Quelle: LfU 2020a)

Globalmodell	Regionalmodell	Zeitraum	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
ICHEC-EC-EARTH_r1i1p1	KNMI-RACMO22E	1951-2100		x	x
ICHEC-EC-EARTH_r1i1p1	UHOH-WRF361H	1970-2100			x
ICHEC-EC-EARTH_r12i1p1	CLMcom-CCLM4-8-17	1951-2100	x	x	x
ICHEC-EC-EARTH_r12i1p1	KNMI-RACMO22E	1951-2100	x	x	x
ICHEC-EC-EARTH_r12i1p1	SMHI-RCA4	1970-2100	x	x	x
MIROC-MIROC5_r1i1p1	CLMcom-CCLM4-8-17	1951-2100	x		x
MOHC-HadGEM2-ES_r1i1p1	CEC-WETTREG2018	1951-2100			x
MOHC-HadGEM2-ES_r1i1p1	UHOH-WRF361H	1970-2099			x
MPI-M-MPI-ESM-LR_r1i1p1	CEC-WETTREG2018	1951-2100	x		x
MPI-M-MPI-ESM-LR_r1i1p1	CLMcom-CCLM4-8-17	1951-2100	x	x	x
MPI-M-MPI-ESM-LR_r1i1p1	SMHI-RCA4	1970-2100	x	x	x
MPI-M-MPI-ESM-LR_r1i1p1	UHOH-WRF361H	1970-2100	x		

Die Klimamess- und Klimamodelldaten liegen in der Regel auf Tagesbasis und für verschiedene Elemente des Wetters, wie z. B. Tagesmitteltemperatur, Niederschlagssumme oder Luftdruck vor. Um langfristige Klimaänderungen beschreiben zu können, müssen die Tageswerte zeitlich zu Monats-, Jahres- und letztlich 30-Jahres-Werten sowie ggf. thematisch aggregiert werden, z. B. die Klimatische Wasserbilanz als Summe von Niederschlag und potenzieller Verdunstung oder die Anzahl der Hitzetage als Summe der jährlichen Tage mit einer maximalen Lufttemperatur von mindestens 30 °C. Die so ermittelten *Klimakennwerte* bilden die Basis für die Auswertung und Beschreibung von schon eingetretenen sowie künftig projizierten Klimaveränderungen und wurden als 30-jährige gleitende Mittelwerte für die vorliegende Untersuchung vom LfU zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse dieser Klimadatenanalyse sind in Kapitel 3.1 beschrieben. Darüber hinaus sind dort auch Auswertungen von Klimastationsdaten zu finden, welche im folgenden Abschnitt genauer vorgestellt werden.

Klimastationsdaten

Neben den bereits beschriebenen Datensätzen werden im Rahmen der im Kapitel 3.1 vorgestellten Auswertungen auch die Messdaten von vier Wetter-/Klimastationen betrachtet. Hierbei handelt es sich um jeweils zwei Stationen des Deutschen Wetterdienstes (Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl und Heinersreuth-Vollhof) sowie der Universität Bayreuth (Botanischer Garten und Waldstein-Pflanzgarten). Eine Übersicht zu deren Lage ist der Abbildung 13 zu entnehmen, während die wichtigsten Kenndaten in der Tabelle 4 aufgeführt sind. Die DWD-Station Heinersreuth-Vollhof auf 350 m Höhe bietet dabei für zahlreiche Klimakennwerte eine sehr lange Zeitreihe zurückreichend bis ins Jahr 1851, während die Stationen der Universität erst seit den 1990er Jahren Messdaten liefern. Hier sei auch darauf hingewiesen, dass sich die Station Waldstein-Pflanzgarten nordöstlich (und damit außerhalb) des Landkreises Bayreuth befindet. Sie ist jedoch als einzige auf einer Waldlichtung gelegen, umgeben von Nadelbäumen und besitzt zudem mit 765 m eine große Geländehöhe, was sie zu einer sinnvollen Erweiterung zu den drei anderen Stationen macht.

Nun gibt es noch die Besonderheit, dass die DWD-Station Heinersreuth-Vollhof seit ihrer Errichtung mehrfach den Standort wechselte und mit neuen Messgeräten / Messverfahren ausgestattet wurde (ausführlich beschrieben bei Lüers et al. 2014). Vor diesem Hintergrund wurde durch die Universität Bayreuth unter Leitung von Herrn Dr. Johannes Lüers eine Homogenisierung der Monats- und Jahreswerte (wichtig: nicht bei den Tageswerten!) für die Klimaelemente Temperatur und Niederschlag zur Verbesserung der Datenqualität durchgeführt. Diese hat zum Ziel, etwaig vorhandene Inkonsistenzen im Datensatz des DWD zu finden und diese zu korrigieren. Da die dafür verwendete Methodik sehr aufwendig ist, sei für genauere Informationen auf Lüers et al. (2014) verwiesen. Herr Lüers hat dankenswerter Weise den korrigierten Datensatz bis zum Jahr 2020 für die Datenauswertung im Rahmen des vorliegenden Konzeptes zur Verfügung gestellt. Aus diesem Grund wird bei der Betrachtung der Klimastation von Heinersreuth-Vollhof, wann immer möglich, auf die höherwertigen Daten zurückgegriffen. Entsprechende Diagramme werden entsprechend beschriftet. Ist dies (wie im Fall von auf Tageswerten basierenden ***Kenntagen***) nicht möglich, so kommt die normale DWD Zeitreihe zum Einsatz.

Tabelle 4: Übersicht der wichtigsten Kenndaten zu den vier Wetterstationen (Quelle: eigene Erstellung)

Merkmal	Heinersreuth-Vollhof	Fichtelberg / Oberfranken-Hüttstadl	Botanischer Garten	Waldstein-Pflanzgarten
Höhe über NN in m	350	657	365	765
Koordinaten	49,967 ° Breite 11,520 ° Länge	49,981 ° Breite 11,838 ° Länge	48,929 ° Breite 11,588 ° Länge	50,141 ° Breite 11,867 ° Länge
Standort	Wiese, dörfliche Lage	Wiese, dörfliche Lage	Wiese, Süden von Bayreuth	Nadelwald, nördliches Fichtelgebirge
Inbetriebnahme	1851	1948	1992	1994

Fachdaten

Die Fachdaten, die im Landratsamt und den verschiedenen Landeseinrichtungen vorliegen, werden verwendet, um die Sensitivitäten bzgl. des Klimawandels im Landkreis zu beschreiben. Sie werden für die priorisierten Klimawirkungen (Betroffenheiten) mit den Klimadaten räumlich verschnitten. Demzufolge wurden hier verschiedene Datensätze genutzt. Dabei handelt es sich sowohl um gemeindebezogene Daten, die mit demografischen Aspekten bzw. Aspekten der Siedlungs- und Infrastruktur in Verbindung stehen, aber auch Daten, die naturräumliche Bezüge ermöglichen, z. B. Bodenkarten

oder ein Digitales Geländemodell. Die Datengrundlage umfasste u. a. folgende Datensätze der genannten Landes- und Kommunaleinrichtungen:

- Bayerisches Landesamt für Umwelt: Klimadaten, Bodenkarte, Überschwemmungsgebiete, Gewässernetz und Einzugsgebiete, Wassersensible Bereiche, Pegeldaten;
- Bayerische Forstverwaltung bzw. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: Waldfunktionskartierung, Wasserhaushaltsdaten, Anbaurisikokarten;
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: Bodenerosionsdaten;
- Bayerisches Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung: Digitales Geländemodell (DGM), Digitales Gebäudemodell, Digitales Basis-Landschaftsmodell (ATKIS);
- Bayerisches Landesamt für Statistik: Demografie, Bevölkerungsvorausberechnung, Landnutzungsstatistiken, Beschäftigtenzahlen, Übernachtungszahlen;
- Landratsamt Bayreuth: Feuerwehreinsatzdaten, Informationen zu Kinder- und Senioreneinrichtungen.

Der Datenstand für demografische Merkmale (Bevölkerungszahl, Altersgruppen etc.) fällt auf den 31.12.2019.

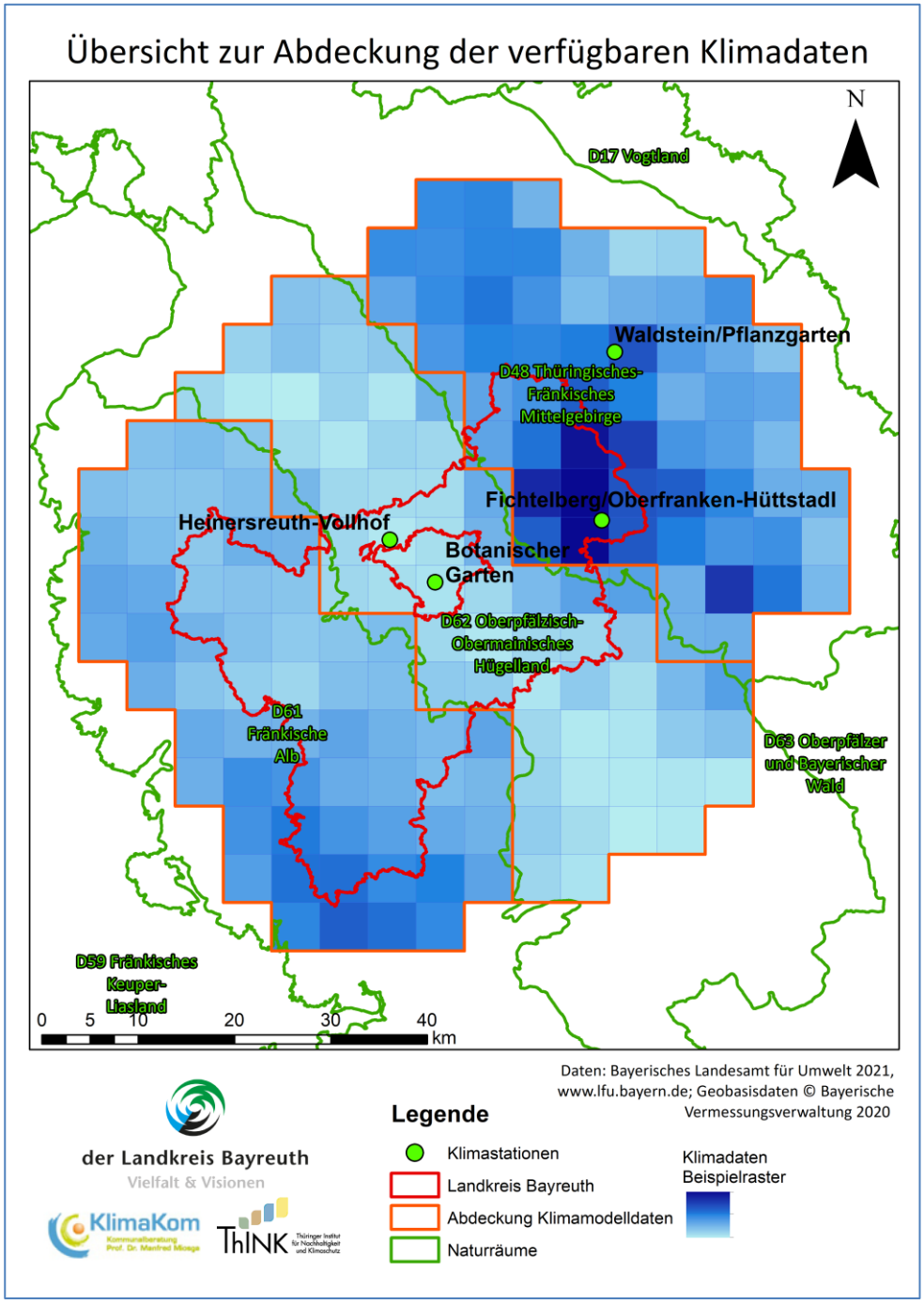


Abbildung 13: Übersicht zur räumlichen Abdeckung der verfügbaren Klimamodelldaten und der Lage der ausgewerteten Klimastationen (Quelle: eigene Erstellung)

3. Auswirkungen der Erderwärmung

3.1 Veränderung des Klimas

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Veränderung ausgewählter Klimakennwerte für den Landkreis Bayreuth anhand der bereits vorgestellten Stations- und Klimamodelldaten beschrieben. Aufgrund der umfangreichen Anzahl an erstellten Diagrammen werden im Rahmen des Haupttextes nur die Ergebnisse der beiden DWD-Stationen genauer betrachtet. Beide besitzen zudem wesentlich längere Messzeitreihen. Alle Diagramme und Abbildungen der hier nicht vorgestellten Klimakennwerte sowie der beiden Stationen der Universität Bayreuth sind im Anhang A.1 zu finden. Bezogen auf die Klimamodelldaten erfolgt jeweils eine Betrachtung bezogen auf die drei in der Abbildung 13 gekennzeichneten Naturräume: Fränkische Alb, Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland und das Thüringische-Fränkische-Mittelgebirge. Um ausreichend Rasterzellen je Naturraum zu gewährleisten, wurde das Untersuchungsgebiet außerhalb der Grenzen des Landkreises Bayreuth vergrößert (siehe Kapitel 2.5). Die genauen Grenzen sind ebenfalls in der Abbildung 13 dargestellt. Da die Modellergebnisse in aller Regel ähnliche Trends (auf leicht unterschiedlichem Niveau) für alle drei Naturräume liefern, wird im Folgenden stets auf den Naturraum Fränkische Alb verwiesen, wenn vom Landkreis Bayreuth die Rede ist. Gleichwohl werden aber stets auch die Diagramme und Tabellen der beiden anderen Naturräume dargestellt.

Für die Klimakennwerte von Temperatur und Niederschlag reicht der Analysezeitraum von der ***Klimaperiode*** 1951-1980 bis hin zum Ende des Jahrhunderts mit der Klimaperiode 2071-2100. Diese basieren sowohl auf Messdaten von bayerischen Klimastationen im Messnetz des Deutschen Wetterdienstes als auch auf Klimamodellrechnungen für verschiedene Emissionsszenarien (vgl. Kapitel 2.5). Für die Klimakennwerte von Wind und Klimatischer Wasserbilanz liegen Daten erst ab der Klimaperiode 1971-2000 vor und entstammen Klimamodellrechnungen. Die dargestellten Daten sind immer 30-jährige gleitende Mittel, d. h., der Wert für das Jahr 2020 entspricht dem Mittelwert der 30-jährigen Klimaperiode 2006-2035, der Wert für 1985 dem der Klimaperiode 1971-2000 usw. Wichtig zu beachten ist außerdem, dass nicht alle Kennwerte die gleiche Modellgüte besitzen, sondern mit mehr oder weniger stark ausgeprägten Unsicherheiten behaftet sind. Eine Übersicht hierzu befindet sich in der Tabelle 5.

Messdaten sind in den Diagrammen, welche sich mit der künftigen klimatischen Entwicklung befassen, als grüne Linie dargestellt, Klimamodelldaten in Blau (RCP2.6) und Rot (RCP 8.5). Für diese Szenarien wurde jeweils der ***Median*** des ***Ensembles*** abgebildet, d. h., der mittlere Wert des Modellensembles. Um die Spannbreite der möglichen Entwicklung des jeweiligen Klimakennwertes (z. B. der Jahresmitteltemperatur) zu verdeutlichen, wurden zusätzlich Minimum und Maximum, d. h., die Projektion mit der geringsten und die Projektion mit der größten Änderung innerhalb des Modellensembles aufgetragen und der zwischen beiden Linien liegende Bereich mit grauer Farbe gefüllt. Diese graue Fläche entspricht damit dem Möglichkeitsraum der klimatischen Entwicklung in Abhängigkeit der weltweiten Klimaschutzbemühungen. In den Diagrammen wird dieser Möglichkeitsraum als „Wertebereich aller Modelle“ durch zwei graue Linien eingefasst.

Weiterhin wurde für jeden Klimakennwert eine Tabelle erstellt, welche die bisher eingetretene und projizierte künftige Veränderung zwischen Vergangenheit (Klimaperiode 1951-1980), Referenzzeitraum (1971-2000), Gegenwart (2011-2040) sowie naher bzw. ferner Zukunft (2036-2065 bzw. 2071-2100) zahlenmäßig dokumentiert. Die dargestellten absoluten und relativen Veränderungen beziehen sich immer auf die Klimaperiode

1971-2000, die vom LfU als Klima*referenzperiode* für Bayern festgelegt wurde. Zusätzlich liegen für insgesamt sieben Kennwerte Klimaveränderungskarten vor, welche die beiden *RCP-Szenarien* räumlich direkt am Beispiel von vier verschiedenen Zeiträumen miteinander vergleichen. Für die Jahresmitteltemperatur folgt die entsprechende Karte im nachfolgenden Haupttext, während die restlichen sechs in den entsprechenden Kapiteln des Anhangs zu finden sind.

Tabelle 5: Zusammenfassung und Bewertung der Ausssagen des Bayern-Ensembles für die Naturräume des Landkreises Bayreuth (Daten: LfU 2021, Quelle: eigene Erstellung).

Naturraum	Fränkische Alb		Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland		Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge	
Szenario	RCP 2.6	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 8.5
Temperatur						
Jahresmittel	+	++	+	++	+	++
Winterhalbjahr	+	++	+	++	+	++
Sommerhalbjahr	+	++	+	++	+	++
Eistage	--	--	--	--	--	--
Frosttage	-	--	-	--	-	--
Sommertage	+	++	+	++	+	++
Hitzetage	+	++	+	++	+	++
Tropennächte	o	++	o	++	o	++
Häufigkeit von Hitzewellen	+	++	+	++	+	++
Dauer von Hitzewellen	+	++	+	++	+	++
Mitteltemperatur von Hitzewellen	+	++	+	++	+	++
Heiztage	-	--	-	--	-	--
Kühltage	++	++	++	++	++	++
Vegetationsperiode	+	++	+	++	+	++
Niederschlag						
Jahressumme	o	o	o	o	o	o
Winterhalbjahr	o	+	o	+	o	+
Sommerhalbjahr	o	o	o	o	o	o
Vegetationsperiode 1	o	o	o	o	o	o
Vegetationsperiode 2	o	-	o	-	o	-
Tage mit > 25 mm	o	+	o	+	o	+
Tage mit > 30 mm	o	++	o	++	o	++
Klimatische Wasserbilanz						
Jahresbilanz	o	o	o	o	o	o
Winterhalbjahr	o	+	o	+	o	o
Sommerhalbjahr	-	--	-	--	-	--
Wind						
Mittlere Geschwindigkeit	o	o	o	o	o	o
Globalstrahlung						
Jahresmittel	o	o	o	o	o	o

Stärke der Veränderung zwischen Referenzperiode (1971-2000) und ferner Zukunft (2071-2100): [++] = starke Zunahme, [+] = leichte Zunahme, [o] = etwa gleichbleibend, [-] = leichte Abnahme, [- -] = starke Abnahme; Belastbarkeit der Aussagen der Modelle/Szenarien: gering, mittel, hoch.

Tabelle 5 zeigt zusammenfassend die Ergebnisse der Auswertung der Klimamodelldaten inkl. Prognosegüte. Es wird ersichtlich, dass allen temperaturgetriebenen Kennwerten eine hohe Belastbarkeit hinsichtlich einer starken Temperaturänderung zugewiesen wird. Die Annahme für eine starke Temperaturzunahme gilt als äußerst robust. Für die Modellaussagen der Klimatischen Wasserbilanz und der *Globalstrahlung* wird eine mittlere Belastbarkeit gesehen. Der überwiegende Teil der Klimakennwerte zum Niederschlag gilt in seiner Robustheit als wenig belastbar. Weiterhin wird erkennbar, dass sich alle drei untersuchten (Teil-)Naturräume von den klimatischen Trends der Entwicklung nicht unterscheiden. Gleichzeitig sind die Werte-Niveaus zwischen den Naturräumen leicht unterschiedlich, wie die Diagramme und Tabellen auf den kommenden Seiten

verdeutlichen. Nicht explizit wurden Dürreperioden analysiert. Für diese (seltenen) Witterungsereignisse existiert keine einheitliche Definition. Auch lassen die Daten der Klimamodelle keine belastbaren Aussagen für die Häufigkeit und Länge zukünftiger Dürreperioden zu. Auf indirekte Auswirkungen wie niedrige Flusspegel oder die verwandte klimatische Kenngröße der Klimatischen Wasserbilanz wird hingegen im Projekt eingegangen.

Im Anhang (Kapitel A.1.30) finden sich weiterhin zwei Tabellen mit den Jahreswerten ausgewählter Kennwerte für alle Klimastationen seit 1951 bzw. 1994 im Fall der Stationen der Universität Bayreuth.

3.1.1 Temperatur

Jahresmitteltemperatur

Die mittlere jährliche Lufttemperatur ist der geläufigste Indikator in der Diskussion um den menschengemachten Klimawandel. Aus den Beobachtungsdaten des DWD (BayObs, nachfolgend Bayern-*Ensemble*) lässt sich für den Landkreis Bayreuth am Beispiel des Naturraumes Fränkische Alb bereits eine Erwärmung von der Vergangenheit (1951-1980) bis zum aktuellen Zeitraum (1990-2019) um 1,3 Kelvin (K) messen (Tabelle 6). Zur besseren Verständlichkeit sei an dieser Stelle erwähnt, dass wie in der Literatur üblich, Temperaturveränderungen stets in Kelvin und konkrete Temperaturwerte in Grad Celsius angeben werden.

Tabelle 6: Veränderung der mittleren jährlichen Lufttemperatur zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		1951-1980	1971-2000	1990-2019	2011-2040		2036-2065		2071-2100	
Datensatz		BayObs			RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
Naturraum Fränkische Alb										
° C		7,2	7,6	8,5	8,3	8,7	8,7	9,5	8,6	11,2
Veränderung	K	-	-	+0,9	+0,7	+1,2	+1,1	+1,9	+1,0	+3,6
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
° C		7,3	7,7	8,5	8,5	8,9	8,9	9,6	8,8	11,4
Veränderung	K	-	-	+0,8	+0,8	+1,2	+1,1	+1,9	+1,1	+3,7
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
° C		6,3	6,6	7,4	7,4	7,8	7,7	8,6	7,7	10,3
Veränderung	K	-	-	+0,8	+0,8	+1,2	+1,1	+2,0	+1,1	+3,7

Der kontinuierliche Anstieg der Jahresmitteltemperaturen wird auch beim Betrachten der Zeitreihen der beiden DWD-Stationen (Abbildung 14) mehr als deutlich. Dargestellt sind jeweils die Messdaten in Schwarz, der *lineare Trend* in Rot, der Mittelwert im Zeitraum von1961-1990 in Grün sowie das 7-jährige bzw. 30-jährige gleitende Mittel (in Abhängigkeit vom Messzeitraum) in Blau. Zusätzlich sind die zehn wärmsten und kältesten Jahre separat hervorgehoben. Hierbei lässt sich erkennen, dass bis auf wenige Ausnahmen fast alle der wärmsten Jahre nach der Jahrtausendwende auftraten. Beide gleitenden Mittel zeigen in den letzten Jahren einen deutlichen Anstieg, der wesentlich stärker als der lineare Trend ausfällt. Das langjährige Mittel aus den Jahren 1961-1990 wird selbst in den kälteren Jahren kaum noch erreicht oder gar unterschritten.

Für die modellierte Zukunft (Abbildung 16) zeigt sich deutlich, dass es erhebliche Unterschiede in der Zunahme der mittleren jährlichen Lufttemperatur gibt, abhängig davon, wie stark die globalen Klimaschutzbemühungen ausfallen. Ob die mittlere jährliche Lufttemperatur in der fernen Zukunft auf 11,2 °C (+3,6 K) oder „nur" 8,6 °C (+1,0 K) steigt, hängt direkt von den zukünftigen anthropogenen ***Treibhausgas***emissionen ab. Die gegenwärtige Temperaturentwicklung über den Modellberechnungen deutet aber auf eine zukünftige starke Erwärmung (RCP 8.5, „weiter-so"-Szenario) im Landkreis Bayreuth hin (siehe auch die Klimaveränderungskarte – Abbildung 15). Bemerkenswert und gleichzeitig besonders bedenklich ist, dass die Temperaturmessungen (BayObs) im Vergleich zu den modellierten Klimadaten sogar über dem Wertebereich aller Modelle liegen. Die gegenwärtige Erwärmung der mittleren jährlichen Lufttemperatur fällt im Landkreis Bayreuth somit stärker aus, als es in der Entwicklung der Klimamodelle für möglich gehalten wurde.

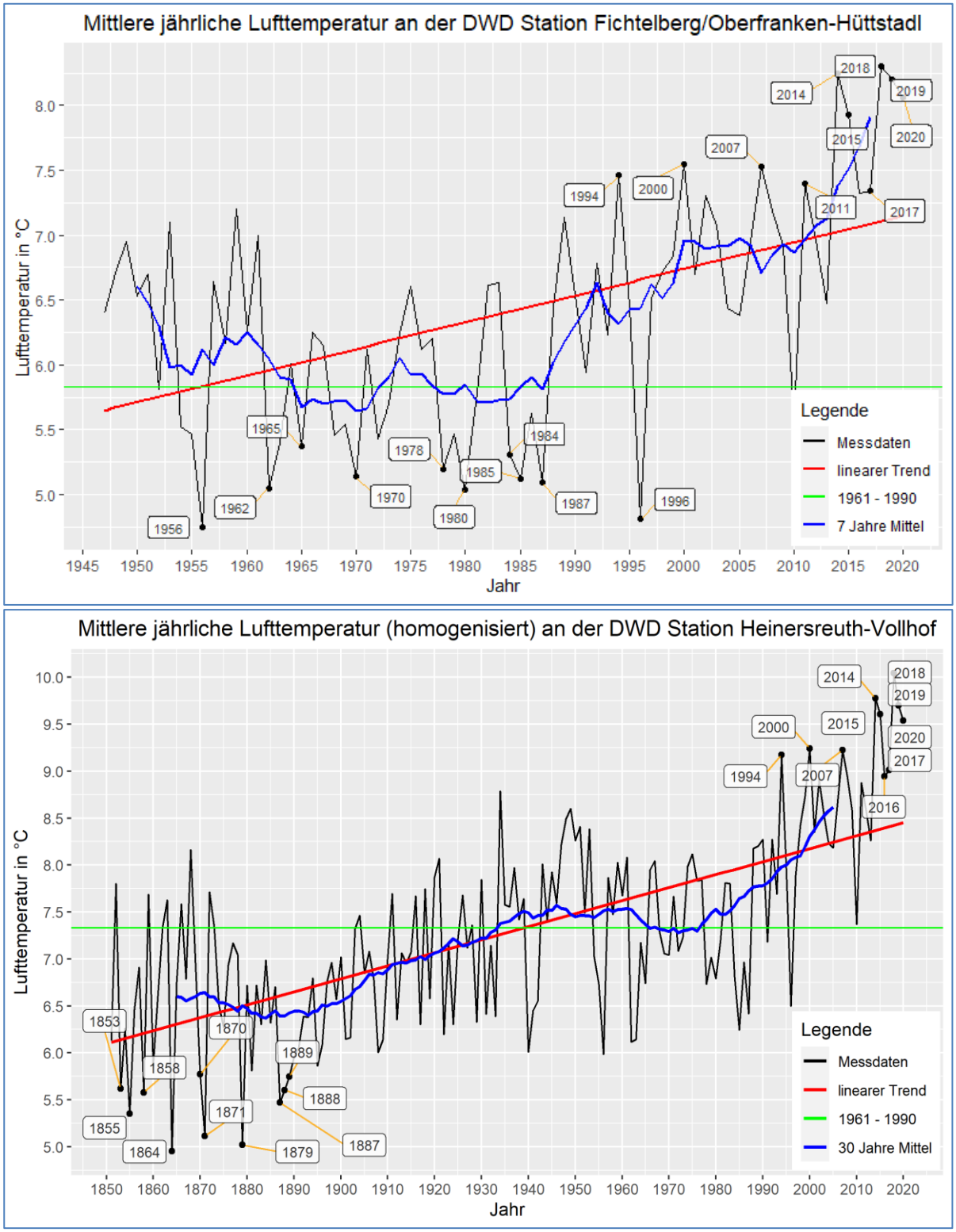


Abbildung 14: Mittlere jährliche Lufttemperatur an den beiden DWD-Stationen (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des DWD 2021. Hinweis: Für Heinersreuth-Vollhof liegen die homogenisierten Messwerte zu Grunde)

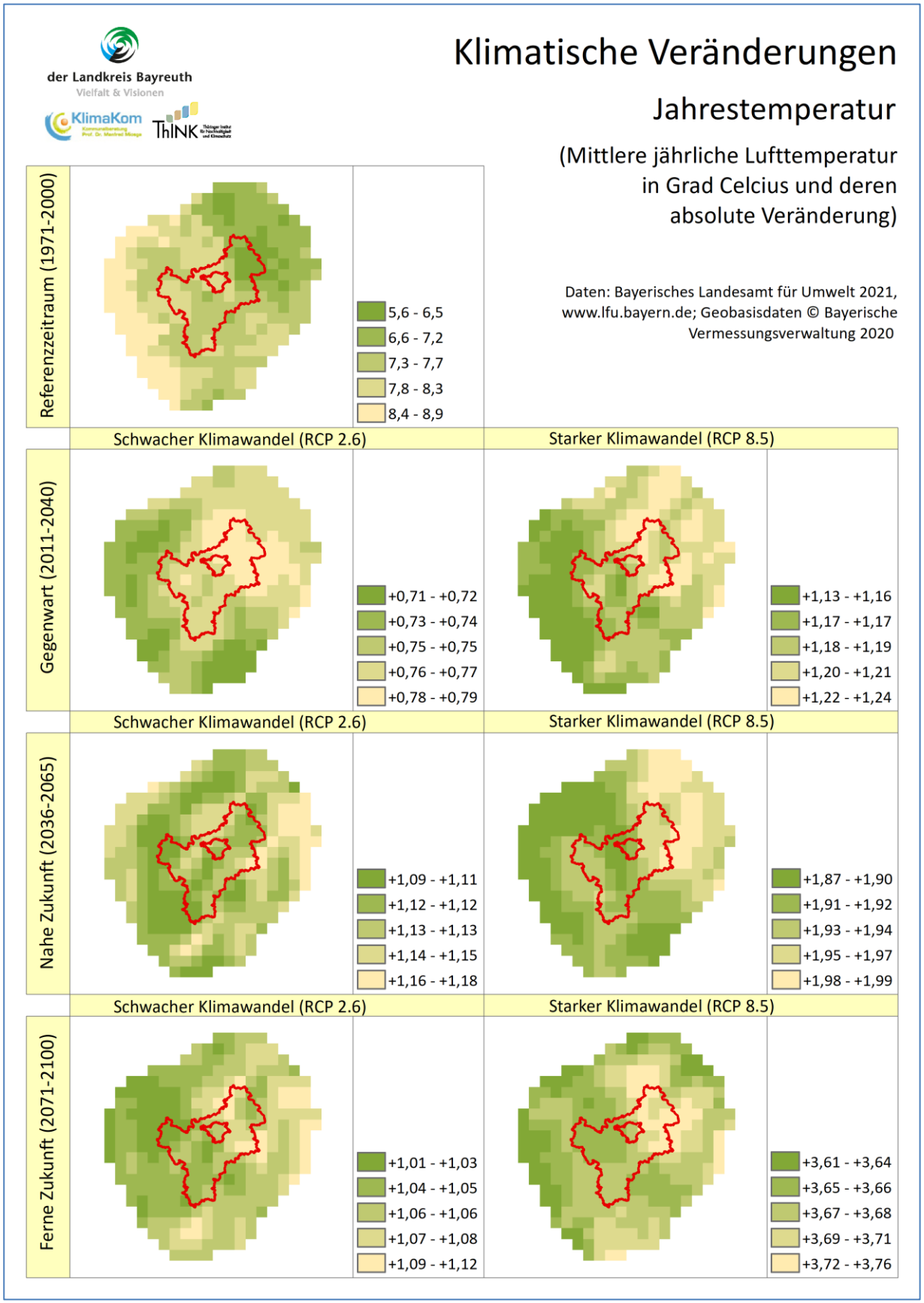


Abbildung 15: Klimaveränderungskarte der Jahresmitteltemperatur für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung)

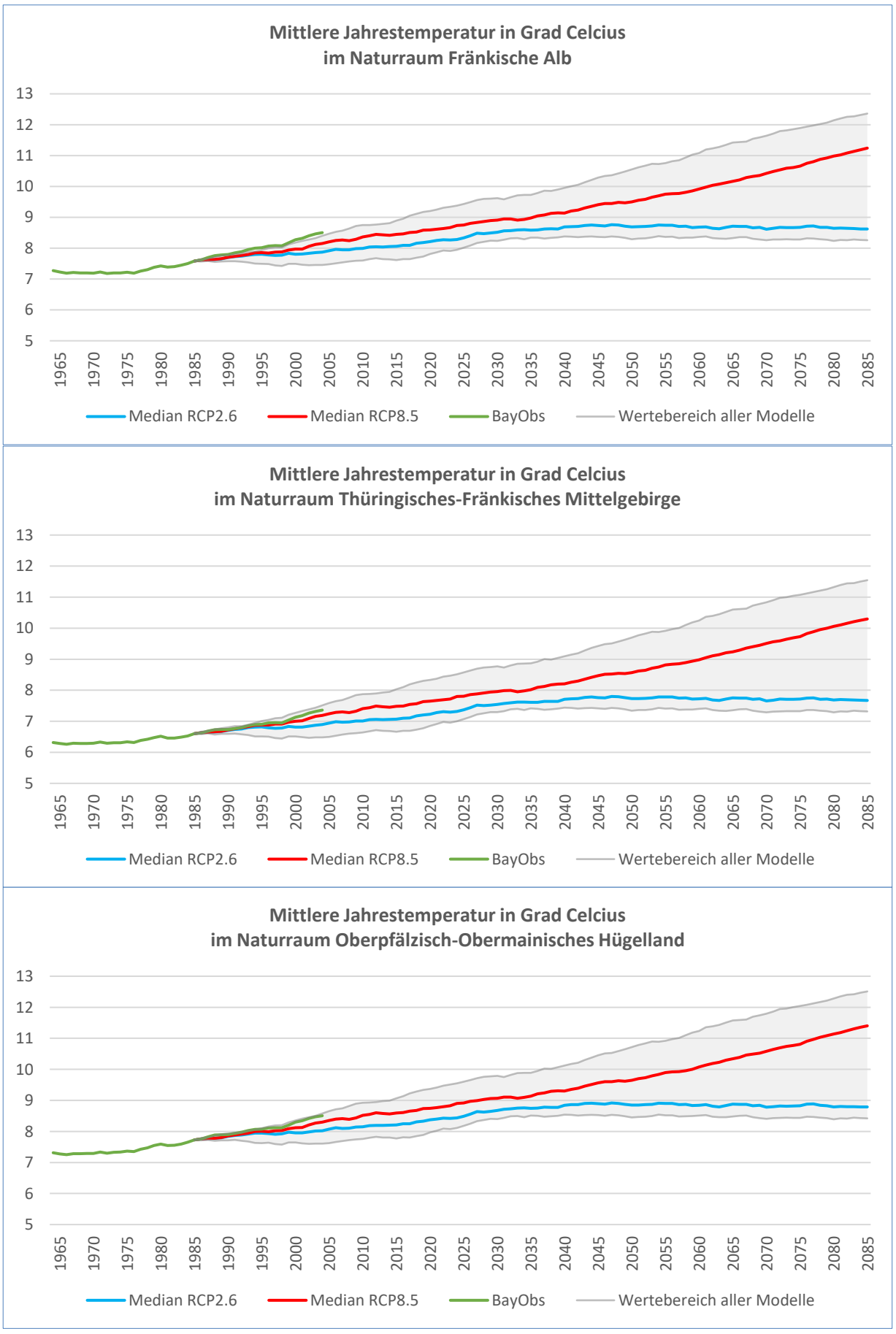


Abbildung 16: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Jahrestemperatur in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Eine weitere Darstellungsform der Veränderung der Jahresmitteltemperatur der bodennahen Luft über die Zeit sind die Klimastreifen (im Original: warming stripes) des Klimawissenschaftlers Ed Hawkins von der Universität Reading (Großbritannien). Das Diagramm zeigt in seiner einfachsten Form die Höhe der Jahresmitteltemperatur für eine Region als farbigen Streifen über einen längeren Zeitraum. Blaue Farbtöne stellen dabei kältere Jahre und rote Farbtöne wärmere Jahre dar. Abbildung 17 zeigt diese Darstellungsform für den Landkreis Bayreuth. Erkennbar ist die zunehmende Erwärmung in den letzten Jahrzehnten. Klimastreifen eignen sich aufgrund ihrer Einfachheit besonders gut für die Kommunikation der menschgemachten Erderwärmung in der Öffentlichkeitsarbeit.

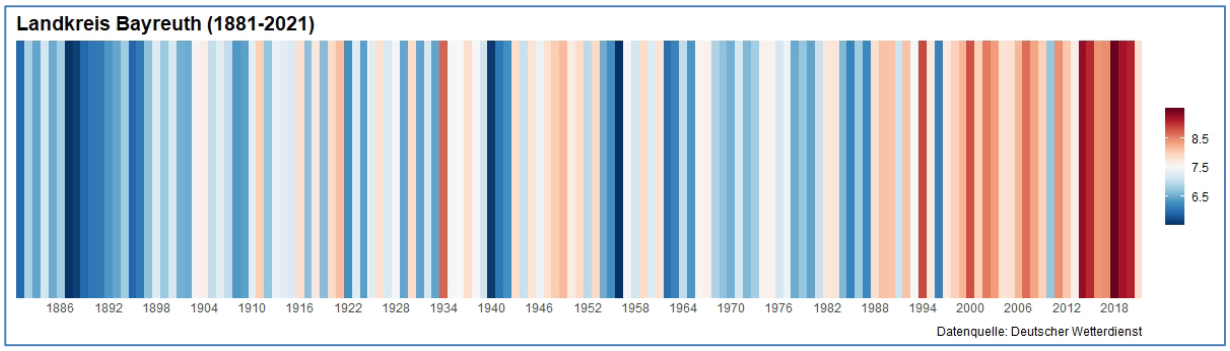


Abbildung 17: Klimastreifen für den Landkreis Bayreuth für den Zeitraum 1881-2021 (Daten: DWD 2021)

Monatsmitteltemperatur

Die Auswertung der Monatsmitteltemperaturen erfolgte ausschließlich auf Basis der vier Wetterstationen (Tabelle 4). Im Gegensatz zur Betrachtung ganzer Jahre liegt der Fokus nun darauf zu schauen, einerseits die Monatsmitteltemperaturen für eine bestimmte Klimaperiode zu berechnen und diese dann andererseits mit einer oder mehreren weiteren Klimaperioden zur vergleichen. Dadurch soll ermittelt werden, ob sich die Veränderungen der Jahresmitteltemperatur gleichmäßig auf alle Monate verteilen oder es hier (größere) Unterschiede gibt. Verglichen werden im Rahmen der Abbildung 18 die Zeiträume 1961-1990 (Vergangenheit) und 1991-2020 (Gegenwart) für die beiden DWD-Stationen. Im Fall der durch die Universität Bayreuth betriebenen Stationen können (im Anhang – Kapitel A.1.4) aufgrund der zu kurzen Zeitreihe nur die Monatsmitteltemperaturen seit Messbeginn dargestellt werden. Zu beachten sei, dass für Heinersreuth-Vollhof die homogenisierten Messdaten zum Einsatz kommen.

Der typische mitteleuropäische Jahresverlauf lässt sich gut in beiden Diagrammen erkennen. Weiterhin lässt sich feststellen, dass die mittlere Monatstemperatur in den letzten 30 Jahren in allen Fällen gestiegen ist. Der Anstieg ist allerdings unterschiedlich stark. So ist in den Monaten September und Oktober (+0,4 K bzw. +0,7 K für Heinersreuth-Vollhof und jeweils +0,2 K für Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl) nur eine geringe Temperaturerhöhung auszumachen. Die höchsten Abweichungen treten bei beiden Stationen in den Monaten Januar, April sowie in den Sommermonaten von Juni bis August auf. Die Spitzenwerte an der Station Heinersreuth-Vollhof bilden mit +2,0 K und + 1,8 K die Monate April und August, während es sich an der Station Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl um die Monate Januar (+1,6 K) und April (+1,7 K) handelt. Vor dem Hintergrund, dass es um einen aus klimatologischer Perspektive kurzen Zeitraum von nur 30 Jahren geht, sind diese Abweichungen erheblich.

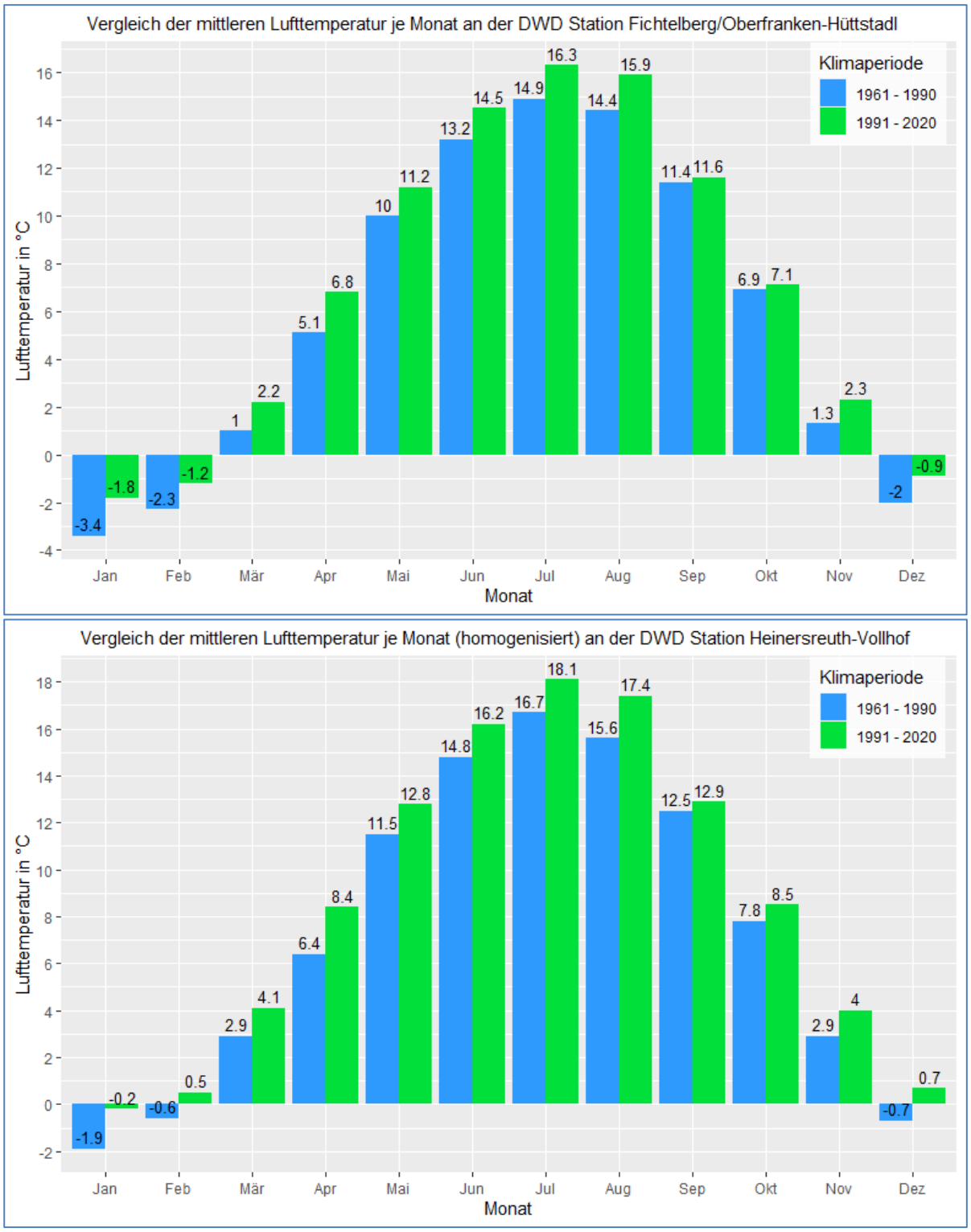


Abbildung 18: Vergleich der Monatsmitteltemperauren für die Klimaperioden von 1961 bis 1990 und 1991 bis 2020 am Beispiel der beiden DWD-Stationen (Quelle: eigene Erstellung). Hinweis: Für Heinersreuth-Vollhof liegen die homogenisierten Messwerte zu Grunde

Hitzetage

Zur Beschreibung von Temperaturveränderungen eignen sich auch sogenannte ***Kenntage*** bzw. ***Ereignisstage***, von denen vier ausgewählt wurden (Hitzetage, Sommertage, Hitzewellen und Eistage), um den abstrakten Wert der mittleren Temperaturen nachvollziehbarer darzustellen. Ein Tag wird als Hitzetag definiert, sobald die Tageshöchsttemperatur 30 °C erreicht oder übersteigt. Solche Temperaturen gelten gerade für Kinder, kranke und ältere Menschen als besonders belastend, da diese ihre Körpertemperatur weniger gut regulieren können als gesunde Erwachsene. Im Fall der beiden DWD-Stationen (Abbildung 19) lässt sich im linearen Trend eine Zunahme der Hitzetage seit Messbeginn erkennen. Deutlich sichtbar ist diese im Diagramm der Station Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl. Während es vor der Jahrtausendwende sehr viele Jahre ohne Hitzetage gab und nur zwölf mit zwei oder mehr Hitzetagen sind es allein von den letzten 20 Jahren 14, die mindestens zwei Hitzetage aufweisen. Spitzenwerte wurden in den Jahren 1953 (neun), 1964 (acht), 2003 (neun), 2013 (sieben), 2015 (14), 2018 (sieben) und 2019 (acht) erreicht. Ähnlich verhält es sich auch an der Station Heinersreuth-Vollhof, wenngleich hier aufgrund der geringeren Höhenlage die Anzahl der Hitzetage auf einem höheren Niveau liegt.

An dieser Stelle sei noch der Hinweis angebracht, dass bei allen folgenden Balkendiagrammen der Station Heinersreuth-Vollhof aus Gründen der Lesbarkeit aufgrund der langen Zeitreihe keine Beschriftung der einzelnen Balken erfolgte.

Die Daten des Bayernensembles (Tabelle 7, Abbildung 20) bestätigen den Trend der zunehmenden Anzahl an Hitzetagen. So erhöhte sich die mittlere Anzahl an Hitzetagen pro Jahr von drei (1951–1980) auf sieben (1990–2019). Sehr große Unterschiede ergeben sich bei den Projektionen für die ferne Zukunft (2071–2100). Während bis zum Ende des Jahrhunderts unter Annahme des RCP2.6-Szenarios 7,3 Hitzetage pro Jahr prognostiziert werden, sind es beim RCP8.5-Szenario 24,6. Dies zeigt sehr eindrucksvoll, dass durch konsequente Klimaschutzmaßnahmen, die Anzahl an Hitzetagen in etwa auf dem aktuellen Niveau gehalten werden könnte.

Die vorliegenden Messwerte der Hitzetage liegen am oberen Ende der Modellrechnungen. Diese Feststellung ist mehr als besorgniserregend.

Tabelle 7: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Hitzetagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		1951-1980	1971-2000	1990-2019	2011-2040		2036-2065		2071-2100	
Datensatz		BayObs			RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
Naturraum Fränkische Alb										
Tage		3,0	3,2	7,0	6,6	7,3	7,6	11,6	7,3	24,6
Veränderung	Tage	-	-	+3,7	+3,3	+4,0	+4,4	+8,3	+4,1	+21,4
	%	-	-	+116	+103	+125	+135	+258	+126	+662
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Tage		3,6	4,3	8,2	8,0	9,1	9,3	13,3	8,8	26,9
Veränderung	Tage	-	-	+3,9	+3,7	+4,8	+4,9	+9,0	+4,5	+22,6
	%	-	-	+90	+86	+112	+115	+208	+105	+524
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Tage		1,5	1,8	4,1	3,6	4,3	3,9	7,0	4,3	16,7
Veränderung	Tage	-	-	+2,3	+1,8	+2,5	+2,1	+5,3	+2,5	+14,9
	%	-	-	+131	+101	+139	+119	+293	+142	+832

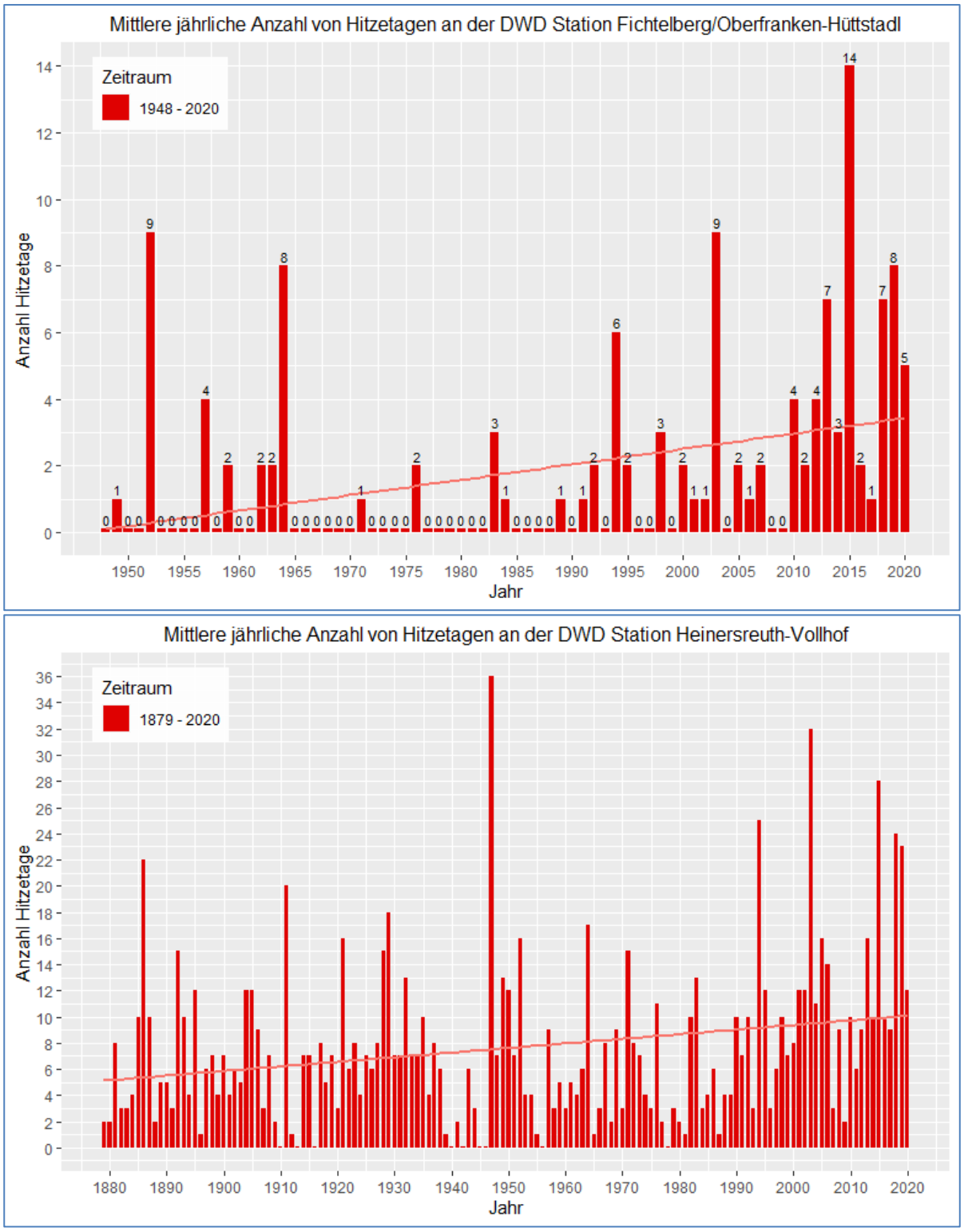


Abbildung 19: Mittlere Anzahl von Hitzetagen an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

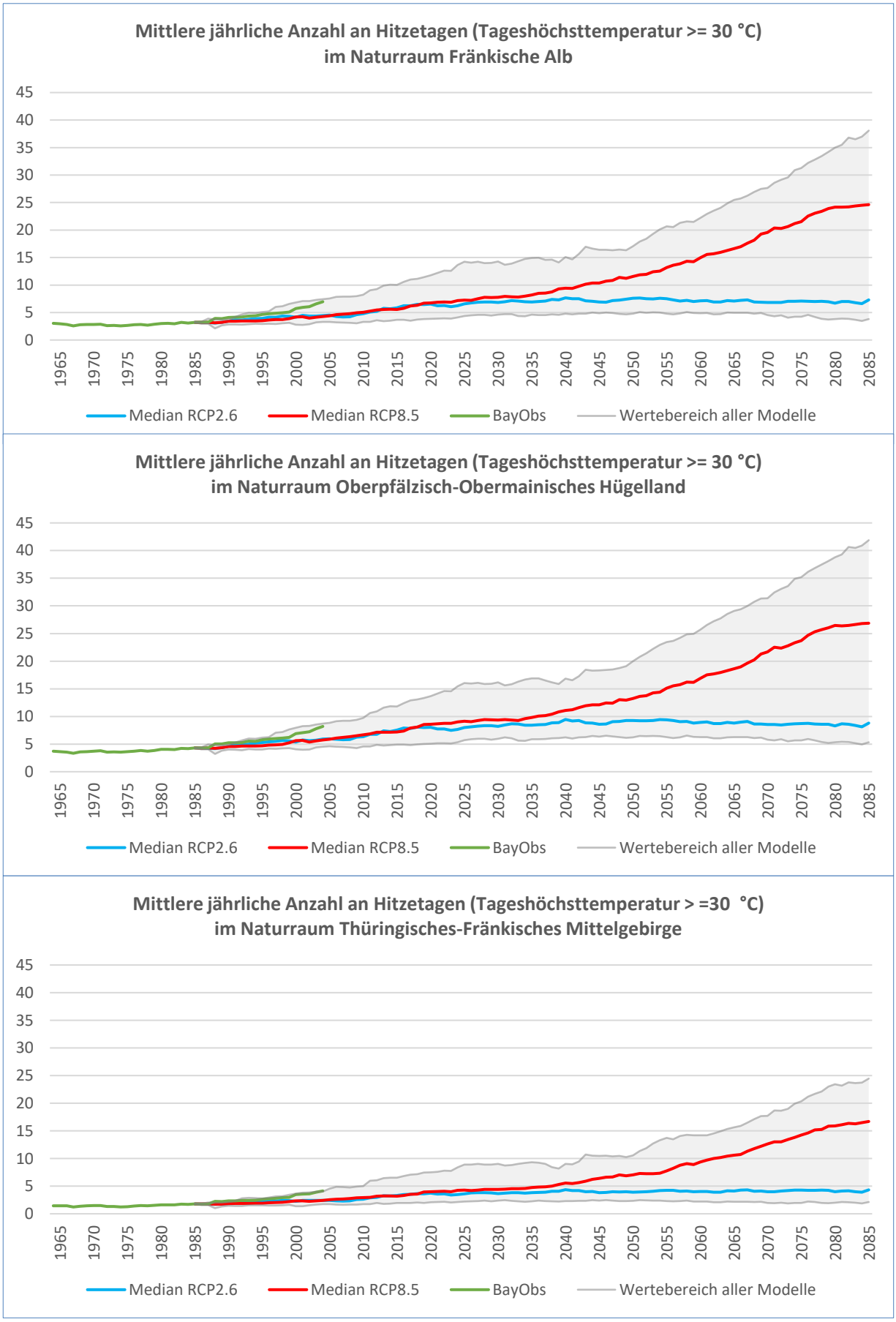


Abbildung 20: Bisheriger Verlauf und Projektionen der Anzahl an Hitzetagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Sommertage

Sommertage werden ähnlich wie die bereits vorgestellten Hitzetage über die Tageshöchstemperaturen definiert. Der Grenzwert beträgt hierbei 25 °C. Entsprechend ergibt sich damit auch eine insgesamt höhere Anzahl an Tagen im Jahr, die dieses Kriterium erfüllen. Beim Betrachten der Diagramme für die beiden DWD-Stationen wird auch hier schnell ersichtlich, dass der lineare Trend eine Steigerung seit Messbeginn aufweist (Abbildung 21). Da es sich bei den Jahren mit den höchsten Werten in den meisten Fällen um die selben Jahre wie schon bei den Hitzetagen handelt, wird an dieser Stelle auf eine Nennung verzichtet und auf die entsprechenden Textabschnitte bzw. Diagramme verwiesen.

Im Zeitraum von 1951-1980 traten auf Basis der Daten des Bayern-Ensembles im Naturraum Fränkische Alb im Jahresmittel 24,6 Sommertage auf, während es zwischen 1990 und 2019 bereits 37,1 Tage waren. In der fernen Zukunft (2071-2100) soll sich dieser Wert auf Basis des stark auf Klimaschutz basierenden Szenarios RCP2.6 (nur noch) auf 39,3 Tage erhöhen. Im „weiter-so" RCP8.5-Szenario wären es hingegen 64,6 Sommertage pro Jahr. Es sei an dieser Stelle zu beachten, dass insbesondere der Unsicherheitsbereich nach oben bei den Sommertagen stark ausgeprägt ist und das Maximum sogar bei mehr als 100 Sommertagen liegen würde (Abbildung 22, Tabelle 8).

Ähnlich wie schon bei den Hitzetagen lässt sich auch hier feststellen, dass die Anzahl an Sommertagen durch einen konsequenten Klimaschutz in etwa auf dem heutigen Niveau gehalten werden könnte.

Tabelle 8: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Sommertagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Tage		24,6	27,2	37,1	36,7	36,8	38,1	44,8	39,3	64,6
Veränderung	Tage	-	-	+9,9	+9,6	+9,7	+10,9	+17,7	+12,2	+37,4
	%	-	-	+37	+35	+36	+40	+65	+45	+138
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Tage		26,8	31,0	40,6	40,3	41,0	42,1	48,6	43,5	68,4
Veränderung	Tage	-	-	+9,6	+9,4	+10,0	+11,1	+17,7	+12,6	+37,4
	%	-	-	+31	+30	+32	+36	+57	+41	+121
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Tage		16,2	19,6	26,5	28,0	28,5	29,4	35,5	29,6	53,7
Veränderung	Tage	-	-	+6,9	+8,5	+8,9	+9,8	+16,0	+10,0	+34,2
	%	-	-	+35	+43	+46	+50	+81	+51	+175

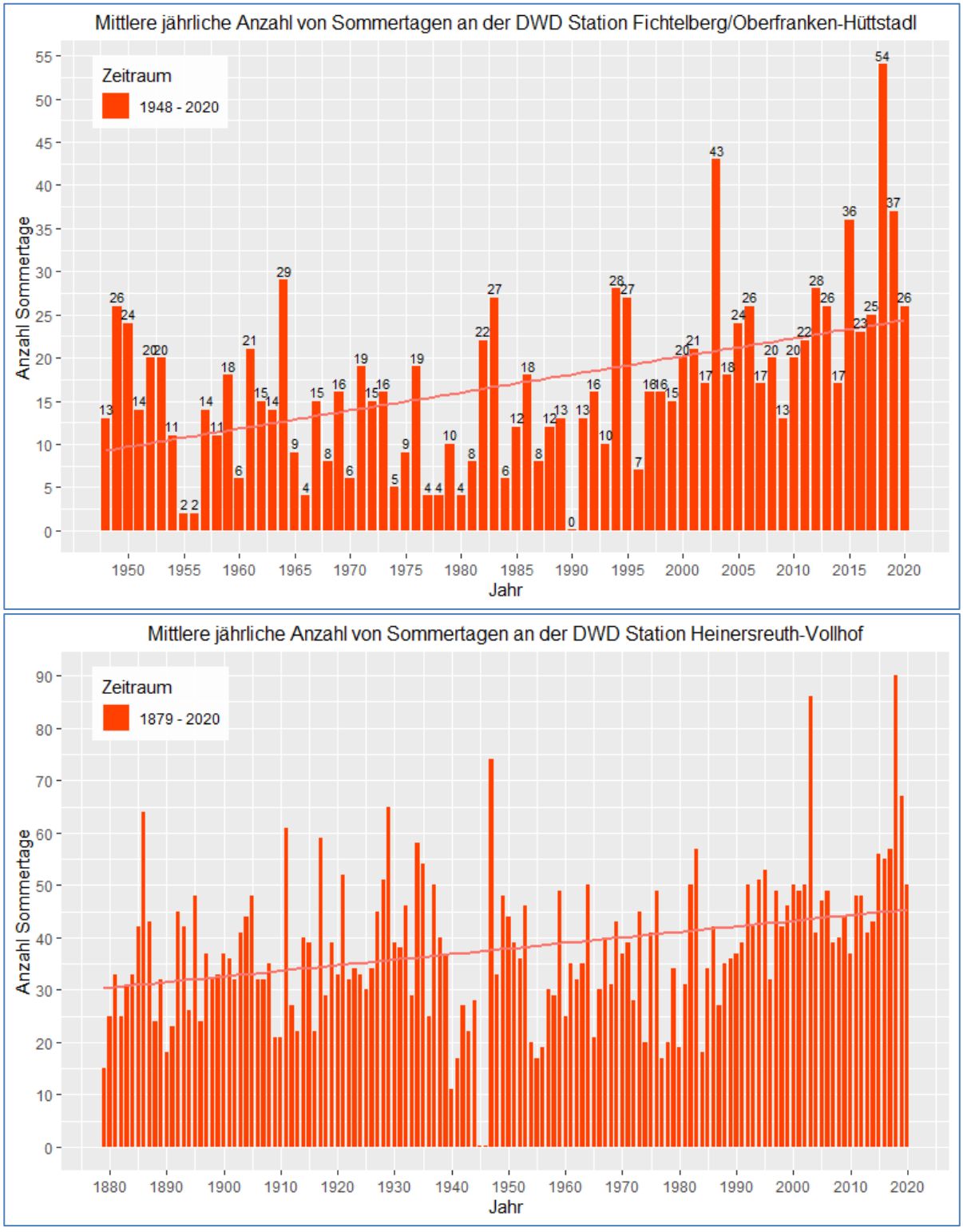


Abbildung 21: Mittlere Anzahl von Sommertagen an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

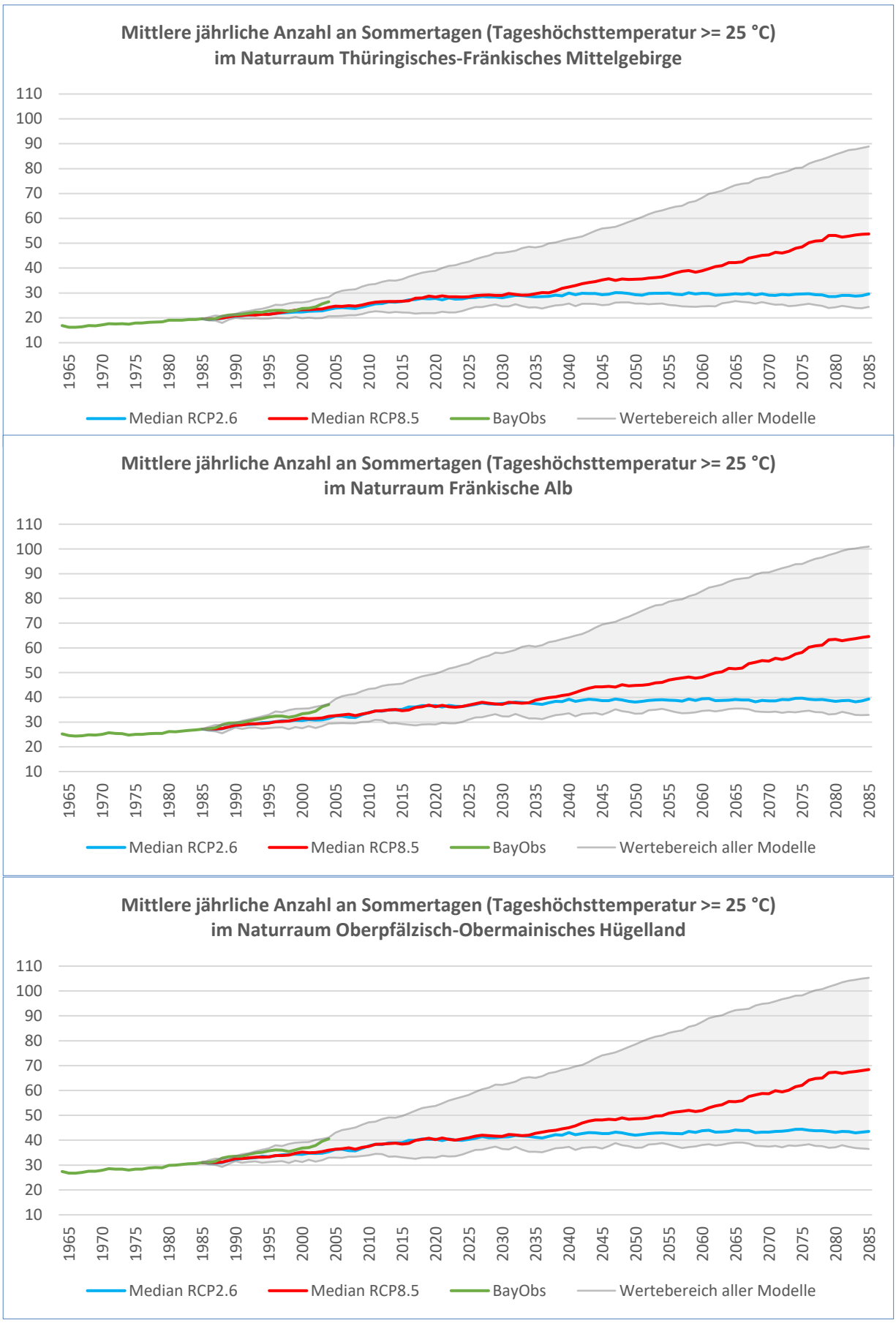


Abbildung 22: Bisheriger Verlauf und Projektionen der Anzahl an Sommertagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Hitzewellen

Ein weiterer wichtiger Aspekt im Hinblick auf die Einordnung von Temperaturveränderungen ist die Betrachtung von Hitzewellen. In der Literatur gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichen Definitionen zur Bestimmung von Hitzewellen. Eine davon stammt vom LfU und wurde auch in dieser Studie herangezogen, um konsistent mit den Klimamodellen zu bleiben. Demnach wird von einer Hitzewelle gesprochen, wenn mindestens an drei aufeinanderfolgenden Tagen die Tagesmitteltemperatur größer als das 95 %-Perzentil der ***Referenzperiode*** von 1971–2000 ist. Der Grenzwert des 95 %-Perzentils besagt, dass 95 % aller Tage der Referenzperiode eine geringere Tagesmitteltemperatur aufweisen. Hierbei ist es wichtig zu verstehen, dass Hitzewellen demnach auf Basis der lokalen Gegebenheiten bestimmt werden und nicht auf einem allgemeingültigen Grenzwert basieren, wie es z. B. bei den Hitzetagen der Fall ist.

Bei der Auswertung der Stationen erfolgte eine Anpassung der Referenzperiode, sodass als neue Referenzperiode das offizielle „alte" Klimamittel der Jahre 1961–1990 die Grundlage bildete. Die entsprechenden Grenzwerte der Tagesmitteltemperatur betragen 19,5 °C für Heinersreuth-Vollhof und 17,8 °C für die Station Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl. Für die Stationen der Universität Bayreuth (Diagramme im Anhang A.1.7 bis A.1.9) konnten aufgrund der zu kurzen Zeitreihe keine individuellen Grenzwerte ermittelt werden. Um dennoch eine Aussage zu den Hitzewellen treffen zu können, wurden in Annäherung aufgrund ähnlicher Höhenlage die Grenzwerte der DWD-Stationen verwendet (Heinersreuth-Vollhof → Botanischer Garten und Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl → Waldstein/Pflanzgarten).

Zu den Hitzewellen selbst gibt es vom LfU zwei Kennwerte. Einmal die Anzahl von Hitzewellen je Jahr und einmal die durchschnittliche Dauer in Tagen pro Jahr. Nur durch eine kombinierte Betrachtung kann genau erfasst werden, wie stark ein Jahr letztlich von Hitzewellen betroffen war. Die Anzahl sagt nichts über die durchschnittliche Dauer aus und umgekehrt. Dabei macht es z. B. einen wesentlichen Unterschied, ob vier Hitzewellen im Jahr im Schnitt vier oder acht Tage dauerten, oder wie viele Hitzewellen sich hinter der durchschnittlichen Dauer von fünf Tagen verbergen.

Aus diesem Grund wurde neben den beiden LfU-Kennwerten für die Stationen ein dritter selbst definierter Kennwert berechnet. Es handelt sich um die Gesamtdauer aller Hitzewellen in Tagen je Jahr (nachfolgend als „Hitzewellentage" bezeichnet). Dies bedeutet, alle Tage im Jahr, die das oben genannte Kriterium für eine Hitzewelle erfüllen werden aufsummiert, sofern es sich mindestens um drei Tage am Stück handelt (Abbildung 23). Damit soll erreicht werden, dass das Ausmaß der Hitzewellen besser aus einem einzigen Diagramm zu erkennen ist.

Nachfolgend erfolgt im Rahmen der Abbildung 23 daher zunächst eine Vorstellung des neuen selbstdefinierten Kennwertes. Anschließend wird die mittlere jährliche Anzahl der Hitzewellen in der Form vorgestellt, wie es bereits bei der Jahresmitteltemperatur, den Sommertagen und den Hitzetagen der Fall war.

Bei beiden DWD-Stationen ist eine Erhöhung der Hitzewellentage anhand des linearen Trends festzustellen. Gleichwohl gibt es aber erhebliche Unterschiede in der Steigerung. So hat sich bei Heinersreuth-Vollhof die Anzahl der Hitzewellentage gemäß des linearen Trends seit 1880 von 12 auf 15 pro Jahr erhöht, während bei der Station Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl seit 1948 eine Zunahme von 8 auf 19 Tage pro Jahr auszumachen ist. Die höchsten Werte werden bei beiden Stationen in den Jahren 1994, 2003, 2015, 2018 und 2019 erreicht.

Eine ähnliche Charakteristik zwischen den beiden DWD-Stationen ist auch bei der Anzahl an Hitzewellen je Jahr (Abbildung 24) in den linearen Trends zu erkennen. Im Fall von Heinersreuth-Vollhof erfolgte eine Zunahme seit Messbeginn von 2,5 auf 3,2 und bei der Station Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl seit 1948 von 2,0 auf 4,0 Hitzewellen je Jahr. Dies sagt, wie bereits beschrieben, nichts über die Dauer aus, welche im Anhang A.1.8 visualisiert ist.

Gemäß den Daten des Bayern-Ensembles erfolgte im Naturraum Fränkische Alb eine Erhöhung der Anzahl an Hitzewellen von 1,7 im Zeitraum 1951-1980 auf 3,9 im Zeitraum 1990-2019. In der fernen Zukunft (2071-2100) wird im Fall des günstigen RCP2.6-Szenarios sogar eine leichte Absenkung auf 3,7 Hitzewellen je Jahr projiziert. Das RCP8.5-Szenario zeigt hingegen eine deutliche Erhöhung auf 6,4 Hitzewellen je Jahr (siehe Tabelle 9, Abbildung 25).

Die Messdaten des Bayern-Ensembles zu den Hitzewellen liegen ähnlich wie bei der Jahresmitteltemperatur an der oberen Grenze des Wertebereichs aller Modelle bzw. teilweise sogar darüber. Die gegenwärtige Anzahl an Hitzewellen fällt im Landkreis Bayreuth damit zum Teil stärker aus, als es in der Entwicklung der Klimamodelle für möglich gehalten wurde.

Tabelle 9: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Hitzewellen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Anzahl		1,7	2,3	3,9	3,7	3,7	3,9	4,8	3,7	6,4
Veränderung	Anzahl	-	-	+1,5	+1,4	+1,4	+1,5	+2,4	+1,4	+4,0
	%	-	-	+66	+58	+59	+66	+103	+58	+172
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Anzahl		1,7	2,4	3,5	3,9	3,8	4,0	4,9	3,9	6,5
Veränderung	Anzahl	-	-	+1,1	+1,5	+1,4	+1,6	+2,5	+1,5	+4,1
	%	-	-	+48	+61	+58	+67	+103	+61	+173
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Anzahl		1,9	2,3	3,5	3,7	3,8	3,9	4,7	3,8	6,5
Veränderung	Anzahl	-	-	+1,2	+1,4	+1,5	+1,6	+2,4	+1,5	+4,2
	%	-	-	+54	+62	+64	+69	+104	+67	+184

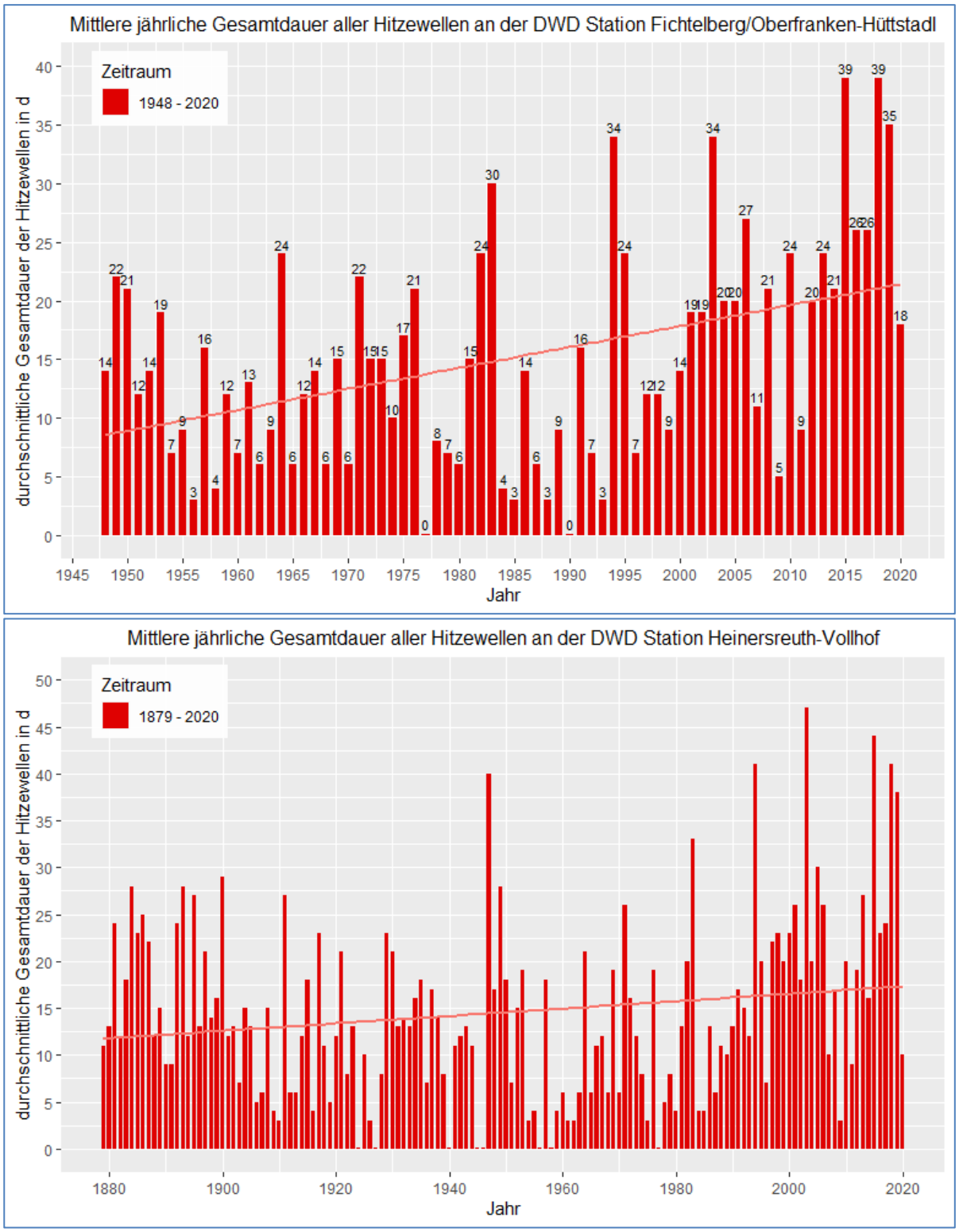


Abbildung 23: Mittlere Anzahl von „Hitzewellentagen“ an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

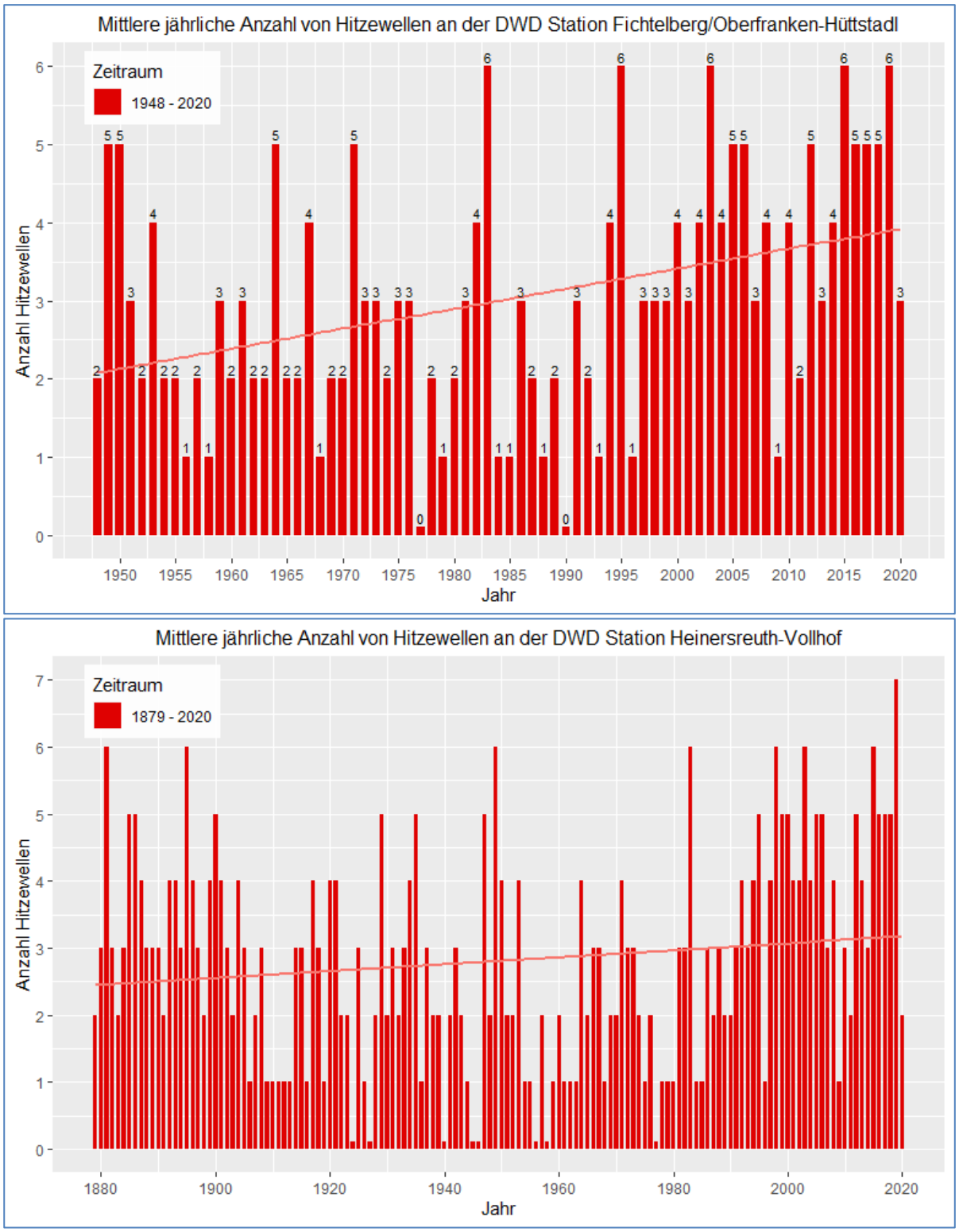


Abbildung 24: Mittlere Anzahl Hitzewellen je Jahr an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

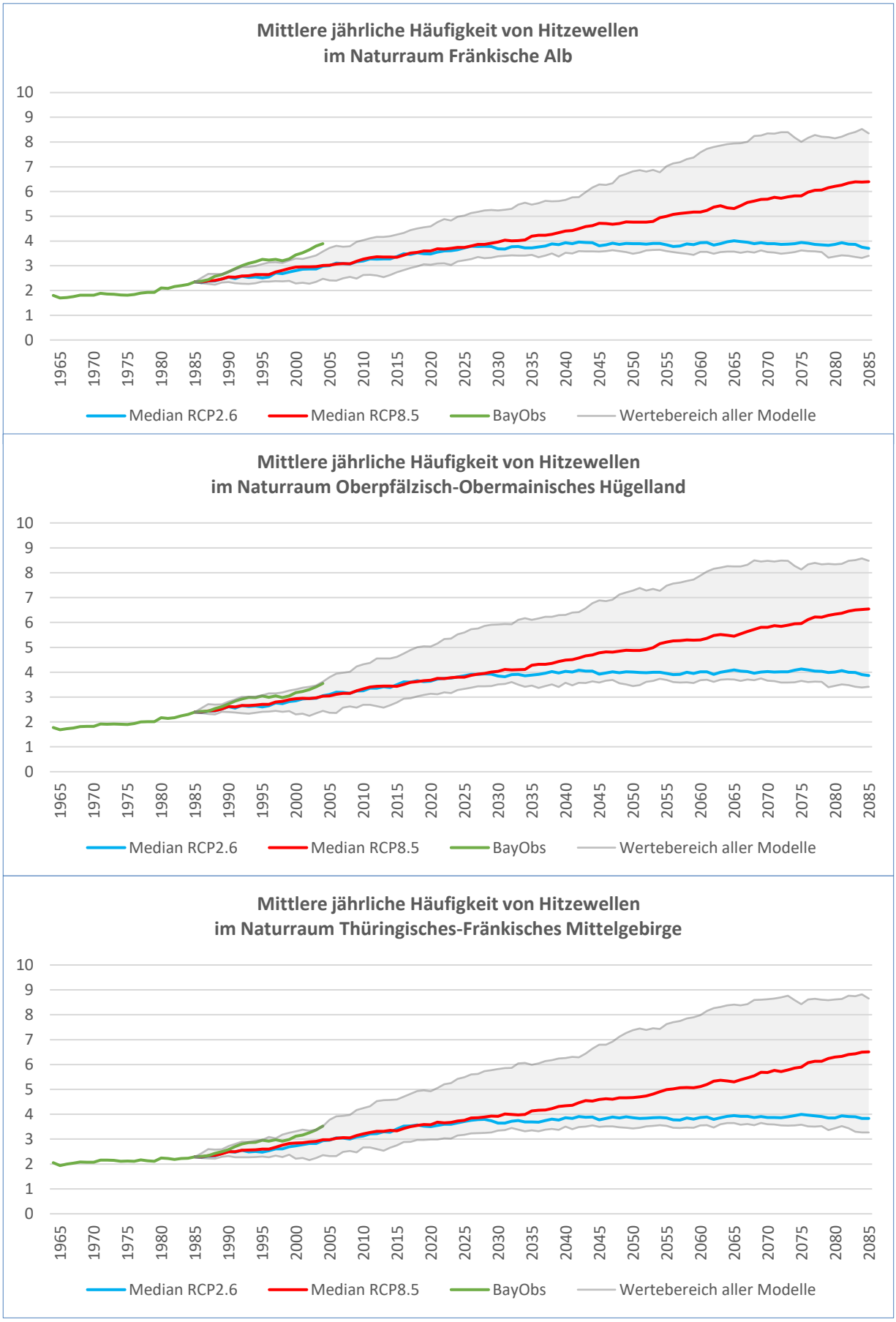


Abbildung 25: Bisheriger Verlauf und Projektionen der Anzahl an Hitzewellen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Eistage

Als winterliches Äquivalent zu den Hitze- und Sommertagen können die Eis- und Frosttage (letztere im Anhang A.1.14) gelten. Eistage werden gelegentlich auch als Tage mit Dauerfrost bezeichnet. Demnach liegt ein Eistag vor, wenn die Tageshöchsttemperatur kleiner als 0 °C ist.

Bei beiden DWD-Stationen (Abbildung 26) lässt sich anhand des linearen Trends ein Rückgang erkennen, welcher an der Station Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl deutlicher ausfällt. Dort ist die Anzahl an Eistagen insgesamt allerdings auch aufgrund der Höhenlage von Natur aus größer.

Während bei den bislang betrachteten Temperaturkennwerten seit der Jahrtausendwende zunehmend hohe Werte auftraten, sind es in Bezug auf die Eistage die niedrigen Werte. Diese gab es jedoch auch in der Vergangenheit, wenngleich nicht in der hohen Anzahl und Ballung wie z. B. in den letzten fünf Jahren. Außerdem treten mit Ausnahme des Jahres 2010 (59 bzw. 82 Eistage an den DWD-Stationen Heinersreuth-Vollhof und Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl) keine besonders hohen Werte mehr auf. 2020 gab es beispielsweise nur fünf respektive elf Eistage.

Die Betrachtung des Bayern-Ensembles zeigt für den Naturraum Fränkische Alb eine Abnahme der Anzahl an Eistagen von 34,4 pro Jahr im Zeitraum von 1951–1980 auf 27,3 im Zeitraum 1990–2019. Für die ferne Zukunft wird selbst im Fall des RCP2.6-Szenarios (konsequenter Klimaschutz) eine weitere Abnahme in ähnlicher Größenordnung auf 20,8 Tage pro Jahr prognostiziert. Beim RCP8.5-Szenario („*worst case*“, kaum Klimaschutz) wären nur noch 8,2 Eistage pro Jahr zu erwarten (Abbildung 27, Tabelle 10).

Im Gegensatz zu den sommerlichen Kenntagen sind die aktuellen Messwerte und die daraus abgeleiteten gleitenden 30-jährigen Mittel der Eistage (und Frosttage – siehe Kapitel A.1.9) in einem Bereich, der von den Klimamodellen projiziert wurde. Der bereits stattfindende Klimawandel wurde für die Eistage und Frosttage nicht unterschätzt.

Winterliche Niederschläge werden zukünftig somit deutlich seltener als Schnee fallen bzw. wird die Verweildauer der Schneedecke durch die stark erhöhten winterlichen Temperaturen erheblich reduziert. Die überdurchschnittlich warmen Winter der letzten Jahre werden zukünftig der Normalfall sein.

Tabelle 10: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Eistagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		1951-1980	1971-2000	1990-2019	2011-2040		2036-2065		2071-2100	
Datensatz		BayObs			RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
Naturraum Fränkische Alb										
Tage		34,4	30,7	27,3	25,9	19,6	21,7	15,7	20,8	8,2
Veränderung	Tage	-	-	-3,4	-4,8	-11,1	-9,0	-15,0	-9,9	-22,5
	%	-	-	-11	-16	-36	-29	-49	-32	-73
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Tage		34,9	30,3	25,8	25,2	19,8	21,2	16,0	20,8	8,9
Veränderung	Tage	-	-	-4,4	-5,1	-10,4	-9,1	-14,2	-9,4	-21,3
	%	-	-	-15	-17	-34	-30	-47	-31	-70
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Tage		48,7	43,0	39,0	37,4	28,9	30,8	22,8	31,4	11,2
	Tage	-	-	-4,0	-5,7	-14,2	-12,2	-20,2	-11,7	-31,8

Verän-de-rung	%	-	-	-9	-13	-33	-28	-47	-27	-74

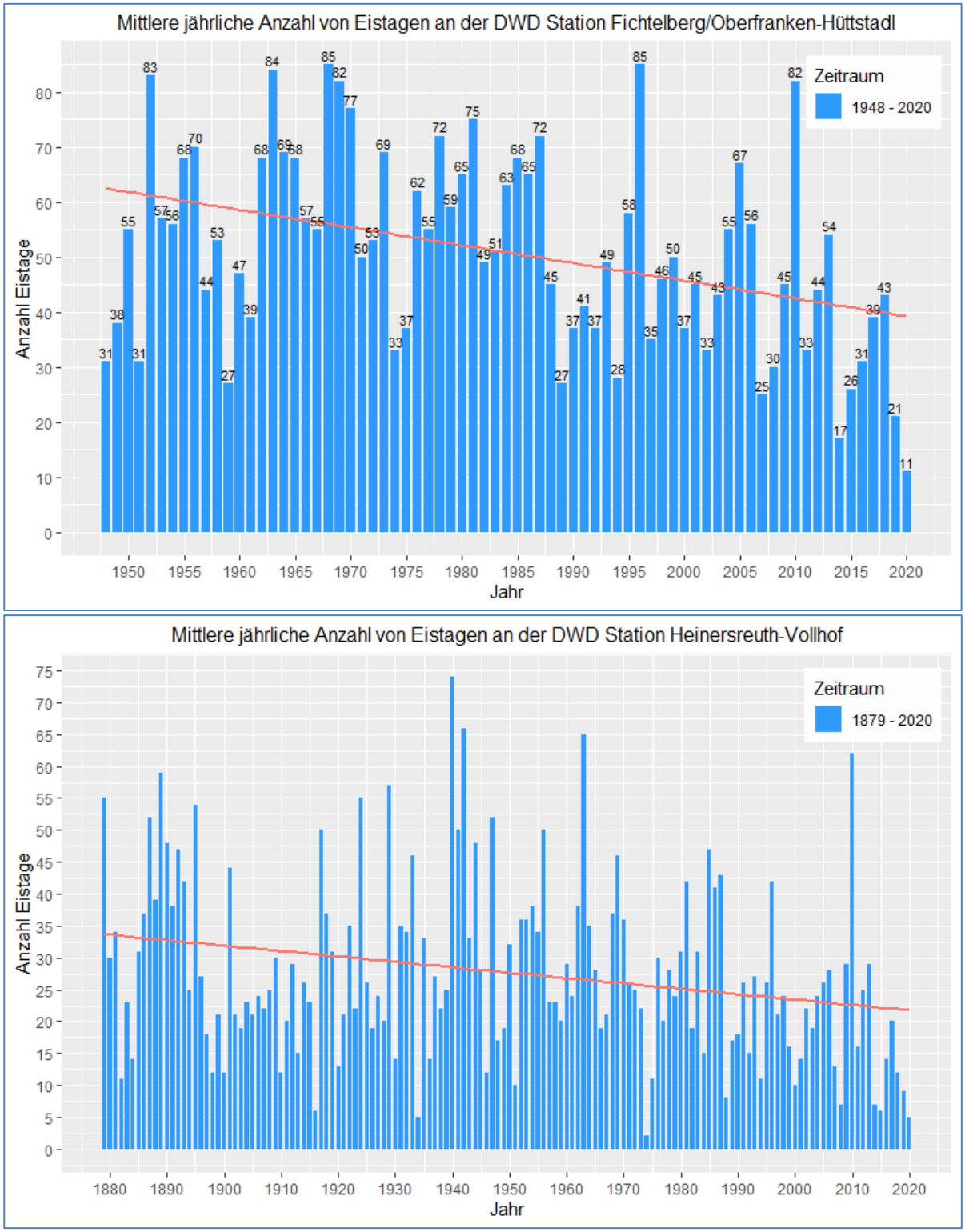


Abbildung 26: Mittlere Anzahl von Eistagen je Jahr an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

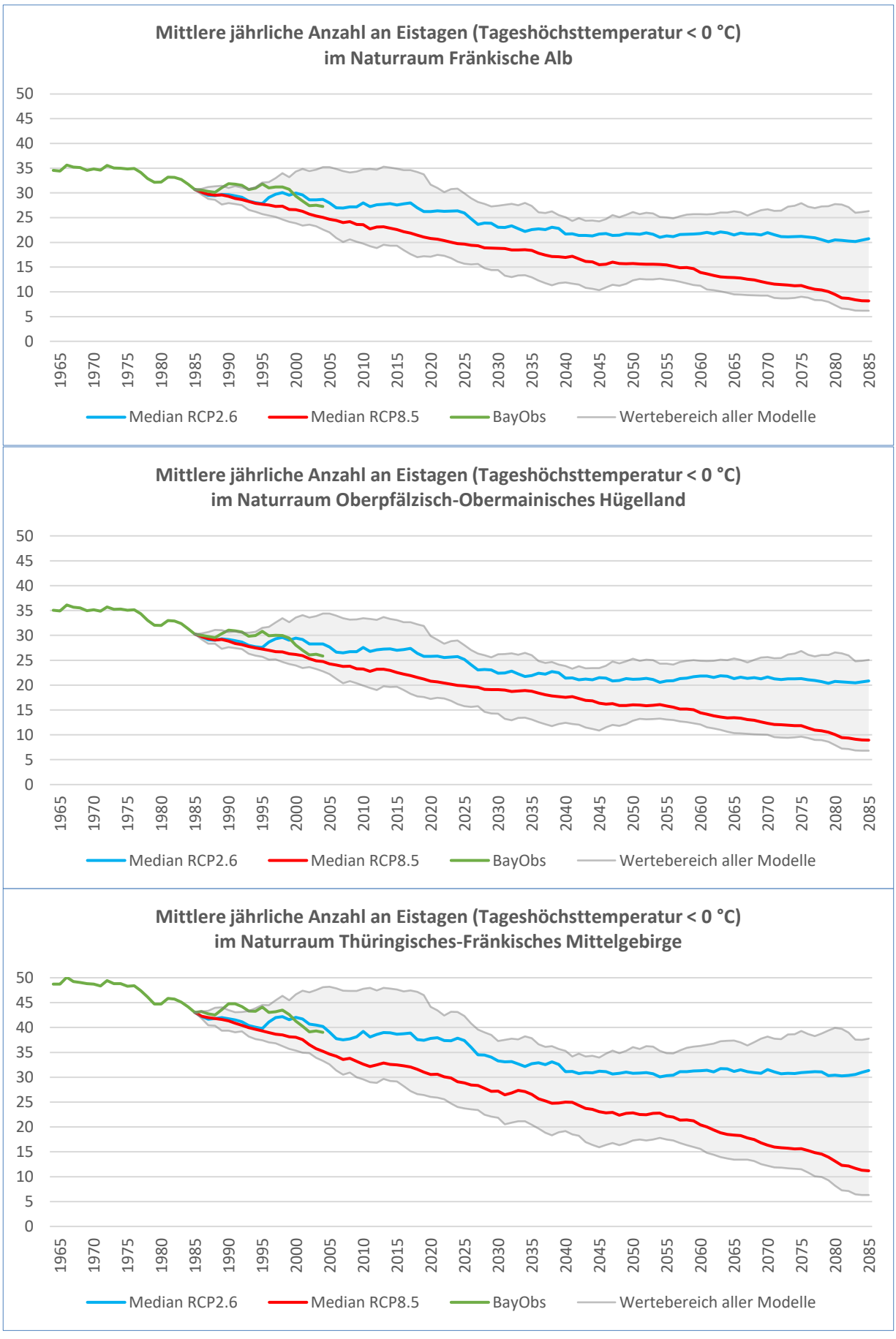


Abbildung 27: Bisheriger Verlauf und Projektionen der Anzahl an Eistagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

3.1.2 Niederschlag

Jahresniederschlag

Die Prognose der zukünftigen Niederschlagsentwicklung ist im Gegensatz zur Temperaturentwicklung mit großen Unsicherheiten behaftet (siehe auch die Übersicht in Tabelle 5). Dies gilt es bei der Bewertung der Zukunftsprojektionen (Abbildung 28) zwingend zu beachten. Zunächst sollen jedoch die Messdaten der beiden DWD-Stationen Heinersreuth-Vollhof (homogenisiert) und Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl betrachtet werden.

Dargestellt sind jeweils die Messdaten in Schwarz, der lineare Trend in Rot, der Mittelwert im Zeitraum 1961-1990 in Grün sowie das 7-jährige bzw. 30-jährige gleitende Mittel (in Abhängigkeit vom Messzeitraum) in Blau. Zusätzlich sind die zehn Jahre mit dem höchsten und geringsten Niederschlag separat hervorgehoben. Hierbei lässt sich erkennen, dass an der Station Heinersreuth-Vollhof im Wesentlichen seit 1851 kein klarer Trend hinsichtlich der Veränderung des Jahresniederschlages über den Gesamtzeitraum auszumachen ist. Dennoch ist zu sehen, dass in den letzten Jahren (wie auch im gleitenden Mittel angedeutet) ein leichter Rückgang der Niederschlagssummen festzustellen ist und besonders hohe Werte ausbleiben. Das Gleiche gilt für die Station Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl.

Geringe Niederschlagssummen über einen längeren Zeitraum können besonders problematisch für die Vegetation oder den Grundwasserspiegel sein, wenn sie in der ***Vegetationsperiode*** oder gar über mehrere Jahre hinweg auftreten.

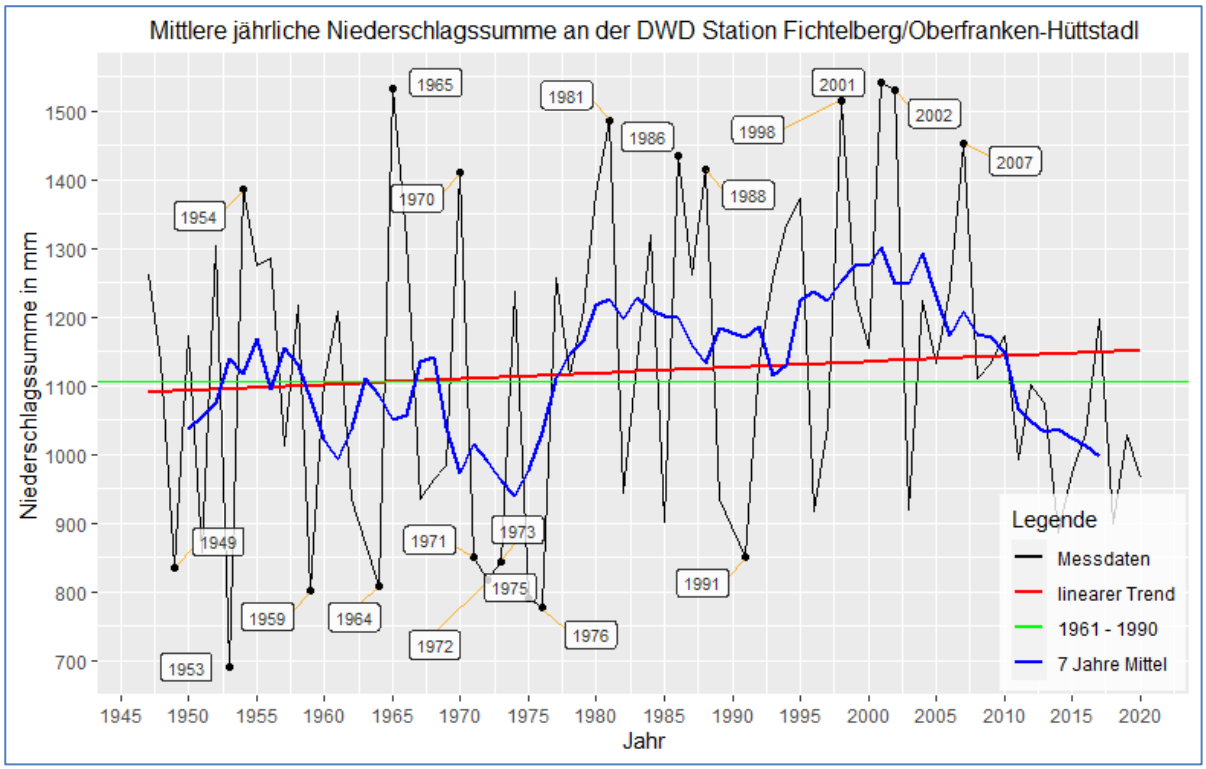
Die Modellprojektionen (Abbildung 29, Tabelle 11) weisen unabhängig vom betrachteten RCP-Szenario auch vor dem Hintergrund der großen Unsicherheiten (grau hinterlegter Wertebereich aller Modelle) keinen eindeutigen Trend auf. So wird beispielsweise für den Naturraum Fränkische Alb im RCP-2.6-Szenario für die ferne Zukunft (2071–2100) eine leichte Zunahme um 20 mm projiziert, während es beim RCP-8.5-Szenario 29 mm wären. Dies entspricht 2 bzw. 3 % des Jahresniederschlages.

Allerdings kann mit hoher Sicherheit angenommen werden, dass künftig die Niederschläge im Winterhalbjahr vermehrt als Regen anstatt als Schnee fallen und im Sommer vermehrt als Starkregen auftreten.

Tabelle 11: Veränderung des Jahresniederschlages zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Millimeter		834	875	874	898	877	880	883	896	905
Veränderung	Millim.	-	-	-1	+22	+2	+5	+8	+20	+29
	%	-	-	0	+3	0	+1	+1	+2	+3
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Millimeter		762	796	790	813	799	798	818	804	822
Veränderung	Millim.	-	-	-7	+17	+3	+1	+22	+8	+26
	%	-	-	-1	+2	0	0	+3	+1	+3
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Millimeter		896	934	910	958	930	940	937	951	935
	Millim.	-	-	-23	+24	-3	+6	+3	+17	+1

Verän-de-rung	%	-	-	-3	+3	0	+1	0	+2	0



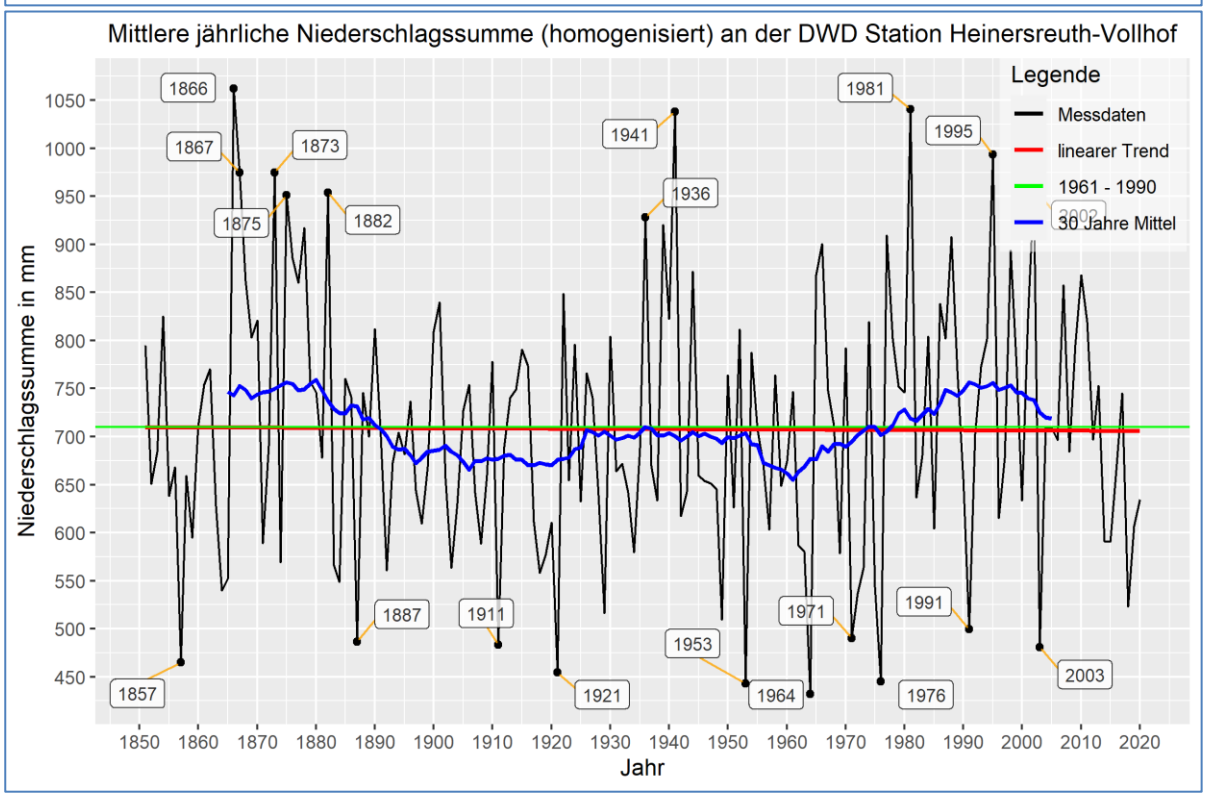
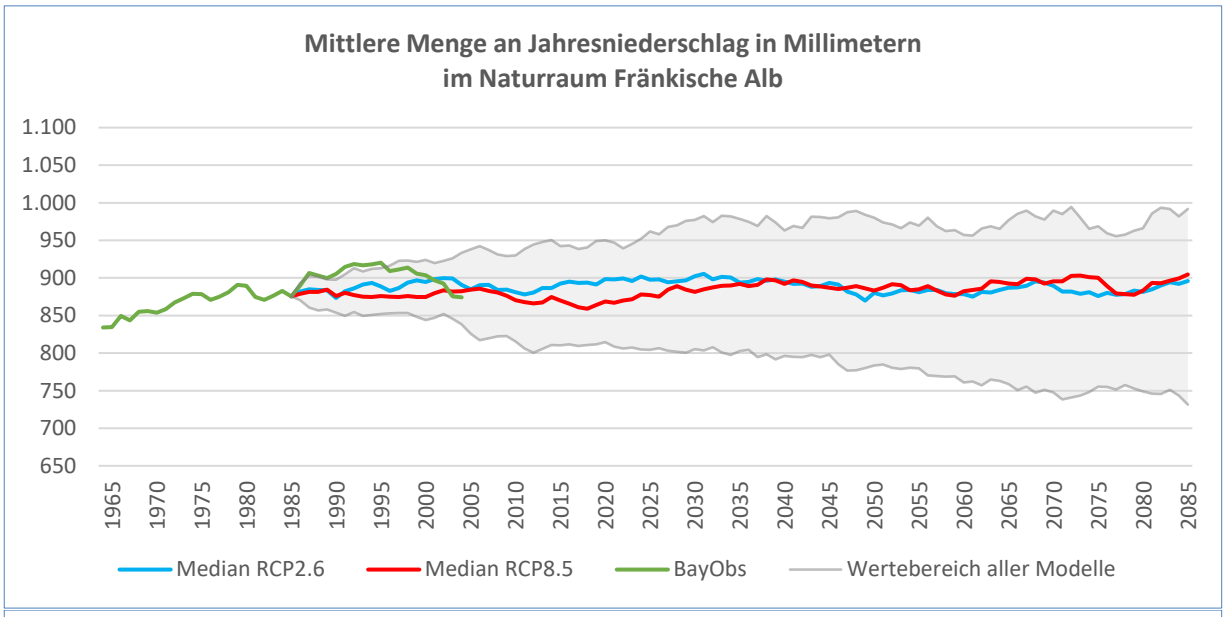
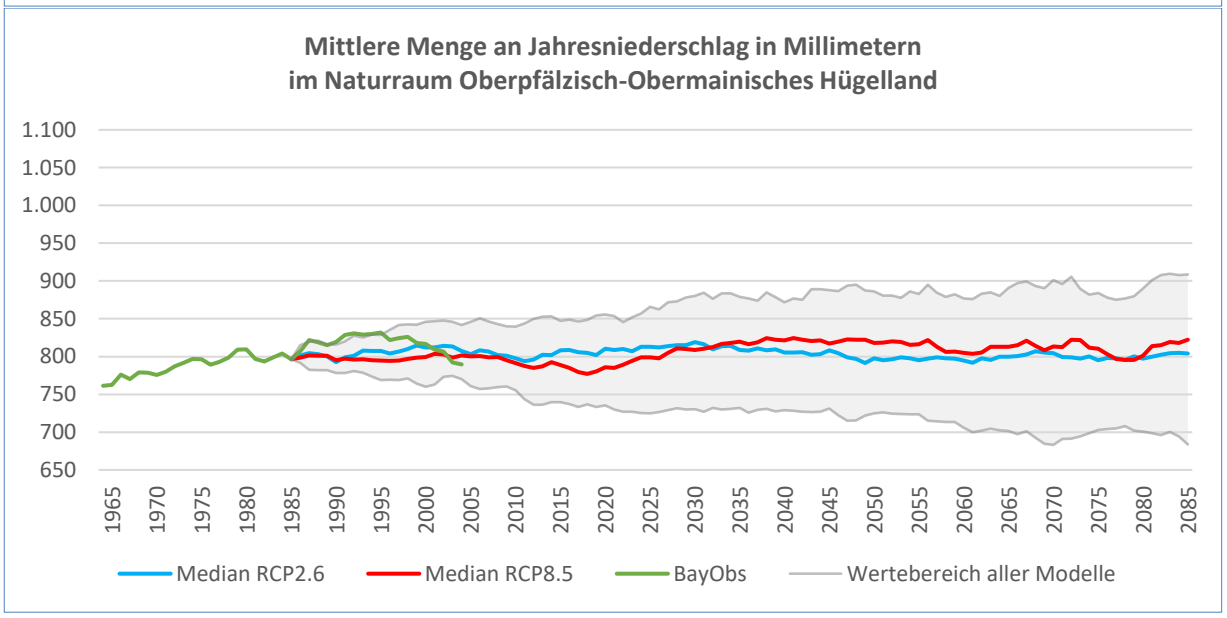


Abbildung 28: Mittlere jährliche Niederschlagssumme an den beiden DWD-Stationen (Quelle: eigene Erstellung). Hinweis: Für Heinersreuth-Vollhof liegen die homogenisierten Messwerte zu Grunde


Mittlere Menge an Jahresniederschlag in Millimetern
im Naturraum Fränkische Alb
1.100
1.050
1.000
950
900
850
800
750
700
650
1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085
Median RCP2.6
Median RCP8.5
BayObs
Wertebereich aller Modelle


Mittlere Menge an Jahresniederschlag in Millimetern
im Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland
1.100
1.050
1.000
950
900
850
800
750
700
650
1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085
Median RCP2.6
Median RCP8.5
BayObs
Wertebereich aller Modelle

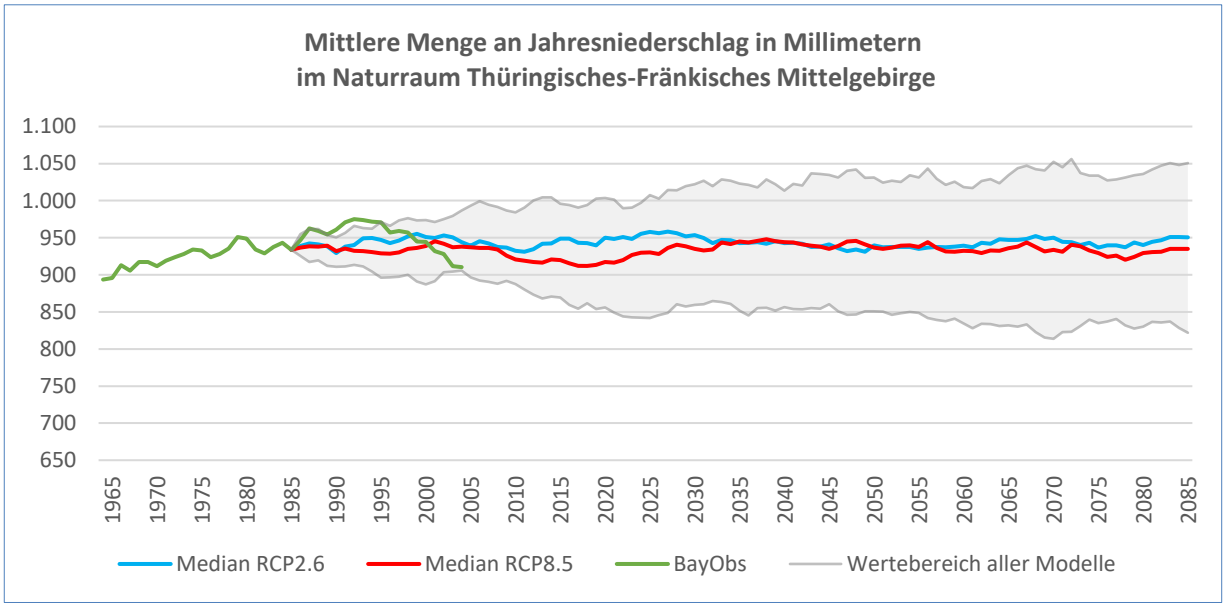


Abbildung 29: Bisheriger Verlauf und Projektionen des Jahresniederschlages in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Monatsniederschlag

Die Auswertung der mittleren Monatsniederschläge erfolgte wie schon bei den mittleren Monatstemperaturen ausschließlich auf Basis der vier Wetterstationen (Tabelle 4). Im Gegensatz zur Betrachtung ganzer Jahre liegt der Fokus nun darauf zu schauen, einerseits die mittleren Monatsniederschläge für eine bestimmte Klimaperiode zu bestimmen und diese dann andererseits mit einer oder mehreren weiteren Klimaperioden zu vergleichen. Dadurch soll ermittelt werden, ob sich etwaige Veränderungen des Jahresniederschlages gleichmäßig auf alle Monate verteilen oder es hier (größere) Unterschiede gibt. Verglichen werden in der Abbildung 30 die Zeiträume 1961-1990 (Vergangenheit) und 1991-2020 (Gegenwart) für die beiden DWD-Stationen. Im Fall der durch die Universität Bayreuth betriebenen Stationen können (im Anhang A.1.22) aufgrund der zu kurzen Zeitreihe nur die mittleren Monatsniederschläge seit Messbeginn dargestellt werden.

Die Betrachtung beider DWD-Stationen zeigt für die einzelnen Monate ein sehr heterogenes Bild bezüglich der Veränderung der Niederschlagssummen. So lassen sich Monate mit einer Zunahme, Abnahme oder auch keiner Veränderung finden. Hinzu kommt, dass es sich je nach Station nicht um dieselben Ausprägungen derselben Monate handelt. Am prägnantesten ist die Niederschlagsveränderung im April. Hier lässt sich in den letzten 30 Jahren eine deutliche Abnahme von 52 auf 35 mm (Heinersreuth-Vollhof) und von 76 auf 56 mm (Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl) feststellen. Auf der anderen Seite sind in den Monaten Juli und September bei beiden Stationen die Niederschläge von 72 auf 89 mm (Juli) bzw. 50 auf 65 mm (September) sowie von 96 auf 105 mm (Juli) bzw. 81 auf 95 mm (September) gestiegen. Kaum Veränderungen gibt es z. B. im Mai und November. Insbesondere der deutliche Rückgang im April ist kritisch zu sehen, da die Vegetation gerade zu Beginn ihres Wachstums ausreichend Wasser benötigt.

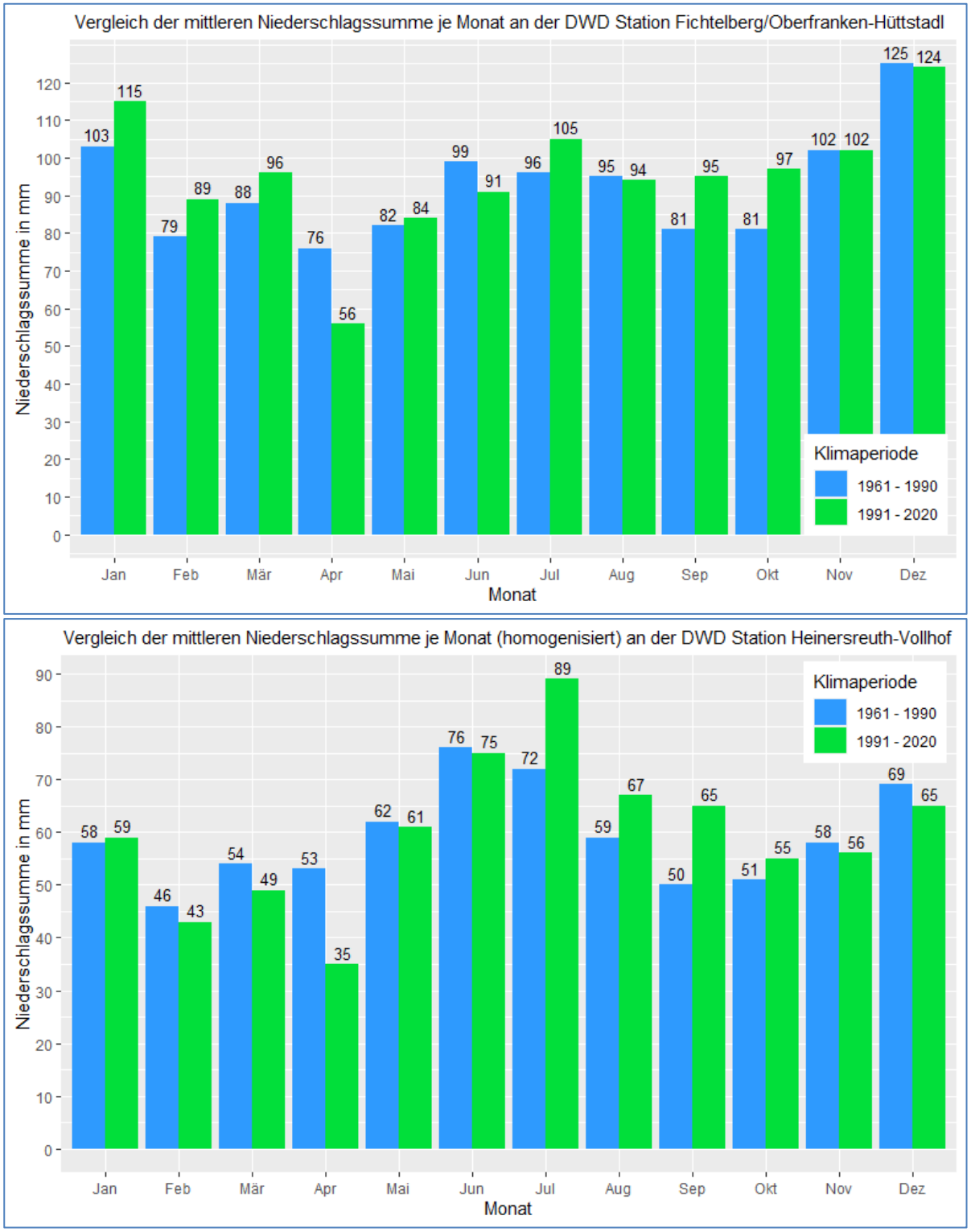


Abbildung 30: Vergleich der mittleren Monatsniederschläge für die Klimaperioden von 1961-1990 und 1991-2020 am Beispiel der beiden DWD-Stationen (Quelle: eigene Erstellung). Hinweis: Für Heinersreuth-Vollhof liegen die homogenisierten Messwerte zu Grunde

Starkregentage 25 mm

Starkregentage sind hier definiert als Tage mit einer Tagesniederschlagssumme größer 25 mm. Diese Tagessummen können ganzjährig insbesondere in Staulagen auftreten. Höhere Lufttemperaturen begünstigen allerdings das Potenzial für *konvektive Starkregenereignisse*, da die Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann.

Die Auswertung der beiden DWD-Stationen (Abbildung 31) zeigt, dass die Anzahl der Starkregentage seit Messbeginn leicht zugenommen hat. Es gibt hier jedoch große Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren. Seit Messbeginn 1879 gab es an der Station Heinersreuth-Vollhof nur zwei Jahre, an denen mehr als vier Starkregentage auftraten (1995: fünf, 2002: sieben). Zahlreiche Jahre weisen sogar gar keine Starkregentage auf. An der Station Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl ist die Anzahl insgesamt aufgrund der Höhenlage auf einem höheren Niveau. 2002 bildet mit 15 Starkregentagen auch hier den bisherigen Rekord. Demgegenüber gab es nur 1975 und 1985 keinen Starkregentag.

Ganz besonders für Aussagen zur zukünftigen Entwicklung von Extremereignissen wie *Starkniederschlägen* gilt allerdings eine hohe Unsicherheit. Klimamodelle sind geeignet, mittlere klimatische Zustände über 30 Jahre zu projizieren und nur bedingt in der Lage, Aussagen für einzelne intensive Starkniederschlagsereignisse zu treffen. Zur zukünftigen Entwicklung der Intensität und der Häufigkeit von Starkniederschlägen kann jedoch allgemein angenommen werden, dass das Potenzial für solche Ereignisse zunehmen wird. Die Atmosphäre ist aufgrund höherer Temperaturen in der Lage, mehr Feuchtigkeit aufzunehmen und in Form von konvektiven Starkniederschlägen abzugeben. Quantitative Aussagen zur künftigen Intensität und Häufigkeit solcher Ereignisse sind für den Landkreis Bayreuth gegenwärtig mit den Klimamodellberechnungen noch nicht belastbar darzustellen.

Dennoch bestätigen die Modelle die Annahme, dass es bei einer künftigen Entwicklung ähnlich des RCP-8.5-Szenarios („*worst case*“, kaum Klimaschutz) zu einem Anstieg von Starkregentagen kommen wird (Abbildung 32, Tabelle 12).

Tabelle 12: Veränderung der Anzahl an Starkregentagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Tage		1,9	2,6	3,2	2,9	2,9	2,9	3,4	2,8	3,7
Veränderung	Tage	-	-	+0,5	+0,2	+0,3	+0,2	+0,8	+0,2	+1,0
	%	-	-	+19	+9	+10	+9	+28	+7	+39
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
		1,4	1,8	2,2	2,0	2,1	2,0	2,5	1,9	2,7
Veränderung	Tage	-	-	+0,4	+0,2	+0,3	+0,2	+0,7	+0,1	+0,9
	%	-	-	+24	+9	+17	+11	+38	+6	+53
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
		2,5	3,2	3,2	3,5	3,6	3,5	4,0	3,5	4,6
Veränderung	Tage	-	-	+0,0	+0,3	+0,4	+0,3	+0,8	+0,3	+1,4
	%	-	-	+1	+8	+13	+10	+26	+10	+43

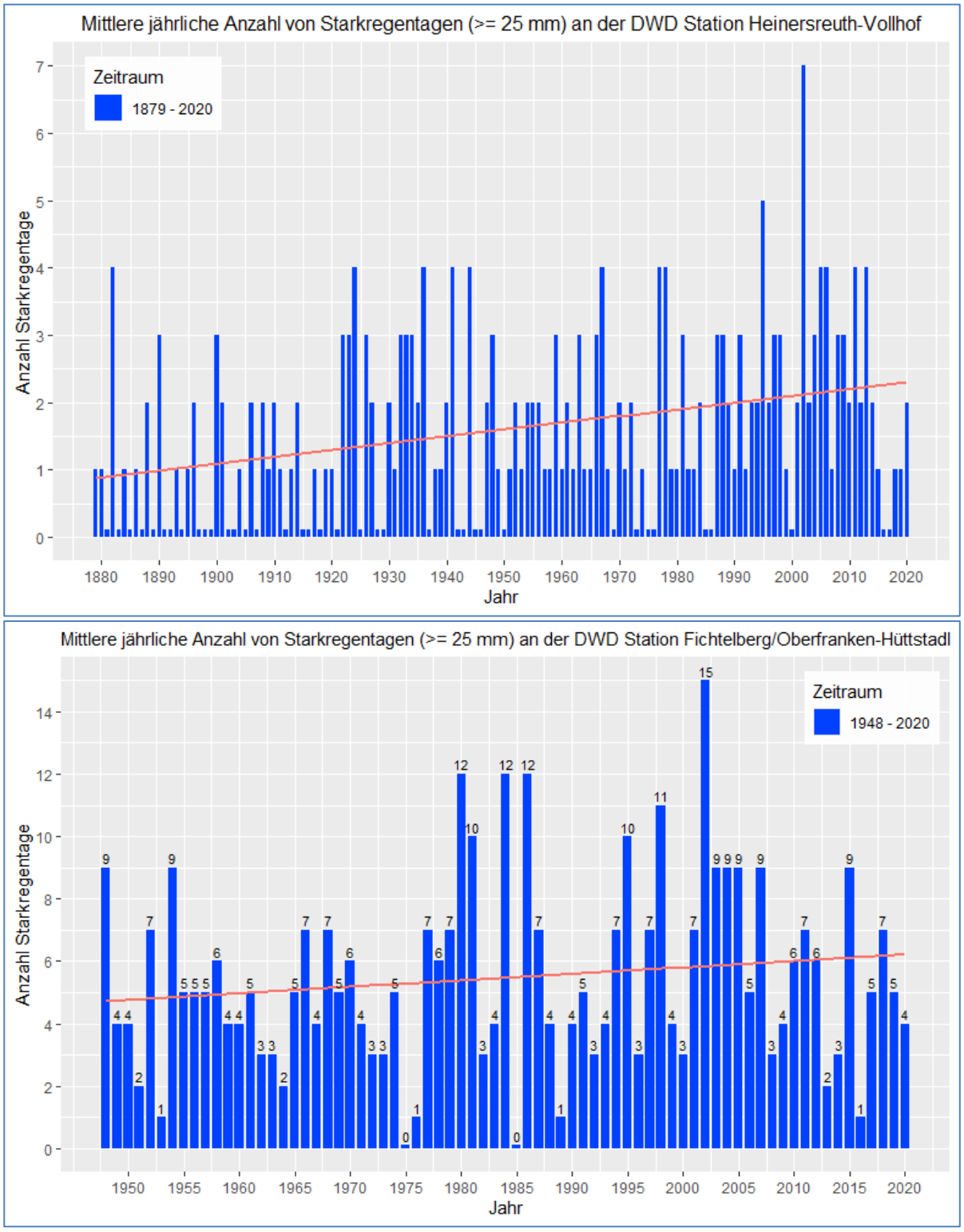


Abbildung 31: Mittlere Anzahl von Starkregentagen je Jahr an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

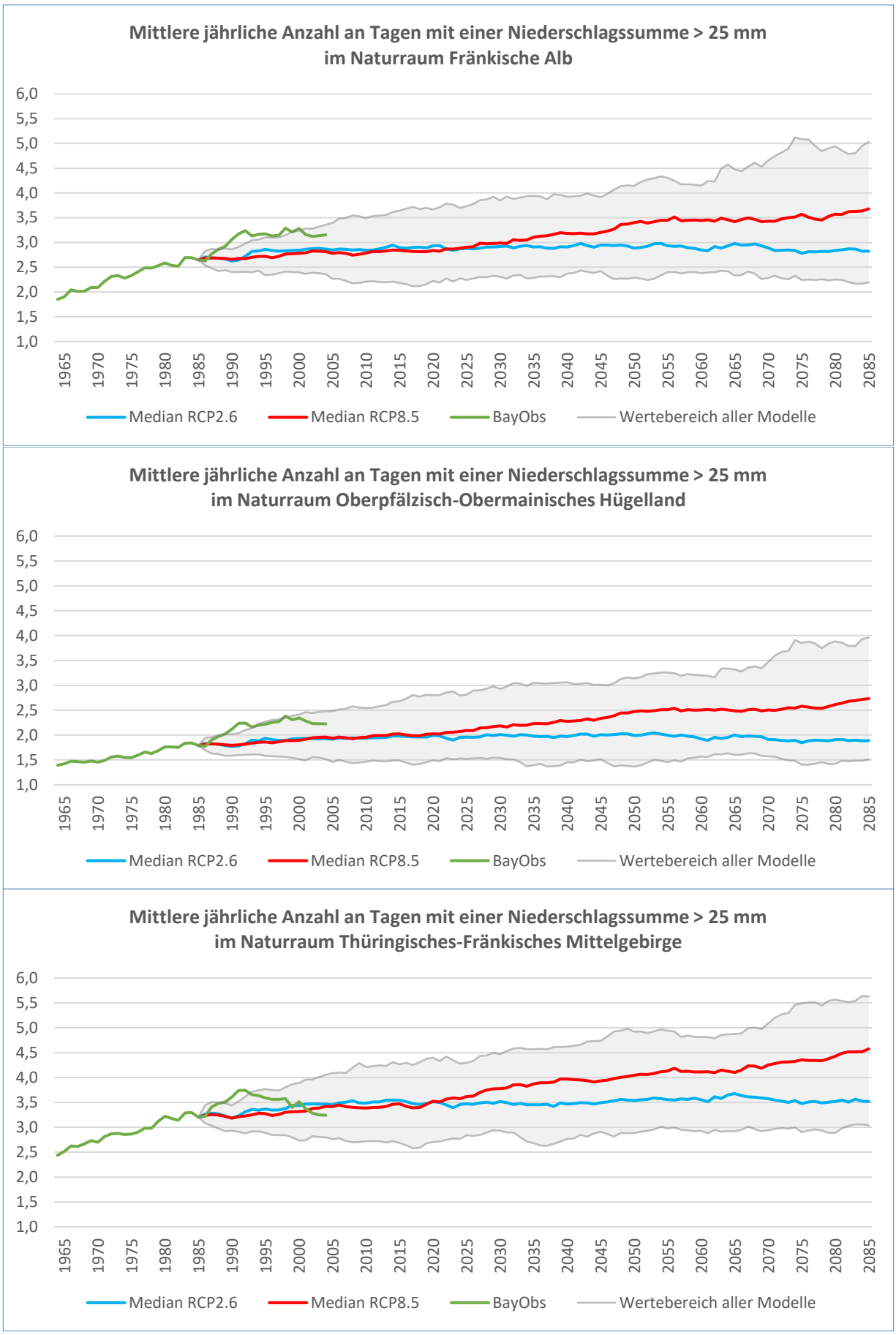


Abbildung 32: Bisheriger Verlauf und Projektionen der Anzahl von Starkregentagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

3.1.3 Klimatische Wasserbilanz

Ein komplexer Klimakennwert mit hoher Relevanz für eine Vielzahl von Handlungsfeldern ist die Klimatische Wasserbilanz (KWB). Diese ergibt sich aus der Differenz des Niederschlags und der potenziellen Verdunstung und beeinflusst maßgeblich die Wasserverfügbarkeit und damit die Vegetationsentwicklung und -vitalität. Die tatsächlichen Auswirkungen der Änderungen der Klimatischen Wasser-bilanz sind aber im hohen Maß von den lokalen Standorteigenschaften wie Bodenart und Grundwasseranbindung abhängig.

Für die Vergangenheit liegen für diesen Klimakennwert keine Informationen vor, da Messdaten für die potenzielle Verdunstung erst ab der Klimaperiode 1971-2000 verfügbar sind und hier nur einen einzigen gemittelten Wert für den Gesamtzeitraum liefern. Zudem gibt es im Landkreis Bayreuth auch keine Stationsmessdaten für die KWB, wodurch ausschließlich auf die Projektionen der Klimamodelldaten zurückgegriffen werden kann.

Im ***Median*** wird für die mittlere jährliche Klimatische Wasserbilanz keine wesentliche Änderung für alle Szenarien projiziert (Abbildung 33, Tabelle 13), was durch die angenommenen höheren Winterniederschläge und damit einer Verbesserung der Wasserbilanz im Winterhalbjahr begründet werden kann (Abbildung 34, Tabelle 14).

Anders fällt die Annahme für das Sommerhalbjahr aus; hier wird eine leichte bis mittlere Verschlechterung der Klimatischen Wasserbilanz projiziert (Abbildung 35,

Tabelle 15). Durch die projizierte Temperaturzunahme im Sommerhalbjahr bei gleichzeitigem Rückgang der Niederschlagssumme wird mit einer Abnahme von bis zu 50 mm im Szenario RCP8.5 („weiter-so"-Szenario) in der fernen Zukunft gerechnet, auch unabhängig von der Unsicherheit, die für die zukünftige Niederschlagsentwicklung gilt. Betrachtet man den Wertebereich der Modellrechnungen für das Sommerhalbjahr, wird deutlich, dass einzelne Modelläufe für den Landkreis Bayreuth auch mit einem Defizit der Klimatischen Wasserbilanz von bis zu 280 mm zum Ende des Jahrhunderts rechnen (Abbildung 35). Dies zeigt eindrucksvoll, dass die Unsicherheit vor allem darin begründet liegt, wie stark das Defizit der KWB letztlich ausfallen wird. Eine Zunahme gilt hingegen als unwahrscheinlich, was auch durch die geringe Bandbreite nach oben verdeutlicht wird.

Tabelle 13: Veränderung der Klimatischen Wasserbilanz des Gesamtjahres zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Millimeter		-	298	-	307	292	278	292	299	284
Veränderung	Millim.	-	-	-	+9	-6	-21	-6	+1	-14
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Millimeter		-	207	-	213	202	183	215	192	199
Veränderung	Millim.	-	-	-	+5	-5	-25	+8	-16	-9
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Millimeter		-	382	-	395	372	361	371	381	352

Verän-de-rung	Millim.	-	-	-	+13	-9	-20	-11	-1	-30

Tabelle 14: Veränderung der Klimatischen Wasserbilanz des Winterhalbjahres zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Millimeter		-	311	-	316	304	311	330	328	352
Verän-de-rung	Millim.	-	-	-	+4	-7	-1	+18	+17	+41
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Millimeter		-	250	-	257	244	250	264	262	284
Verän-de-rung	Millim.	-	-	-	+8	-6	0	+14	+13	+34
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Millimeter		-	350	-	360	345	351	369	366	383
Verän-de-rung	Millim.	-	-	-	+9	-5	+1	+19	+16	+33

Tabelle 15: Veränderung der Klimatischen Wasserbilanz des Sommerhalbjahres zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Millimeter		-	-9	-	-26	-20	-37	-29	-35	-63
Verän-de-rung	Millim.	-	-	-	-17	-11	-28	-20	-26	-54
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Millimeter		-	-39	-	-56	-50	-66	-54	-72	-79
Verän-de-rung	Millim.	-	-	-	-17	-11	-26	-15	-32	-40
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Millimeter		-	36	-	20	19	15	11	17	-17
Verän-de-rung	Millim.	-	-	-	-16	-17	-21	-25	-19	-52

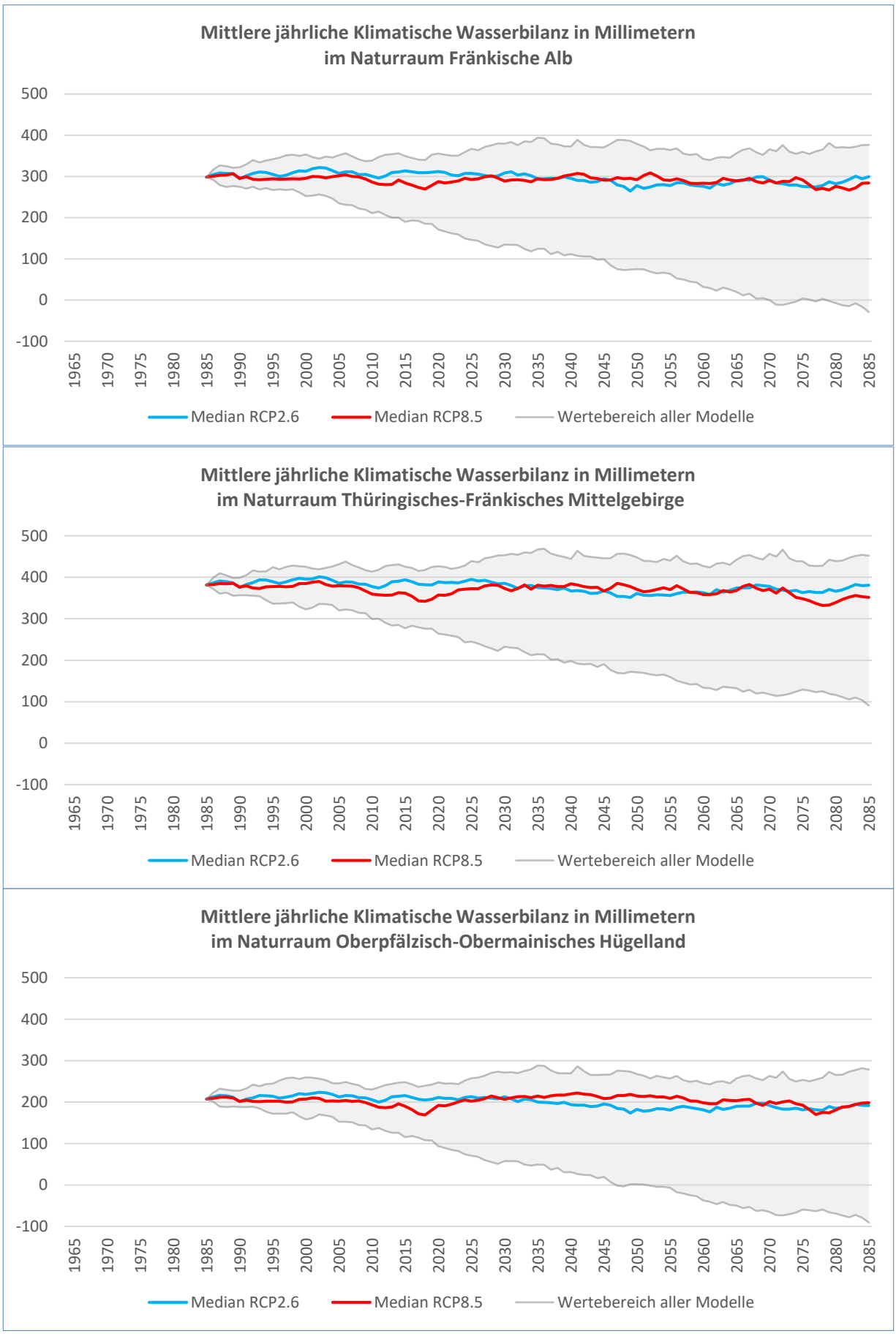


Abbildung 33: Projektionen der jährlichen KWB in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

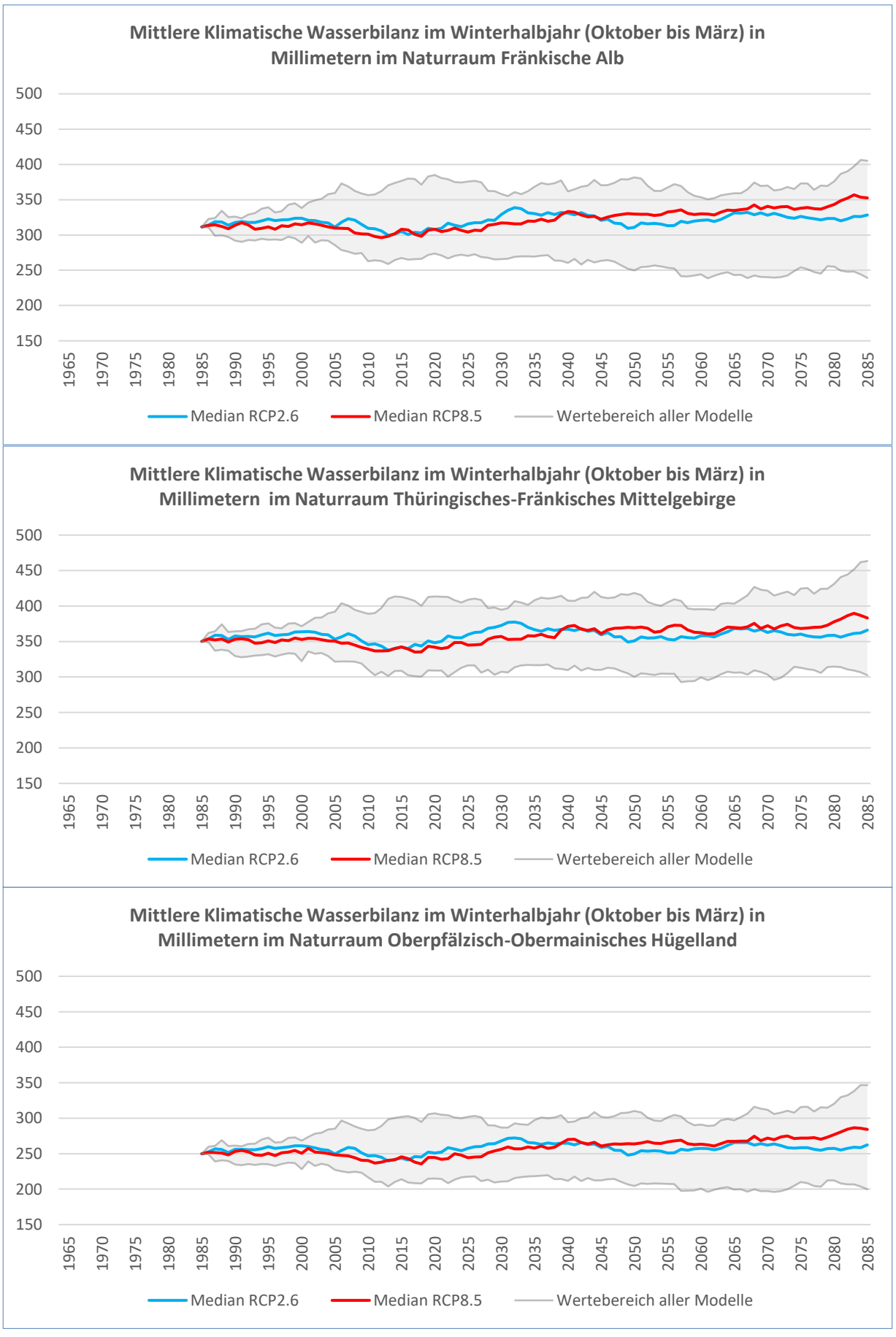


Abbildung 34: Projektionen der KWB im Winterhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

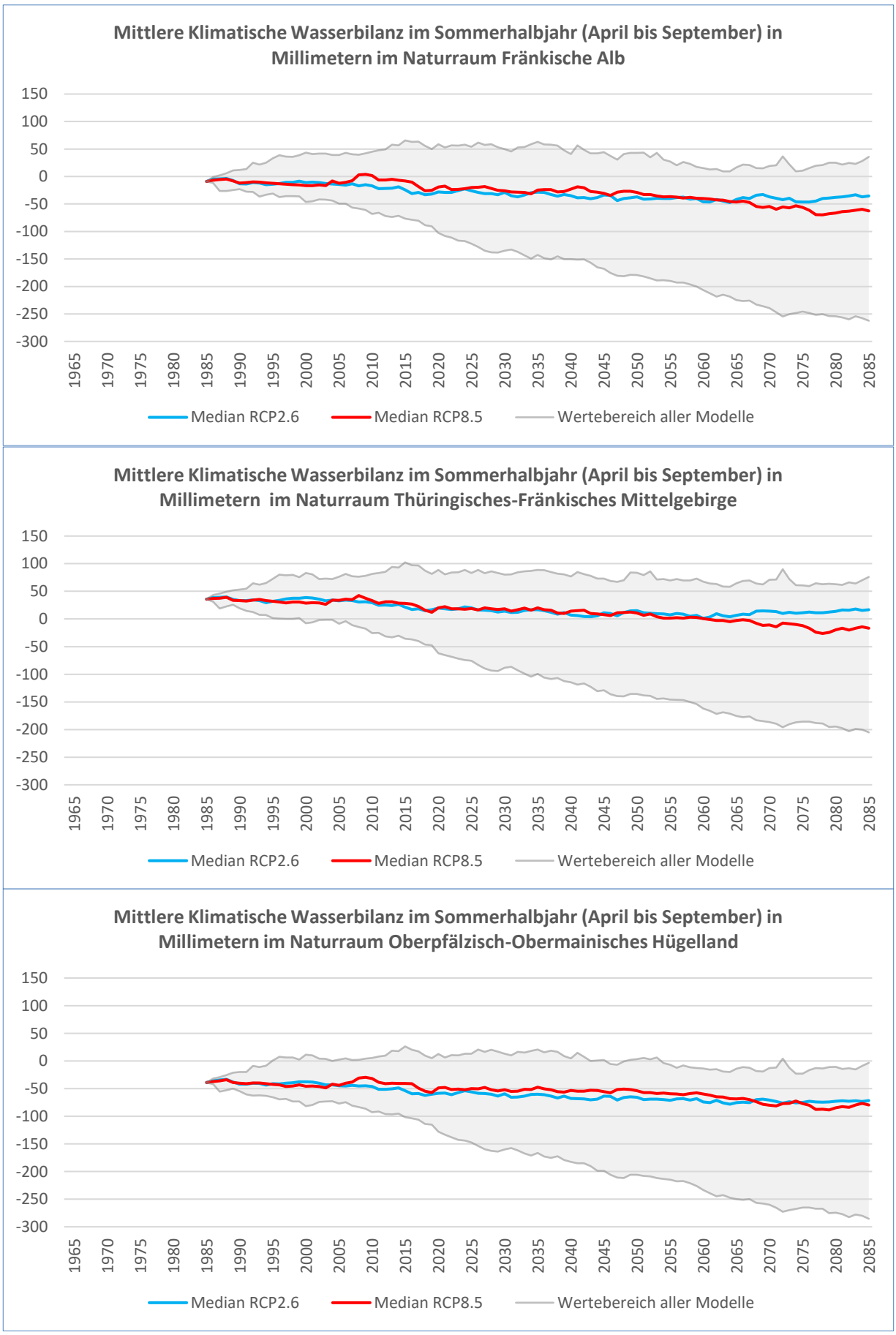


Abbildung 35: Projektionen der KWB im Sommerhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

3.1.4 Wind

Neben der zukünftigen Entwicklung von (Stark)-Niederschlägen (siehe Kapitel 3.1.2) gelten Aussagen zur zukünftigen Entwicklung der mittleren Windgeschwindigkeiten und insbesondere für die Häufigkeit und Intensität von Sturmereignissen als kaum belastbar. Die für den Landkreis Bayreuth berechneten Veränderungen des Jahresmittels der Windgeschwindigkeit sind zudem so gering (Abbildung 36, Tabelle 16), dass diese als „Modellrauschen" der Klimamodelle betrachtet werden können und daraus keine belastbaren Aussagen zur Entwicklung der Windgeschwindigkeiten möglich sind.

Somit ist es beim Thema Wind angebrachter Messdaten aus der Vergangenheit zu betrachten und daraus entsprechende Schlüsse zu ziehen. Als Kennwert wurden hierbei die Sturmtage gewählt. Sturmtage werden erfasst, sobald die maximale Windgeschwindigkeit an einem Tag mehr als 17,2 m/s beträgt (entspricht 62 km/h bzw. Windstärke 8).

Im Gegensatz zur Temperatur und zum Niederschlag liegen Messwerte zur Windgeschwindigkeit lediglich für die beiden DWD-Stationen und jeweils nur kurze Zeiträume (1979-1996 bzw. 1995-2020) vor (Abbildung 36). Dennoch lassen sich auch mit dieser begrenzten Datenlage interessante Erkenntnisse gewinnen. So wurde an der Station Heinersreuth-Vollhof in den Jahren 1979-1996 ein leichter Rückgang der Sturmtage festgestellt, während an der Station Fichtelberg/Oberfranken-Hüttstadl ein erheblicher Rückgang der Sturmtage erkennbar ist. Traten in den 1990er Jahren und Anfang der 2000er noch regelmäßig mehr als 20 oder gar 30 Sturmtage auf, waren es seit 2009 maximal 13. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die Zunahme hochdruckgeprägter, windschwacher Wetterlagen.

Tabelle 16: Veränderung der mittleren Windgeschwindigkeit zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Meter pro Sekunde		-	2,11	-	2,10	2,09	2,09	2,09	2,09	2,10
Veränderung	m/s	-	-	-	0,00	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
	%	-	-	-	-0,18	-0,88	-0,68	-0,66	-0,70	-0,40
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Meter pro Sekunde		-	1,86	-	1,85	1,84	1,85	1,84	1,84	1,84
Veränderung	m/s	-	-	-	-0,01	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01
	%	-	-	-	-0,36	-0,85	-0,59	-0,86	-0,74	-0,68
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Meter pro Sekunde		-	2,11	-	2,10	2,09	2,10	2,09	2,10	2,08
Veränderung	m/s	-	-	-	-0,01	-0,02	-0,01	-0,03	-0,02	-0,04
	%	-	-	-	-0,47	-1,10	-0,64	-1,24	-0,81	-1,74

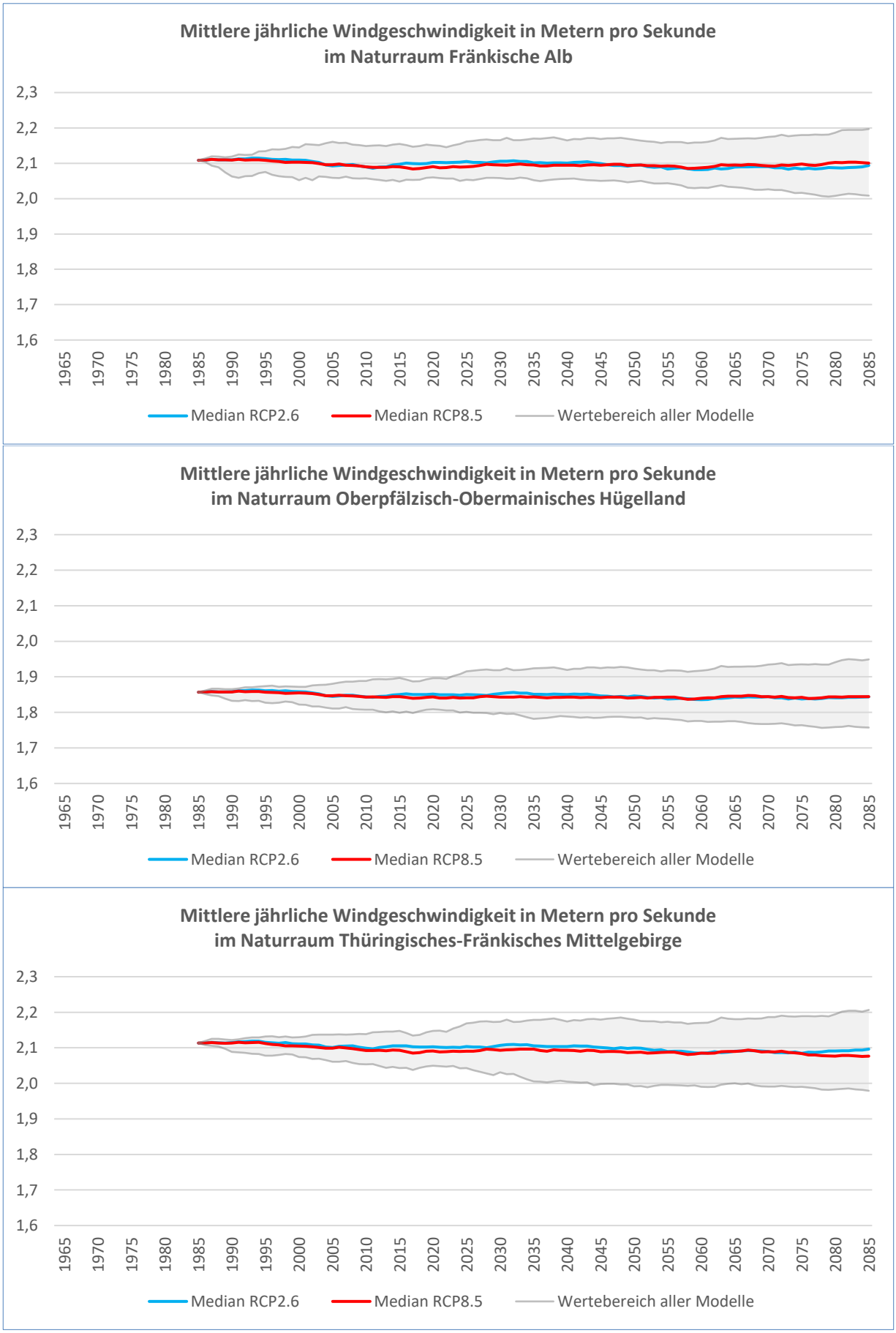


Abbildung 36: Projektionen der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

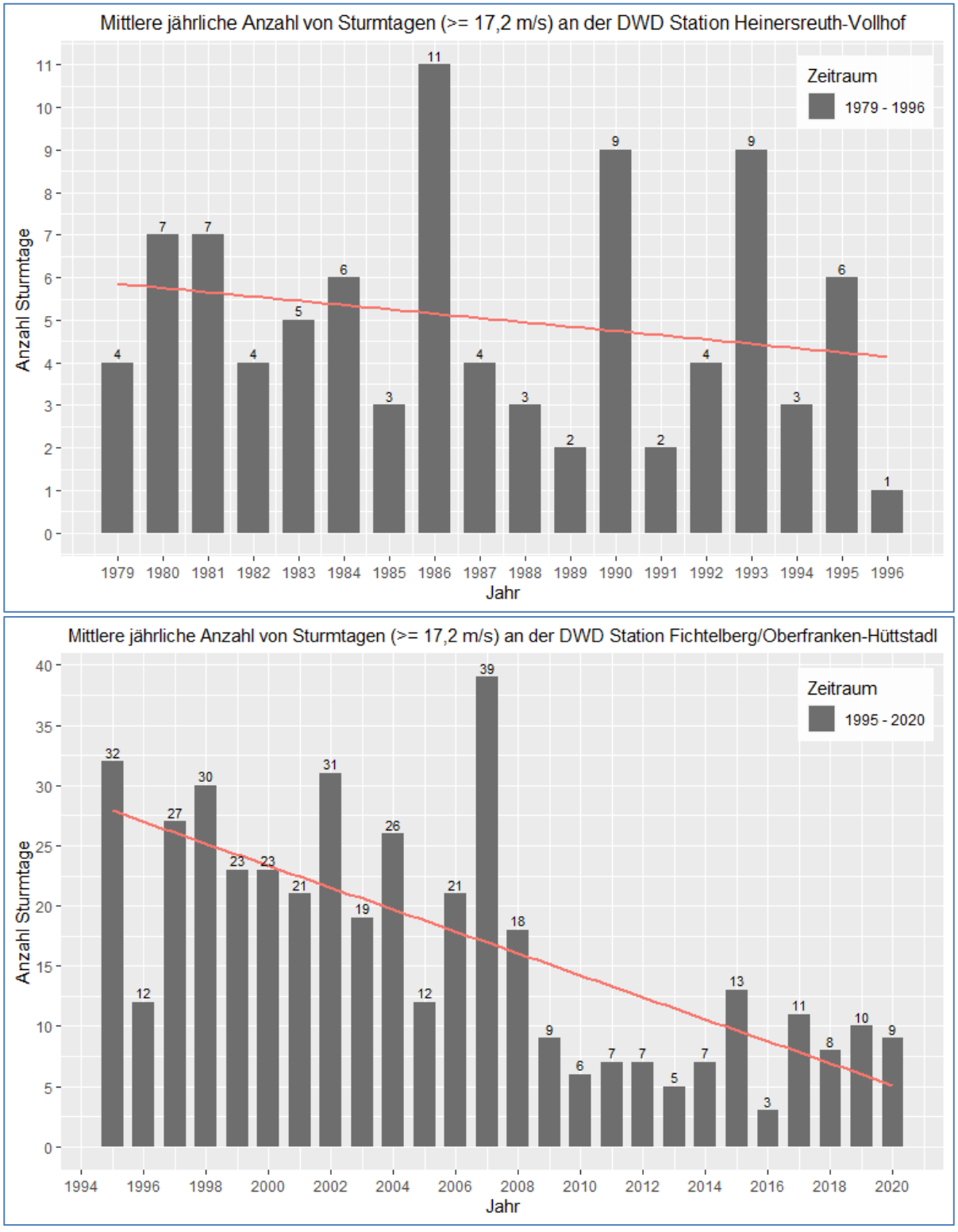


Abbildung 37: Mittlere Anzahl von Sturmtagen an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

3.1.5 Hoch- und Niedrigwasser

Hochwasser

Exemplarisch soll für die Betrachtung der Hoch- und Niedrigwasserereignisse im Landkreis Bayreuth der Pegel Untersteinach (Warme Steinach, ein Vorfluter des Roten Mains) aufgrund seines guten Datenzeitraums (seit November 1952) betrachtet werden.

Aus den Daten des Pegels Untersteinach (Warme Steinach) lässt sich kein Trend in der Häufigkeit der Hochwasserereignisse ableiten (Abbildung 38). Das bisher höchste Hochwasser hat sich am 15.06.2020 (HHQ-Abfluss: 27,4 m³/s) ereignet, nachdem ein schwerer Gewitterregen im Einzugsgebiet der Warmen Steinach eingetreten ist. Bereits am 14.06.2020 traten schwere Gewitterregen auf, der erneute extreme Niederschlag am 15.06.2020 führte zu einer bis dahin nicht gemessenen Abflussspitze (rote Vertikale am rechten Diagrammrand).

Weitere historische Hochwasserereignisse traten am Pegel Untersteinach nach Informationen des Hochwassernachrichtendienstes Bayern an den folgenden Daten auf:

- 08. Dezember 1974: 26,1 m³/s
- 21. Dezember 1993: 19,6 m³/s
- 28. Januar 2002: 19,9 m³/s
- 28. Mai 2006: 22,8 m³/s
- 14. Januar 2011: 21,4 m³/s

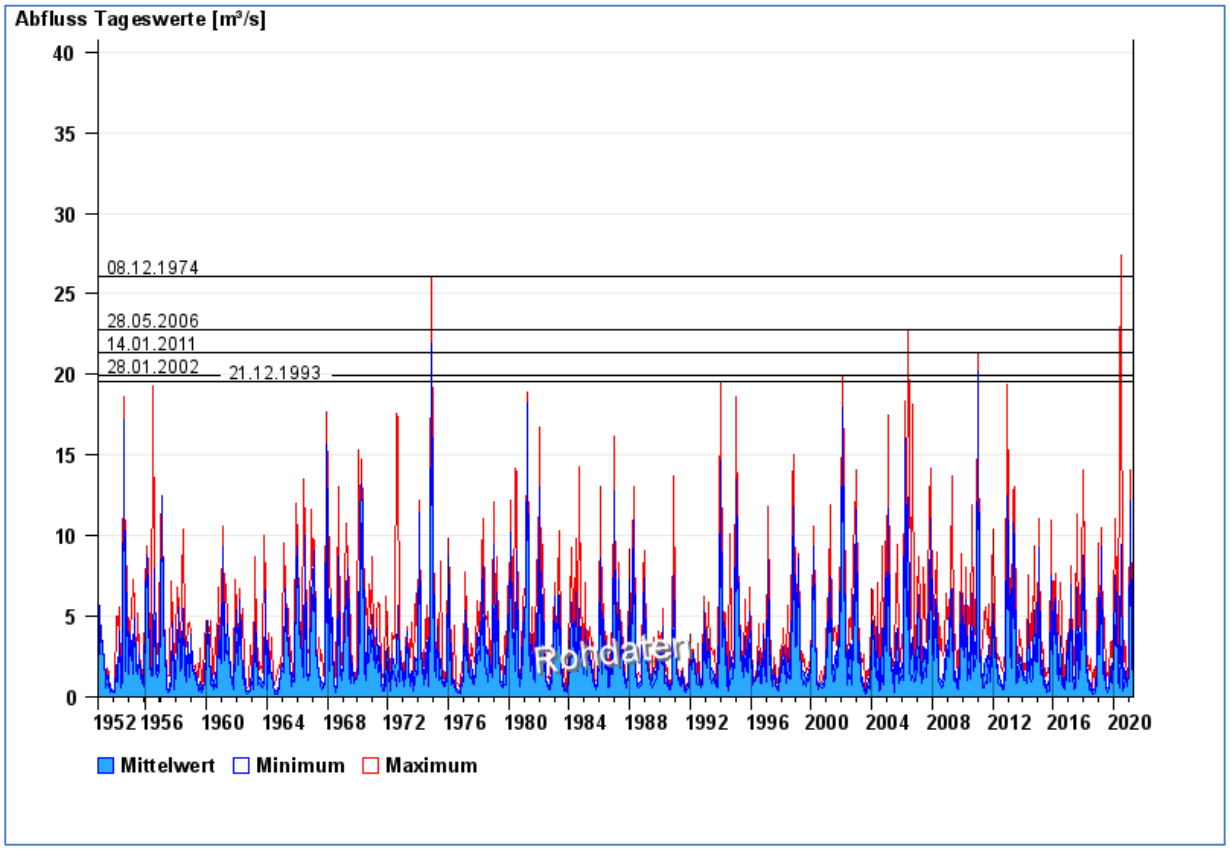


Abbildung 38: Abflusswerte am Pegel Untersteinach (Warme Steinach) vom 01.11.1952 bis zum 22.04.2021 (Quelle: Hochwassernachrichtendienst Bayern, https://www.hnd.bayern.de)

Allein aus der allgemeinen Annahme, dass durch das klimawandelbedingte höhere Temperaturniveau der Atmosphäre, höhere Niederschlagsintensitäten möglich sind,

lässt sich keine Ursache für ein einzelnes Ereignis ableiten. Es kann nur angenommen werden, dass potenziell häufigere und intensivere *konvektive* Niederschlagereignisse zukünftig auftreten werden (Abbildung 39). Gerade in kleineren Einzugsgebieten kann dies jedoch zu extremen Abflussspitzen und lokalen Überschwemmungen führen.

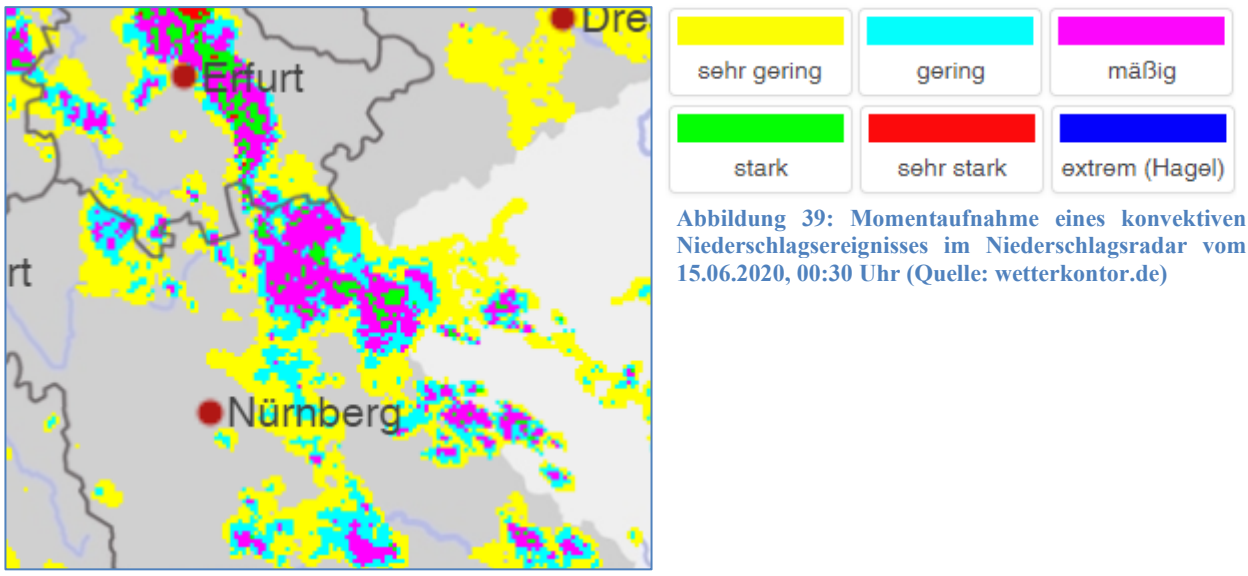
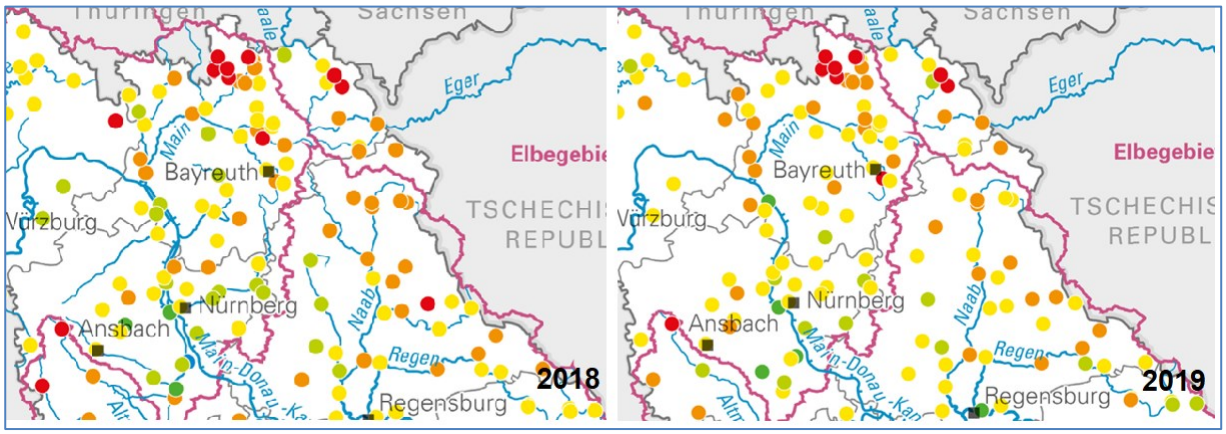


Abbildung 39: Momentaufnahme eines konvektiven Niederschlagsereignisses im Niederschlagsradar vom 15.06.2020, 00:30 Uhr (Quelle: wetterkontor.de)

Niedrigwasser

Im Landkreis Bayreuth traten in den Jahren 2018 und 2019 verbreitet Phasen mit vergleichsweise niedrigen Pegelständen auf. Ursächlich sind die deutlichen Niederschlagsdefizite der Frühjahrs- und Sommermonate. Das im außergewöhnlichen Trockenjahr 2018 aufgebaute Wasserdefizit in den Grund- und Bodenwasserspeichern konnte in den Wintermonaten 2018/2019 nicht ausgeglichen werden. Nachfolgend sorgte das ebenfalls zu trockene Jahr 2019 mit extremen Hitzeperioden für weitere Niedrigwasserstände in der Region Bayreuth (Abbildung 40).



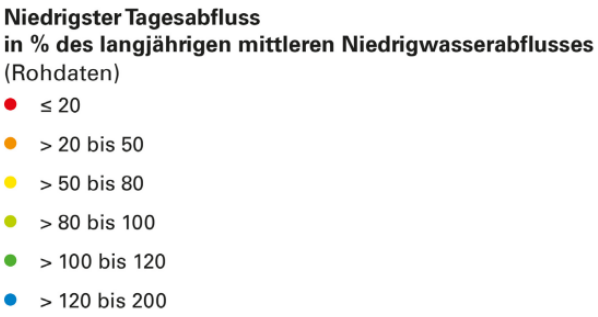


Abbildung 40: Niedrigster Tagesabfluss der Kalenderjahre 2018 (links) und 2019 (rechts) (Quelle: LfU 2020b)

Blickt man auf die niedrigsten gemessenen Tagesabflüsse (NQ: Niedrigster Tagesabfluss im untersuchten Zeitraum), dann traten laut Hochwassernachrichtendienst Bayern absolut betrachtet die niedrigsten Tages-Abflusswerte am Pegel Untersteinach in einer Phase zwischen 1953 bis 1965 auf:

- 1953: 0,07 m^3/s
- 1959: 0,09 m^3/s
- 1962: 0,04 m^3/s
- 1964: 0,05 m^3/s
- 1965: 0,08 m^3/s

Auch in den Jahren 2018 und 2019 wurde annähernd dieses niedrige Abflussniveau über einen längeren Zeitraum erreicht.

Ähnlich zur Betrachtung von Hochwasserereignissen ist die direkte Korrelation zwischen dem fortschreitenden Klimawandel und einzelnen Phasen extremer Niedrigwasserstände nur schwer herzuleiten. Eine Aussage zur zukünftigen Entwicklung solcher Ereignisse kann aufgrund der komplexen Prozesse im Bodenwasserhaushalt, im Zusammenhang mit wahrscheinlich häufigeren und extremeren konvektiven Niederschlagsereignissen in den Frühjahrs- und Sommermonaten, nicht seriös getroffen werden.

3.2 Auswirkungen auf die kommunalen Handlungsfelder

Im Folgenden werden die allgemein erwarteten Auswirkungen des projizierten Klimawandels auf die kommunalen Handlungsfelder kurz beschrieben. Dabei wird sich auf aktuelle Veröffentlichungen, besonders auf die Monitoringberichte zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (UBA 2015a, 2019), den Klima-Report Bayern (STMUV 2015, 2020) und die Bayerische Klimaanpassungsstrategie (STMUV 2016) bezogen. Die Wahl der Handlungsfelder (z. B. Menschliche Gesundheit, Wasserwirtschaft) orientiert sich an den Vorgaben der Deutschen Anpassungsstrategie (BBD 2008). Auf die Darstellung von, für den Landkreis Bayreuth, nicht oder minder relevanten Handlungsfeldern wie Fischerei, Küstenschutz und Georisiken wurde verzichtet.

3.2.1 Menschliche Gesundheit

Die Gesundheit der Bevölkerung ist auf unterschiedliche Weise vom Klimawandel betroffen. Die Klimafolge, die die meisten Menschen treffen wird, sind Extremereignisse in Form von Hitzewellen. Diese treten heute bereits auf, werden künftig jedoch häufiger auftreten und länger andauern. Die Auswirkungen von Hitzewellen sind spätestens seit dem Sommer 2003 im Bewusstsein verankert. Langanhaltender Hitzestress führt verstärkt zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit einer erhöhten Mortalität.

Gefährdet sind vor allem Risikogruppen wie Senioren bzw. alleinstehende ältere und pflegebedürftige Menschen, Säuglinge und Kleinkinder, chronisch Kranke oder Menschen in Außenberufen. Aber auch für gesunde Erwachsene hat die Hitze negative

Auswirkungen in Form von geminderter Leistungsfähigkeit und herabgesetztem Wohlbefinden. Gleichzeitig ist der Hitzestress in städtischen Umgebungen stärker, da durch die versiegelten und insbesondere überbauten Flächen mehr Energie als Wärme aufgenommen und gespeichert wird, während die Durchlüftung herabgesetzt ist (***Wärmeinsel***effekt).

Als Klimafolge kann auch das erhöhte Sonnenbrand- und Hautkrebsrisiko gelten, das durch die stärkere Sonneneinstrahlung bzw. die enthaltenen kurzwelligen UV-Anteile verursacht wird. Für Asthmatiker und Allergiker wird sich die Beschwerdezeit verlängern, da die Pollensaison aufgrund der steigenden Jahresdurchschnittstemperatur früher beginnen und länger andauern wird. Auch ist die Ausbreitung allergieauslösender Pflanzen und Tiere in den letzten Jahren vermehrt zu beobachten, z. B. der Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) oder des Eichen-Prozessionsspinners (*Thaumetopoea processionea*) (Abbildung 41).

Ebenfalls eine Folge der steigenden Temperaturen sind neue Lebensräume, die sich Krankheitsüberträger (Vektoren) wie Stechmücken, Wanzen oder Zecken erschließen, z. B. die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*, Abbildung 42). Mildere Winter bewirken zudem längere jährliche Aktivitätsperioden. Als von den Vektoren transportierte Krankheitserreger sind z. B. Borrelien sowie Hanta- und FSME-Viren zu nennen. Zunehmende Verkehrs- und Warenströme fördern das Vordringen nicht-heimischer Erreger.

Abbildung 41 (links): Zeichnung der Asiatischen Tigermücke (Quelle: James Gathany / CDC 2000)
Abbildung 42(rechts): Warntafeln bzgl. des Eichenprozessionsspinners (Quelle: Jetti Kuhlemann / pixelio.de)

Andere ***Extremereignisse*** wie Stürme, ***Starkniederschläge***, Hagel oder Hochwasser bergen zusätzliche Gefahren für Leib und Leben in direkter Form, z. B. durch Verletzungen oder indirekt durch psychische Belastung in Folge des Ereignisses (z. B. bei Verlust oder Beschädigung von Eigentum).

Als Chance der höheren Temperaturen ist eine Abnahme der gesundheitlichen Belastungen durch Kälte im Winterhalbjahr zu sehen. Ob diese Chance allerdings die gesundheitlichen Risiken durch zunehmenden Hitzestress im Sommer ausgleichen oder überwiegen wird, ist äußerst kritisch zu betrachten.

3.2.2 Landwirtschaft

Das Handlungsfeld Boden und Landwirtschaft ist durch die Folgen des Klimawandels sehr vielseitig betroffen, sowohl in Bezug auf Risiken als auch auf Chancen.

Die Erhöhung der Jahresmitteltemperatur hat unterschiedliche Auswirkungen für die Landwirtschaft. Sie bewirkt als Chance die Verlängerung der ackerbaulichen ***Vegetationsperiode*** und somit die Erhöhung der Erträge bestehender Sorten (z. B. Mais), die Möglichkeit neue Sorten zu etablieren und Sonderkulturen wie Wein verstärkt anzubauen. Ob diese günstigen Bedingungen pflanzenbaulich genutzt werden können, hängt auch in starkem Maße von der Wasserverfügbarkeit für die Pflanzen ab. Gleichzeitig wird es zu einer Abnahme von Spätfrösten kommen, was als Chance z. B. für Winter-roggen oder –weizen gesehen werden kann.

Neben dem Einfluss auf Höhe und Stabilität von Ernteerträgen, kann sich der Klimawandel auch bei der Qualität der Ernteprodukte bemerkbar machen. Veränderte Niederschlagsmuster und Temperaturverläufe nehmen Einfluss auf den Gehalt und die Zusammensetzung von Inhaltsstoffen, die wichtige Qualitätsparameter darstellen (z. B. bei Obst oder Wein).

Höhere Temperaturen und mildere Winter führen jedoch auch zur weiteren Verbreitung von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen. Für die Nutztierhaltung sind höhere Temperaturen, besonders Hitzewellen, als Risiko zu sehen, da sie zusätzlichen Hitzestress für die Tiere und erhöhte Aufwendungen für die Stallklimatisierung bedeuten. Zudem sorgen auch hier zunehmende oder neue vektorübertragene Krankheiten, z. B. Blauzungenkrankheit und Schmallenberg-Virus, für eine höhere Gefährdung.

Abbildung 43 (links): Dürreschaden an Maispflanzen (Quelle: Bob Nichols / USDA 2013)
Abbildung 44 (rechts): Bodenerosion durch Wasser (Quelle: SLULG 2016)

Steigende Temperaturen führen zu einer verstärkten Verdunstung, welche die klimatische Wasserbilanz verschlechtert und Veränderungen des Bodenwasser- und des Grundwasserhaushaltes hervorruft. Unsicherheiten herrschen in Aussagen über die zukünftige saisonale Niederschlagsentwicklung, somit besteht die Annahme, dass selbst bei zukünftig gleichbleibenden Niederschlagssummen während der Vegetationsperiode die Zunahme der Verdunstung zu einer Verschlechterung der Wasserverfügbarkeit für die Landwirtschaft führt. Dies kann zu intensiven Trockenphasen mit Dürreschäden und Ernteausfällen führen (Abbildung 43).

Zeitgleich kann es jedoch häufiger zu einem Zuviel an Wasser kommen, da Starkniederschläge wahrscheinlich an Intensität und Häufigkeit zunehmen. Dies führt über ***Erosion*** nicht nur zum Verlust wertvollen Oberbodens (Abbildung 44), sondern auch zu erosiven

Sturzfluten, die Ortslagen und Infrastrukturen überspülen und schädigen können. Übermäßige Feuchte durch Starkniederschläge sowie Hagel und Stürme verursachen zudem erhebliche Ertragsausfälle.

3.2.3 Wald und Forstwirtschaft

Die Forstwirtschaft ist ebenso wie die Landwirtschaft ein sehr naturbezogenes Handlungsfeld und seit langem mit sich ändernden Klimabedingungen vertraut. Im Gegensatz zur Landwirtschaft sind deren angebaute Arten – also Bäume – sehr viel langlebiger und machen eine frühzeitige und vorausschauende Planung notwendig. Wichtige Größen für das Handlungsfeld sind Niederschlag und Temperatur. Für den Niederschlag ist künftig mit einer leichten Verschiebung vom Sommer hin zum Winter zu rechnen. Eine Veränderung des Bodenwasserhaushaltes wäre die Folge, die z. B. zu langanhaltenden Nassphasen im Winter führen kann. Hohe Feuchtegehalte begünstigen zudem die Entstehung und Verbreitung von Schadorganismen wie Pilzen (z. B. Braun- und Rotfäule).

Die erhöhte Jahresdurchschnittstemperatur führt als Chance zu einer Verlängerung der forstlichen ***Vegetationsperiode***. Die Nutzung dieses Potenzials hängt jedoch stark von der Wasserverfügbarkeit in der Vegetationsperiode ab. Die klimatische Wasserbilanz dürfte sich unter dem Einfluss des Klimawandels jedoch im Sommerhalbjahr spürbar gegenüber der Gegenwart verschlechtern. Die veränderten Standortbedingungen schränken die Verbreitung bzw. den Anbau gering hitze- und trockenheitstoleranter Arten ein. Vor allem die Gemeine Fichte (*Picea abies*) ist unter den veränderten Bedingungen nicht angepasst, was zu Ertragseinbußen für die Forstwirtschaft führen kann, wenn diese Baumart weiterhin einen großen Anteil des Bestandes stellt.

Gleichzeitig ist mit Risiken durch häufigere Dürre- und Hitzeperioden zu rechnen, die Waldbrände begünstigen (Abbildung 45). Waldbrände entstehen zwar meist durch das Fehlverhalten von Menschen und seltener durch Selbstentzündungen, bestimmte klimatische Verhältnisse erhöhen aber die Gefahr von flächenhaften Waldbränden.

Höhere Durchschnittstemperaturen ermöglichen auch bessere Überdauerungs- und Ausbreitungsbedingungen für Schadinsekten wie Borkenkäfer, Eichen-Prozessionsspinner, Nonnenspinner oder Maikäfer. Ebenso sorgen die höheren Durchschnittstemperaturen für weniger Bodenfrost, was die Anzahl der Tage, an denen die Wege auch mit schwerem Forstgerät befahrbar sind, reduziert.

Abbildung 45 (links): Waldbrand bis hinauf zu den Baumwipfeln (Quelle: Todd Heitkamp / NOAA 2003)
Abbildung 46 (rechts): Windwurf als Folge extremer Wetterereignisse (Quelle: Gude 2007)

Extreme Wettereignisse sind neben Dürre- und Hitzeperioden auch Starkregen und Stürme. Die großen Stürme der letzten Jahre (Lothar 1999, Kyrill 2007, Emma 2008, Xynthia 2010, Niklas 2015, Fabienne 2018) haben auch in Bayern beachtliche Schäden in Form von Windbruch (Baumkronen oder Äste brechen ab) oder ***Windwurf*** (der Baum wird entwurzelt) hinterlassen (Abbildung 46). Ob und wie sich die Häufigkeit und Intensität von Sturmereignissen mit dem Klimawandel ändert, kann bisher nicht vorhergesagt werden.

3.2.4 Wasserwirtschaft

Der projizierte Klimawandel hat auch für das Handlungsfeld Wasserwirtschaft weitreichende Auswirkungen. Im Sommerhalbjahr werden die Niederschläge wahrscheinlich abnehmen, dafür im Winterhalbjahr zunehmen. Insgesamt dürfte die jährliche Niederschlagsmenge jedoch in etwa gleichbleiben. Der abnehmende Niederschlag im Sommer verringert die Grundwasserneubildung, vor allem in Bereichen mit wenig durchlässigen Böden und geringer Wasserspeicherkapazität. Dies kann auf lange Sicht auch tiefere Grundwasservorräte betreffen, die oft der Trinkwassergewinnung dienen.

Eine geringere Wasserverfügbarkeit im Sommer führt neben Problemen in Land- und Forstwirtschaft auch zu Risiken für feuchteliebende ***Biotope***. Gleichzeitig kann es in niederschlagsarmen Sommern zu häufigeren und längeren Perioden mit Niedrigwasser in Still- und Fließgewässern kommen (Abbildung 48). Dies kann dazu führen, dass Leitungssysteme trockenfallen und sich bei geringen Durchflüssen zusetzen, was weitergehende hygienische Probleme mit sich bringt. Niedrigwasser ist auch ein Problem für die Betreiber von Wasserkraftanlagen und Gewerben, die Brauchwasser zu Kühlzwecken oder als Rohstoff entnehmen. Weiterhin beeinflusst es den Wassersport und Badetourismus, was zu wirtschaftlichen Einbußen im Tourismussektor führen kann.

Die steigenden Temperaturen im Jahresverlauf und speziell im Sommer sorgen für eine stärkere Erwärmung der oberen Wasserschichten von Gewässern. Eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes des Wassers ist die Folge. Bei gleichzeitiger Wasserverminderung in Trockenperioden kann es zur Anreicherung von Nährstoffen (Eutrophierung) mit negativen Auswirkungen auf das ökologische Gleichgewicht kommen.

Auch ein Mehr an Wasser birgt Risiken für das Handlungsfeld. Da Niederschlag im Winter häufiger als Regen fallen wird, wird dieser, im Gegensatz zum Schnee, stärker bzw. kurzfristiger zum Abfluss beitragen. Eine höhere Wahrscheinlichkeit von Hochwassern könnte die Folge sein. Bisher sind die Erkenntnisse der Klimafolgenforschung zu diesem Thema noch dürftig, was vor allem im sehr seltenen Auftreten solcher Extremereignisse begründet liegt.

Abbildung 47: Hochwasser an der Ilm/Pfaffenhofen im Juni 2013 (Quelle: Stadt Pfaffenhofen, 2013)
Abbildung 48: Niedrigwasser am Roten Main (Quelle: Wasserwirtschaftsamt Hof 2018)

Durch den Klimawandel werden auch Extremereignisse wie Starkregen beeinflusst. Es wird damit gerechnet, dass es künftig zu intensiveren und wahrscheinlich auch häufigeren Starkniederschlägen kommen wird. Zu den Folgen zählen lokale Überschwemmungen infolge überlasteter Kanalisation, Beiträge zu Flusshochwassern (Abbildung 47) sowie ***erosive Sturzfluten*** auf Ackerflächen, die auch angrenzende Ortslagen betreffen können.

3.2.5 Biologische Vielfalt

Eine Vielzahl sozioökonomischer Einflussgrößen (z. B. Flächenbedarf für Siedlungs- und Verkehrsflächen, intensive Landnutzung) führen direkt oder indirekt zu Beeinträchtigungen der Tier- und Pflanzenwelt (z. B. durch Zerschneidung der Landschaft oder Eutrophierung). Die Folgen des Klimawandels bergen ein zusätzliches Gefahrenpotenzial für die Diversität auf Art- und ***Ökosystem***ebene. Diese klimawandelbedingten Veränderungen lassen sich seit einiger Zeit bereits beobachten:

Der Wuchs- und Blühbeginn der Vegetation verschiebt sich im Jahresverlauf nach vorn, Ankunfts- und Wegzugszeiten von Vögeln verschieben sich, Arealgrenzen verschiedener Tier- und Pflanzenarten verlagern sich (ca. 200 bis 300 km polwärts je 1 °C Temperaturerhöhung), wärmeliebende, z. T. invasive Neophyten und Neozoen breiten sich aus und verdrängen teilweise einheimische Arten (z. B. Drüsiges Springkraut [*Impatiens glandulifera*], Abbildung 50). Derartige Entwicklungen werden sich zukünftig sehr wahrscheinlich fortsetzen und intensivieren (IPCC 2014a; Essl & Rabitsch 2013), sodass das Risiko, bestimmte naturschutzfachliche Zielstellungen nicht erreichen zu können, tendenziell steigt.

Die Auswirkungen regionaler klimatischer Veränderungen sind sehr komplex. Am unmittelbarsten jedoch wirken sich Veränderungen im Temperatur- und Niederschlagsregime und damit auch in der Wasserverfügbarkeit auf die Arten und Lebensräume aus, woraus sich je nach Kontext vielfältige, indirekte Veränderungen bzgl. der ***Phänologie***, Habitatstruktur, Nährstoff-/Nahrungsangebot, Konkurrenzverhältnisse u.v.m. ergeben. Zu wenig Niederschlag führt z. B. zum Trockenfallen kleiner Teiche und der Gefährdung der daran gebundenen Arten; Starkregenereignisse können die Tier- und Pflanzenwelt nachhaltig schädigen, indem ***Biotope*** kurz- oder längerfristig überflutet und evtl. sogar

zerstört werden. Steigende Temperaturen gefährden Inselvorkommen kälteangepasster Flora und Fauna, z. B. in ***Blockhaldenökosystemen*** (Abbildung 49).

Abbildung 49 (links): Blockhalde am Ochsenkopfgipfel (Quelle: Naturpark Fichtelgebirge e.V. 2008)
Abbildung 50 (rechts): Drüsiges Springkraut (Quelle: Günther Schad / pixelio.de)

3.2.6 Verkehrswesen

Das Handlungsfeld Verkehrswesen und Infrastruktur wird sowohl von temperatur-, als auch niederschlagsgetriebenen Klimafolgen beeinflusst. Starkregenereignisse führen zu unterspülten Straßen sowie Aquaplaning und Überschwemmungen in Straßensenken (Abbildung 52). Letztere können auch durch ***erosive Sturzfluten*** begründet sein, bei denen Schlammlawinen von benachbarten Äckern die Verkehrsinfrastruktur überschwemmen. Wenig intensive, aber langanhaltende Regenereignisse können die Stabilität von Böschungen beeinträchtigen und zu Hangrutschungen führen.

Niederschlag in fester Form ist ebenfalls von Bedeutung für das Verkehrswesen. Starke Schneefälle und Eisglätte sorgen für Verkehrsbehinderungen. Gleichzeitig sind Frost-Tau-Wechsel mittels ***Frostsprengung*** für Straßenschäden verantwortlich. Auch wenn Schnee und Eis künftig tendenziell weniger werden, sind Extremereignissen wie plötzliche Kälteeinbrüche oder heftige Schneefälle nicht ausgeschlossen. Als Chance der überwiegend steigenden Temperaturen sind sinkende Kosten für Winterdienste und Straßeninstandsetzung infolge weniger werdender Frostschäden zu sehen.

Auch hohe Temperaturen wirken sich auf Straßen und Schienen aus und führen zu Material- und Strukturschäden (z. B. Spurrillen, ***Blow-ups***; Abbildung 51). Hohe sommerliche Temperaturen wirken sich bei nicht klimatisierten Fahrzeugen negativ auf Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit der Insassen und damit auf die Verkehrssicherheit aus. Aus diesem Grund sind Fahrstände bei der Bahn oder im ÖPNV heute meist klimatisiert.

Andere Extremereignisse mit Auswirkungen auf den Verkehr sind Stürme. Diese verursachen durch ***Windwurf*** regelmäßig Behinderungen im Verkehrsfluss und Schäden an Fahrzeugen, Verkehrsleitsystemen und Oberleitungen.

Abbildung 51 (links): Blow-up auf der A93 bei Abensberg im Juni 2013 (Quelle: Feuerwehr Markt Langquaid e.V. 2013)
Abbildung 52 (rechts): Unterspülte Straße bei Bautzen (Quelle: Julian Nitzsche / pixelio.de)

3.2.7 Industrie und Gewerbe

Die Einflüsse des Klimawandels auf das Handlungsfeld Industrie und Gewerbe sind so vielfältig wie die Unternehmen selbst. Hierbei treten Risiken auf, es bieten sich aber auch Chancen. ***Extremwetterereignisse*** wie Stürme, Hochwasser und Sturzfluten können Betriebsanlagen, Bauwerke, Fahrzeuge und Infrastrukturen der Unternehmen beschädigen. Gleichzeitig wirken sich diese Extremwetterereignisse auch auf den Warentransport auf Straße und Schiene aus, sowohl für die Anlieferung der zur ***„Just-in-time"-Produktion*** benötigten Grundstoffe als auch den Abtransport der fertigen Produkte.

Die Produktion von Industrie und Gewerbe kann auch durch Wasserknappheit beeinflusst werden. Wasser wird als Kühl- oder Produktionsmittel verwendet, z. B. im Ernährungs- und Getränkegewerbe. Sinkt das Wasserangebot aus Grund- und Oberflächenwasser aufgrund veränderter Niederschlagsmuster und steigender Temperaturen kann es zu Nutzungskonflikten und steigenden Preisen kommen.

Infolge steigender sommerlicher Temperaturen kommt auf viele Industrie- und Gewerbebetriebe auch ein steigender Energiebedarf zu. Die zunehmende Kühlung hitzeempfindlicher Produkte, Raum- und Gebäudeklimatisierung und die Prozesskühlung dürften zu entsprechenden Zusatzkosten führen.

Der Klimawandel birgt jedoch auch Chancen für innovative Unternehmen im Feld der Umwelttechnik und Bauwirtschaft, z. B. bei der Dämmung von Gebäuden oder Klima- und Lüftungstechnik, sowie durch die steigende Nachfrage nach klimaverträglichen Produkten und Anpassungsgütern. Die Tourismusbranche und das Gastgewerbe würden ebenfalls profitieren, wenn wärmere Sommer zu einer längeren Touristensaison führen.

3.2.8 Tourismus

Der Klimawandel wirkt sich auf das Handlungsfeld Tourismus je nach Saison unterschiedlich aus. Steigende Durchschnitts- und Sommertemperaturen führen als Chance zu einer Verlängerung der Badesaison sowie generell der Zeit im Jahr, die für Ganzjahrestourismus (Wandern, Städtetouren, Camping, Reiten etc.; Abbildung 54) bevorzugt wird. Durch die Vermarktung von „Urlaub dahoam"-Angeboten würden an dieser Stelle ***Synergien*** zwischen Klimaschutz und regionaler Wertschöpfung entstehen. Parallel steigt jedoch das Risiko der Hitzebelastung im Hochsommer, besonders für städtische

Touristen. Auch führen Trockenperioden zu niedrigeren Wasserständen in natürlichen Badegewässern, was evtl. auch Einfluss auf die Badewasserqualität hat oder z. B. geplante Kanu- /Kajakfahrten unmöglich macht. Das Gast- und Freizeitgewerbe dürfte jedoch trotzdem wirtschaftlich vom zunehmenden Ganzjahres- bzw. Sommertourismus profitieren.

Für den Wintertourismus besteht dagegen eher ein Risiko (Abbildung 53). Die steigenden Temperaturen verringern die jährliche Schneemenge und Schneedeckendauer. Auch wenn tendenziell eine Verschiebung der Niederschläge hin zum Winter erfolgt, werden diese häufiger als Regen denn als Schnee fallen. Hier ist mit Ertragseinbußen zu rechnen, wenn die touristischen Akteure nicht rechtzeitig mit alternativen Angeboten (z. B. verstärkter Ganzjahrestourismus) gegensteuern.

In Regionen mit ausgeprägtem Relief und/oder den geologischen Voraussetzungen können zudem Extremereignisse wie Lawinen, Muren oder Steinschläge aufgrund von Starkregenereignissen, häufigeren Frost-Tau-Wechseln etc. die Attraktivität der Urlaubsdestinationen schmälern, zu finanziellen Einbußen aufgrund ausbleibender Touristen führen und erhöhte Kosten durch Reparaturen und Versicherungspolicen verursachen.

Abbildung 53 (links): Klimawandelverlierer Wintertourismus (Quelle: Tourismuszentrale Fichtelgebirge e.V. 2021)
Abbildung 54 (rechts): Klimawandelgewinner Ganzjahrestourismus (Quelle: Tourismusverband Franken e.V. 2019)

3.2.9 Bauwesen

Das Bauwesen ist unterschiedlich von Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Zwar sind Niederschläge in Form von Schnee und damit entstehende Schneelasten auf Dächern weiterhin relevant, jedoch werden die Schneemengen in Zukunft weiter abnehmen. Dagegen gewinnen extreme Niederschlagsereignisse wie Starkregen, mit lokalen Überschwemmungen und vollaufenden Kellern, oder Hagel, mit Schäden an Fassaden und Dächern, an Bedeutung, da sie intensiver und wahrscheinlich auch häufiger werden. Auch Stürme könnten an Intensität gewinnen, mit entsprechenden Folgen für die Bausubstanz (Abbildung 55).

Steigende Temperaturen verbunden mit Hitzewellen stellen neue Herausforderungen an die Gebäudegestaltung und –technik. Gleichzeitig besteht durch Verwendung aktiver Kühlsysteme die Gefahr, den Energiebedarf zu steigern und dem Klimaschutz entgegenzuwirken. Sommerliche Hitze und die damit verbundene Aufheizung der Innenräume treffen nicht nur die Bewohner und Berufstätigen in den Gebäuden. Auch die Baubranche selbst ist – positiv wie negativ – vom Klimawandel betroffen. Einerseits verlängert sich durch erhöhte Jahresdurchschnittstemperaturen die Bausaison. Anderer-

seits führen höhere sommerliche Temperaturen zur Einschränkung der Leistungsfähigkeit bzw. Produktivität des Personals, was auch veränderte Arbeitsschutzmaßnahmen erfordert.

Bauwesen und Stadtplanung können sowohl an der Verstärkung, als auch an der Minderung des städtischen ***Wärmeinsel***effektes mitwirken. Überall dort, wo z. B. Materialien, welche sich nur geringfügig durch die Sonneneinstrahlung aufheizen, verwendet werden, wo für eine Begrünung und Beschattung von Straßen und Gebäuden gesorgt wird (z. B. Straßenbegleitgrün, Dachbegrünungen usw.; Abbildung 56) oder Durchlüftungsschneisen freigehalten werden, kann dies der Entstehung bzw. Verstärkung des Wärmeinseleffektes entgegenwirken und so zur Verbesserung des innerstädtischen (Mikro-)Klimas beitragen.

Abbildung 55 (links): Sturmschaden in Gelsenkirchen (Quelle: Bettina Fritzsche / pixelio.de)
Abbildung 56 (rechts): Urbane Grünstrukturen schaffen Entlastung bei Sommerhitze (Quelle: Sebastian Bischoff 2018)

3.2.10 Katastrophenschutz

Eine Katastrophe ist ein Ereignis, bei dem Leben oder Gesundheit einer Vielzahl von Menschen, die natürlichen Lebensgrundlagen, erhebliche Sachwerte oder die lebensnotwendige Versorgung der Bevölkerung in ungewöhnlichem Ausmaß gefährdet oder geschädigt werden. Im Zusammenhang mit klimatischen Ursachen sind dies z. B. Hochwasser, (erosive) Sturzfluten durch Starkregenereignisse, Orkane oder Hitzewellen.

Hitzewellen sind vor allem für jene Bevölkerungsteile problematisch, die bereits eine erhöhte Grundsensitivität aufweisen: (chronisch) Kranke, Senioren, Kleinkinder. Besonders das Herz-Kreislauf-System ist durch die hohen Temperaturen belastet. Der Hitzesommer 2003 führte in der Bundesrepublik zu etwa 7.000 zusätzlichen Todesfällen (UBA 2013). Auf der anderen Seite bleibt die Möglichkeit von Massenanfällen von Verletzten durch plötzliche, heftige Schneefälle und Temperaturstürze mit Frostperioden bestehen, da sie trotz steigender Temperaturen nicht auszuschließen sind.

Starkniederschläge verursachen nicht nur lokale Überschwemmungen, sondern tragen auch zu Flusshochwassern bei. Diese bedrohen das Leben und Eigentum von Flussanrainern (Abbildung 58). Sie beschädigen aber auch Infrastrukturen wie Straßen, Bahnstrecken oder Leitungsnetze und beeinträchtigen die Versorgung der Bevölkerung. Ähnliches gilt für Extremereignisse wie Stürme und Gewitter, die durch ***Windwurf*** Straßen- und Bahnstrecken unpassierbar machen können als auch Infrastrukturen (Oberleitungen, Signalanlagen etc.) zerstören.

Abbildung 57 (links): Feuerwehreinsatz bei Kirchpingarten (Quelle: Kreisfeuerwehrverband Bayreuth e. V. 2019)
Abbildung 58 (rechts): Hochwasserabwehrmaßnahmen (Quelle: M. Großmann / pixelio.de)

Neben der Veränderung der Häufigkeit und Intensität von Schadenereignissen sind auch die Akteure im Handlungsfeld Katastrophenschutz selbst künftig stärker betroffen. Höhere Einsatzzahlen bedeuten neben Sachschäden in Form der Beschädigung und des Verlustes von Einsatztechnik auch höhere körperliche Belastungen für die Einsatzkräfte (Abbildung 57). Zeitgleich sind auch die zum Einsatz notwendigen Strukturen (Telekommunikation, Rettungswege) von den Schadenereignissen betroffen und machen die Koordination und Durchführung der Einsätze schwieriger. Durch den demografischen Wandel wird es zunehmend schwerer, Freiwillige/Ehrenamtliche für den Katastrophenschutz zu gewinnen. Dies führt zu einer herabgesetzten Einsatzfähigkeit.

3.2.11 Energiewirtschaft

Die Energiewirtschaft steht heute bei einem steigenden Anteil erneuerbarer Energien wie Wind-, Wasser- und Solarkraft sowie Biomasse in stärkerer Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen als zu Zeiten vorwiegend fossiler Energiegewinnung. Sonnenscheindauer, Windgeschwindigkeiten, Abflussmengen und die Dauer der ***Vegetationsperiode*** bestimmen direkt die Energieerträge und werden von künftigen klimatischen Veränderungen profitieren oder unter ihnen leiden. Eine Vorhersage zur Veränderung der mittleren Windgeschwindigkeit, Sonnenscheindauer, Abflussmengen etc. ist derzeit jedoch nicht seriös möglich.

Gleichzeitig verschiebt sich die Energienachfrage im Jahresverlauf. Als Chance sind die milderen Winter zu sehen, die den Bedarf an Heizenergie langfristig senken werden. Dem entgegengesetzt ist der höhere Bedarf an Kühlenergie in den wärmeren Sommern mit intensiveren Hitzeperioden zu sehen.

Auf der anderen Seite sind die Energieerzeugungs- und –verteilungssysteme empfindlich gegenüber Klimaveränderungen (Abbildung 60). Die erhöhten sommerlichen Temperaturen führen zu vermehrter Verdunstung und Niedrigwasser bzw. einer verringerten Wasserverfügbarkeit in Fließgewässern. Dies kann Einfluss auf die Entnahme von Brauchwasser zu Kühlzwecken haben. Höhere Temperaturen vermindern auch die Leistung von Photovoltaik-Anlagen. Gleichzeitig sind Extremwetterereignisse wie Starkniederschläge und dadurch verursachte Sturzfluten sowie Stürme, Hagel und Gewitter ein Risiko für die dezentrale Energieerzeugung (Wasserkraft-, Windkraft- und Solaranlagen; Abbildung 59) und Energietrassen (oberirdische Leitungsnetze, Umspannanlagen).

Abbildung 59: Tornadoschäden an Solaranlage (Quelle: Gunnar Ries zwo / flickr.com)
Abbildung 60: Anfällig für Extremereignisse - oberirdische Energietrassen (Quelle: Rainer Sturm / pixelio.de)

3.3 Detailanalyse priorisierter Klimawirkungen

3.3.1 Priorisierung von Handlungsfeldern und Klimawirkungen

Je nach Untersuchungsraum können unterschiedliche Handlungsfelder für die Klimaanpassung relevant sein. Diese ergeben sich in erster Linie aus der Ausstattung des Untersuchungsraumes: Bevölkerungsverteilung und -struktur, Naturräume, vorherrschende Landnutzungen, vorhandene Infrastrukturen, ansässige Industrie/Gewerbe etc. Wie in Kapitel 2.1 dargelegt, weist der Landkreis Bayreuth einen überwiegend ländlichen Charakter auf mit großen Anteilen land- und forstwirtschaftlicher Nutzung, reicher naturräumlicher Ausstattung, die Ganzjahres- und Wintertourismus begünstigt sowie eine reiche Artenvielfalt beherbergt. Die flächenhafte Ausdehnung verweist auf ein großes Verkehrsnetz, das Mittelgebirgsrelief auf mögliche Hochwasser- und Sturzflutereignisse nach Starkregen. Darüber hinaus sind die Handlungsfelder Menschliche Gesundheit und Katastrophen- bzw. Bevölkerungsschutz in allen Untersuchungsräumen relevant.

In Kapitel 3.1 wurden die beobachteten und projizierten klimatischen Veränderungen dargelegt und in Tabelle 5 zusammengefasst. Daraus ergeben sich die Klimakennwerte, die sich zwischen ***Referenzperiode*** (1971-2000) und Ende des Jahrhunderts (2071-2100) für das „Weiter so"-Szenario (RCP 8.5) besonders stark verändern werden und in den Handlungsfeldern in Klimafolgen starke Wirkung entfalten werden. Es sind dies langfristige Temperaturzunahmen, intensive Hitzeperioden, intensive Starkregenereignisse und längere Trockenperioden.

Werden die für den Landkreis Bayreuth relevanten Handlungsfelder und die Klimakennwerte mit starker Veränderung zusammengebracht, ergeben sich die in Tabelle 17 dargestellten ***Klimawirkungen*** in den Handlungsfeldern als prognostizierte Auswirkungen des Klimawandels auf den Landkreis.

Basierend auf den Ergebnissen der Auswertung der Klimamess- und –modelldaten (Kapitel 3.1), den Erkenntnissen zu den allgemeinen Klimafolgen in den kommunalen Handlungsfeldern (Kapitel 3.2), der Ausstattung des Landkreisgebietes (Kapitel 2.1) und den zur Verfügung stehenden Datengrundlagen (Kapitel 2.5) wurden in Abstimmung mit der Landkreisverwaltung Bayreuth die folgenden Klimawirkungen, mit hoher Relevanz aus den für den Landkreis Bayreuth bedeutenden Handlungsfeldern, für weiterführende Detailanalysen ausgewählt:

- Handlungsfeld Menschliche Gesundheit: Hitzebelastung für die Bevölkerung
- Handlungsfeld Landwirtschaft und Boden: Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen, Erosive Sturzfluten durch Starkregen
- Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft: Trockenstress auf Waldflächen
- Handlungsfeld Wasserhaushalt und -wirtschaft: Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
- Handlungsfeld Verkehrswesen: Schäden an Verkehrswegen
- Handlungsfeld Tourismus: Beeinträchtigung des Wintertourismus

3.3.2 Methodische Vorgehensweise

Die Detailanalysen für die priorisierten Klimawirkungen folgen dem ***Vulnerabilitäts***-Ansatz des IPCC, bei dem ein Klimakennwert/***Klimasignal*** (***Exposition***) mit einem Indikator der Empfindlichkeit gegenüber der klimatischen Änderung (***Sensitivität***) zur Klimawirkung (Betroffenheit) verschnitten wird (Abbildung 61). Diese Vorgehensweise ermöglicht eine Abschätzung der ***Klimawirkung*** mittels geeigneter Indikatoren, wenn keine Daten-

grundlagen aus eigenständigen Wirkmodellen vorliegen. Im Falle vorhandener Modellergebnisse (z. B. der Bodenerosionsgefährdung mittels ABAG) wurden diese genutzt. Ziel war die Bestimmung der Klimawirkung in den Schwerpunktthemen für die Gegenwart, da nur hierfür Daten zu den Sensitivitäten (Bevölkerungsstruktur, Landnutzungsverteilung etc.) vorliegen, während die Klimakennwerte für mehrere Zeiträume zur Verfügung stehen. Anschließend wurde die ***Anpassungskapazität*** für die Klimawirkungen durch Experteninterviews eruiert. Mit diesen Informationen konnten Aussagen zur Verwundbarkeit (Vulnerabilität) der Schwerpunktthemen in der Zukunft getroffen werden.

Tabelle 17: Übersicht der wichtigsten Handlungsfelder und Klimawirkungen für den Landkreis Bayreuth sowie deren Beeinflussung durch beobachtete und projizierte Klimaveränderungen (Quelle: eigene Darstellung nach UBA 2015b)

Klimagruppe	Temperatur		Niederschlag			Klimatische Wasserbilanz	Wind	
Zentrale Klimakennwerte Handlungsfelder und wichtige Klimawirkungen	**Langfristige Temperaturzunahme***	**Häufigere, intensivere Hitzeperioden***	Langfristige Niederschlagsveränderungen	**Häufigere, intensivere Starkregenereignisse***	Schneeanteil am jährlichen Niederschlag	**Häufigere, längere Trockenperioden***	Langfristige Zunahme der Windgeschwindig-	Häufigere, intensivere Sturmereignisse
Menschliche Gesundheit								
Hitzebelastung für die Bevölkerung	**X**	**X**						
Neuartige Krankheitsüberträger	**X**		X					
Landwirtschaft und Boden								
Bodenerosion durch Starkregen				**X**				X
Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen	**X**		X			**X**		
Ertragszuwachs durch Verlängerung der Wachstumsperiode	**X**					**X**		
Ertragsausfälle durch Schadorganismen	**X**		X			**X**		
Ertragsausfälle durch Extremereignisse		**X**		**X**				X
Wald und Forstwirtschaft								
Erhöhtes Waldbrandrisiko		**X**				**X**		
Trockenstress auf Waldflächen	**X**		X			**X**		
Ertragszuwachs durch Verlängerung der Wachstumsperiode	**X**					**X**		
Schäden durch ***Windwurf***								X
Ertragsausfälle durch Schadorganismen	**X**		X			**X**		
Wasserhaushalt und -wirtschaft								
Flusshochwasser			X	**X**	X			
Niedrigwasser in Fließ-/Standgewässern	**X**		X			**X**		
Veränderte Grundwasserneubildung	**X**		X			**X**		
Überflutungen durch Starkregen/Sturzfluten				**X**				
Veränderung des Gewässerzustandes	**X**		X			**X**		
Verkehrswesen								
Hitze- und Frostschäden an Infrastrukturen	**X**	**X**			X			
Schäden durch Sturmereignisse								X
Über-/Unterspülung von Verkehrstrassen				**X**				
Tourismus								

Beeinträchtigung des Wintertourismus	**X**				X			
Zunahme des Ganzjahrestourismus	**X**		X					
Hitzebelastung im Städtetourismus	**X**	**X**						
Betriebsunterbrechungen durch Extremereignisse		**X**		**X**				X
Biologische Vielfalt								
Ausbreitung invasiver Arten	**X**							
Verschiebung von *Artenarealen*	**X**		X					
Bevölkerungsschutz								
Erhöhte Anforderungen infolge verstärkter/häufigerer Extremereignisse		**X**		**X**				X

***Fett gedruckter Klimakennwert** = starke beobachtete bzw. projizierte klimatische Veränderung zwischen Referenzperiode (1971-2000) und Ende des Jahrhunderts (2071-2100) für das Szenario RCP 8.5

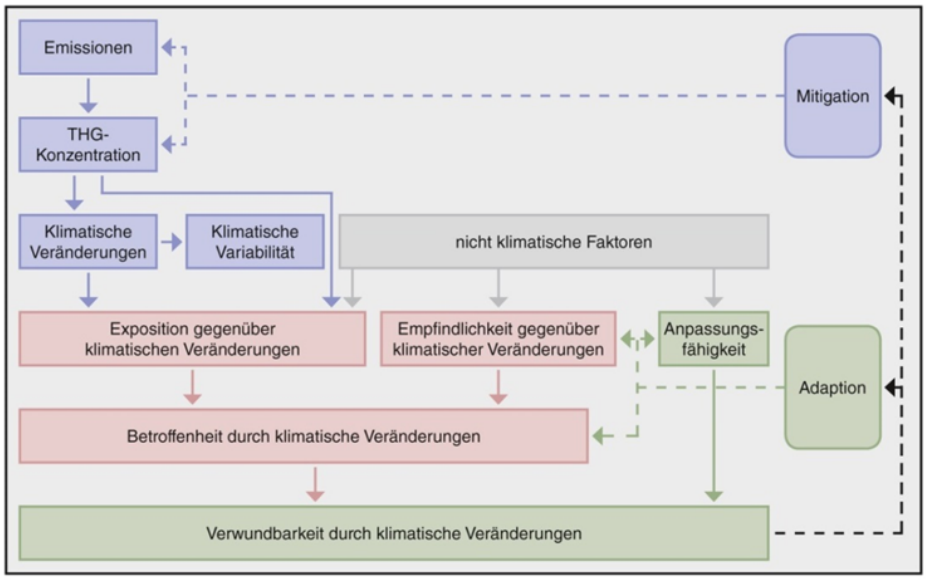


Abbildung 61: Konzept für die Bestimmung der Verwundbarkeit (Vulnerabilität) und der Betroffenheit (Klimawirkung) durch die Wirkfolgen des Klimawandels (Quelle: BMVBS 2010)

Wie in Kapitel 2.5 zu den Datengrundlagen bereits dargestellt wurde, liegen die Klimadaten des LfU in einer räumlichen Auflösung von 5 x 5 km vor. Diese Auflösung ist jedoch nicht ausreichend, um klimatische Unterschiede im Landkreisgebiet aufzuzeigen und die Klimadaten als Input für die Klimawirkungsanalysen in den Schwerpunktthemen zu verwenden. Abbildung 13 (Kapitel 2.5) illustriert die räumliche Auflösung der Klimadaten und die Auswertungskulissen (mind. 1.500 km² bzw. 60 Rasterzellen) auf Basis der Naturräume. Aus diesem Grund wurde auf die Sensitivitäten im Landkreis fokussiert und die Bewertung meist auf dieser Basis vorgenommen. Dies hat den Vorteil, dass sich auf die Stellgrößen konzentriert wird, die der Landkreis und seine Akteure – im Gegensatz zum Klima an sich – vor Ort aktiv beeinflussen können: Landnutzungsverteilung, Bebauung, Baumarten, *Retentionsflächen* usw. In den Schwerpunktthemen, für die Daten vorlagen, die vom Charakter her Klimawirkmodellen entsprechen, wurden diese zur Analyse und Bewertung verwendet, z. B. die Transpirationsdifferenz bei der Klimawirkung Trockenstress auf Waldflächen (siehe Kapitel 3.3.6).

Für jede betrachtete Klimawirkung wurden zwei Karten erstellt. Die erste (Analysekarte) zeigt die Verteilung der Empfindlichkeiten gegenüber der klimatischen Änderung (Sensitivität) oder der Klimawirkung (falls hierzu Daten vorhanden sind) im Landkreis. Die zweite Karte stellt die Bewertung der Klimawirkung des Schwerpunktthemas in den Gemeinden dar. Dabei zeigt sich eine Schwierigkeit bei der Bestimmung der Betroffenheit durch die Folgen des Klimawandels: es fehlt ein einheitlicher absoluter Bewertungsmaßstab. Es gibt derzeit keine standardisierten Vergleichs- oder Grenzwerte wie sie aus

dem Umweltbereich z. B. für Feinstaub oder ***Ozon*** existieren. Daher kann die Bewertung nur relativ erfolgen, also bezogen auf das Untersuchungsgebiet und dessen Grundeinheiten, in diesem Fall die Gemeinden des Landkreises Bayreuth. Dabei wird jede Gemeinde hinsichtlich der für sie ermittelten Klimawirkung mit der mittleren Klimawirkung im Landkreis verglichen und bewertet und auf einer fünfstufigen Skala von „stark unterdurchschnittlich" bis „stark überdurchschnittlich" eingeordnet. Im Ergebnis wird ersichtlich, welche der Gemeinden in Bezug auf ein Schwerpunktthema die höchste Klimawirkung im Landkreis aufweist. Diese Methodik ist allgemein üblich und wurde auch in der Untersuchung des Umweltbundesamtes „Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel" (UBA 2015b) bundesweit bzw. in der Pilotstudie „Klimawirkungskarten Bayern" des LfU (2019) bayernweit genutzt.

Die Bestimmung einer künftigen Klimawirkung bzw. Vulnerabilität ist nicht ohne weiteres möglich, da hierfür nicht nur das künftige Klimasignal, sondern auch die künftige Sensitivität bekannt sein müssen. Während es für das Klimasignal mehr oder weniger stark belastbare Aussagen in Form von Klimaprojektionen gibt, sind diese für die Sensitivität selten bis gar nicht vorhanden. Es gibt zwar Bevölkerungsprognosen oder Abschätzungen zur Entwicklung der Landnutzung; diese sind jedoch meist nur bis ca. 2030/2040, nicht aber für das Ende des 21. Jahrhunderts verfügbar. Aus diesem Grund wird die Klimawirkung für die Gegenwart bestimmt, die künftige Klimawirkung bzw. Vulnerabilität meist über den Trend des Klimasignals und der Sensitivität abgeschätzt (siehe Kapitel 3.6).

3.3.3 Hitzebelastung für die Bevölkerung

Im Handlungsfeld Menschliche Gesundheit wurde die sommerliche Hitzebelastung der Bevölkerung in den Vordergrund gestellt und analysiert. Da die räumlich nur grob aufgelösten Klimadaten (Hitzetage und ***Tropennächte***) keine Verwendung auf Gemeindeebene zuließen, wurde auf die Sensitivitäten bzgl. der Hitzebelastung fokussiert. Hierbei wurden zwei Komponenten der Sensitivität unterschieden: die Bevölkerung und die städtische ***Wärmeinsel***. Weiterhin wurde die Verteilung der sozialen Einrichtungen betrachtet.

Bevölkerungsverteilung und Altersgruppen

Die Bevölkerung als Betroffene der Hitzebelastung wurde einerseits nach ihrer absoluten Häufigkeit in den Gemeinden bewertet (Bevölkerung mit Hauptwohnsitz, Stand: 31.12.2019). Je mehr Menschen in einer Gemeinde leben, desto höher ist die Empfindlichkeit dieser Gemeinde insgesamt gegenüber Hitzebelastung. Neben der Quantität der Einwohner bestimmt die Altersgruppenzusammensetzung der Bevölkerung ihre Sensitivität. Senioren, Kleinkinder und chronisch Kranke gelten als besonders anfällig für Hitzestress und stellen Risikogruppen mit erhöhter Sensitivität dar. Aus diesem Grund wurden diese Altersgruppen der Bevölkerung in der Bewertung höher gewichtet.

Die Analysekarte in Abbildung 64 und Tabelle 18 zeigen die Verhältnisse im Landkreis. Pegnitz (13.263 EW), Bindlach (7.355 EW) und Speichersdorf (5.823 EW) sind die bevölkerungsreichsten Gemeinden. Am anderen Ende finden sich Plankenfels (860 EW), Haag (954 EW) und Schnabelwaid (968 EW). Bei der Altersgruppenzusammensetzung finden sich bei den absoluten Zahlen die meisten Kinder bis 5 Jahre wieder in Pegnitz (654), Bindlach (415) und Speichersdorf (316), bei den Menschen ab 65 Jahre sind es Pegnitz (3.172), Bindlach (1.574) und Weidenberg (1.351). Der relative Anteil der Kinder bis 5 Jahre ist in Plech am höchsten (7 %), bei den Senioren ist es die Gemeinde Fichtelberg (33 %). Der Anteil der Kinder bis 5 Jahre reicht dabei von 3 bis 6 % bzw. von 15 bis 33 % bei den Senioren.

In der Analysekarte werden Bevölkerungsverteilung und Altersgruppenzusammensetzung in den Gemeinden über Größe und farbliche Kreissegmente der Tortendiagramme dargestellt.

Städtische Wärmeinsel

Das Umfeld, in dem die Einwohner der Gemeinden leben, hat ebenso einen Einfluss auf den Grad der sommerlichen Hitzebelastung. Lokal unterscheiden sich die Temperaturen in einer Siedlung von denen im unbebauten Umland, da die Bebauung als Wärmespeicher der Sonneneinstrahlung fungiert und einen lokalen Temperaturanstieg zur Folge hat. Enge Straßen und fehlende Freiflächen führen gleichzeitig zur verminderten Durchlüftung von Städten und damit einhergehend zur geringeren nächtlichen Abkühlung. Der als „städtische Wärmeinsel" bezeichnete Effekt ist in Abbildung 62 illustriert.

Aufgrund des Wärmeinseleffektes wurde auch das Überwärmungspotenzial der bebauten Strukturen in den Gemeinden analysiert. Als Basis dienten hier ein 3D-Gebäudemodell und ein digitales Landschaftsmodell (Basis-DLM), aus denen das Bauvolumen der Gebäude und versiegelten Flächen (Straßen, Plätze) ermittelt wurde. Je höher das Bauvolumen auf einer definierten Grundfläche ist, desto höher ist auch das Überwärmungspotenzial. Abbildung 64 zeigt auch die Verteilung des Überwärmungspotenzials in den Gemeinden. Im Ergebnis zeigen Pegnitz, Bindlach und Weidenberg die größten Bauvolumina und somit das höchste Überwärmungspotenzial bzw. die ausgeprägteste städtische Wärmeinsel. Abbildung 64 stellt das Überwärmungspotenzial beispielhaft für die Stadt Pegnitz dar. Deutlich zu erkennen sind die roten Bereiche hoher städtischer Überwärmung aufgrund starker Versiegelung und Überbauung in der Altstadt und im Gewerbegebiet Kleiner Johannes. Ortsverbindungsstraßen (in Grün) stellen im Vergleich nur geringe Wärmespeicher mit niedrigem Überwärmungspotenzial dar.

Tabelle 18: Bevölkerungsverteilung und Altersgruppenzusammensetzung in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth (Bevölkerung mit Hauptwohnsitz, Stand: 31.12.2019; Quelle: LfStat 2020d)

Gemeinde	Einwohner	0 bis 5 Jahre		6 bis 64 Jahre		65 Jahre und älter	
		absolut	prozentual	absolut	prozentual	absolut	prozentual
Ahorntal	2.192	138	6	1.648	75	406	19
Aufseß	1.291	57	4	961	74	273	21
Bad Berneck	4.336	204	5	3.069	71	1.063	25
Betzenstein	2.443	136	6	1.812	74	495	20
Bindlach	7.355	415	6	5.366	73	1.574	21
Bischofsgrün	1.815	86	5	1.182	65	547	30
Creußen	4.992	267	5	3.615	72	1.110	22
Eckersdorf	5.092	247	5	3.522	69	1.323	26
Emtmannsberg	1.049	60	6	739	70	250	24
Fichtelberg	1.793	83	5	1.126	63	584	33
Gefrees	4.295	196	5	2.983	69	1.116	26
Gesees	1.259	68	5	907	72	284	23
Glashütten	1.394	56	4	1.018	73	320	23
Goldkronach	3.469	177	5	2.547	73	745	21
Haag	954	60	6	711	75	183	19
Heinersreuth	3.783	214	6	2.622	69	947	25
Hollfeld	5.050	251	5	3.688	73	1.111	22

Gemeinde	Einwohner	0 bis 5 Jahre		6 bis 64 Jahre		65 Jahre und älter	
		absolut	prozentual	absolut	prozentual	absolut	prozentual
Hummeltal	2.337	120	5	1.711	73	506	22
Kirchenpingarten	1.280	70	5	1.018	80	192	15
Mehlmeisel	1.321	47	4	954	72	320	24
Mistelbach	1.571	81	5	1.104	70	386	25
Mistelgau	3.848	240	6	2.851	74	757	20
Pegnitz	13.263	654	5	9.437	71	3.172	24
Plankenfels	860	39	5	643	75	178	21
Plech	1.352	90	7	986	73	276	20
Pottenstein	5.171	246	5	3.879	75	1.046	20
Prebitz	990	61	6	724	73	205	21
Schnabelwaid	968	61	6	707	73	200	21
Seybothenreuth	1.266	81	6	954	75	231	18
Speichersdorf	5.823	316	5	4.357	75	1.150	20
Waischenfeld	3.066	154	5	2.359	77	553	18
Warmensteinach	2.187	75	3	1.469	67	643	29
Weidenberg	5.799	283	5	4.165	72	1.351	23

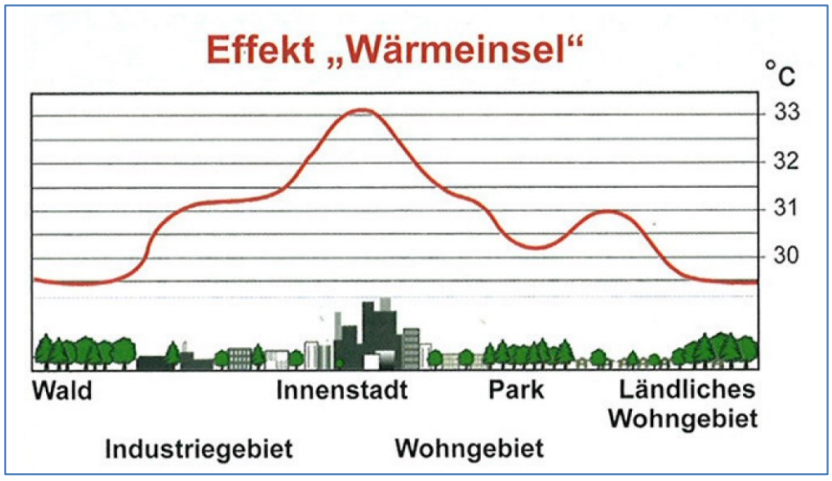


Abbildung 62: Schematische Darstellung einer städtischen Wärmeinsel (Quelle: www.plasticpavement.org)

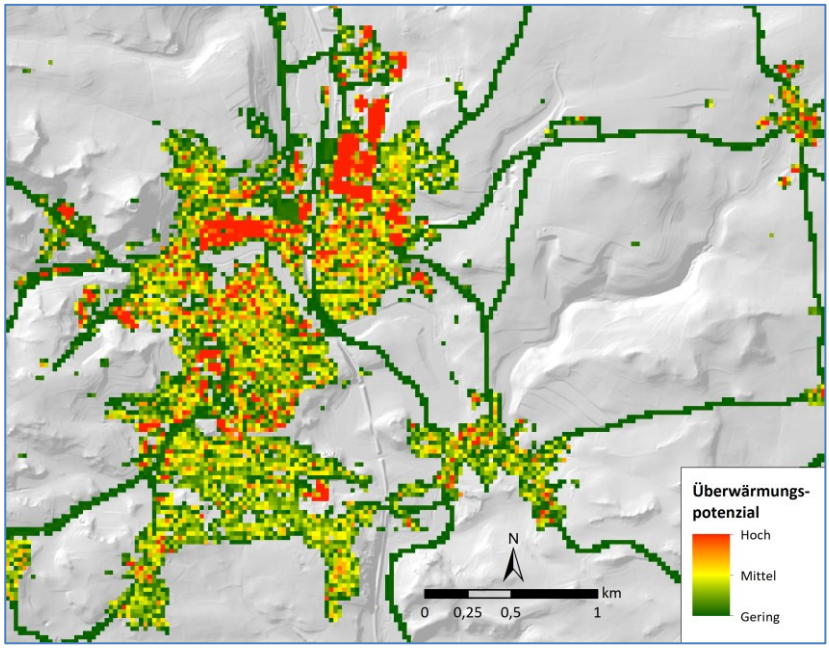


Abbildung 63: Überwärmungspotenzial in der Stadt Pegnitz (Quelle: eigene Darstellung)

Einrichtungen mit besonders sensitiven Personengruppen

Es wurde bereits gesagt, dass Senioren, Kleinkinder und chronisch Kranke empfindlicher auf Hitzebelastung reagieren als gesunde Erwachsene. Einrichtungen, in denen sich diese Risikogruppen konzentrieren, verdienen daher besondere Aufmerksamkeit bei der Anpassung an die Klimafolge Hitzebelastung für die Bevölkerung. In diesem Sinne wurden Kindertagesstätten, Senioreneinrichtungen und Kliniken hinsichtlich ihrer Kapazität erfasst und in die Analysekarte integriert. Im Landkreis Bayreuth befinden sich derzeit etwa 4.800 Kita-Plätze, 1.700 Plätze in Senioreneinrichtungen und 310 Klinik-Plätze. Bei den Kindertagesstätten liegen Pegnitz (553) und Bindlach (431) an erster Stelle, ebenso bei den Senioreneinrichtungen (197 bzw. 154). Die beiden Kliniken befinden sich Bischofsgrün (200) und Pegnitz (110).

Hotspots der Sensitivität

Betrachtet man die einzelnen Ortslagen auf ihre Ausprägung des Wärmeinseleffektes sowie die Bevölkerungszahlen und Altersgruppenzsammensetzung und zieht die höhenabhängige, räumliche Verteilung der Heißen Tage für die Zukunft (RCP 8.5) hinzu, sind es besonders die Ortslagen Pegnitz, Bindlach, Speichersdorf, Heinersreuth, Mistelgau, Hollfeld, Altenplos und Eckersdorf, die künftig wahrscheinlich unter starker Hitzebelastung zu leiden haben werden.

Kommunale Bewertung der Sensitivität

Da aus dem oben genannten Grund die Stärke der Klimawirkung nicht ermittelt und bewertet werden konnte, wurde stattdessen die Sensitivität hinsichtlich der Hitzebelastung für die Bevölkerung auf kommunaler Ebene bewertet. Sie bietet bereits eine gute Basis zur späteren Verortung von Anpassungsmaßnahmen. Für die Bewertung wurden die Indikatoren für Bevölkerungszahl, Altersgruppenzusammensetzung und Überwärmungspotenzial integrativ verknüpft (Tabelle 19). Dies folgte der Analyselogik, dass je größer die Bevölkerungszahl, je mehr besonders hitzesensible Personen und je größer das Überwärmungspotenzial in einer Gemeinde sind, desto größer ist ihre Sensitivität hinsichtlich der Hitzebelastung für die Bevölkerung.

Tabelle 19: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Hitzebelastung für die Bevölkerung

Hauptindikator(en)	Subindikatoren
Demographie	Gesamtbevölkerung: absolute Anzahl der Gemeinde
	Unter-6-Jährie: absolute Anzahl in der Gemeinde
	Unter-6-Jährie: Anteil an der Gesamtbevölkerung der Gemeinde
	Ab-65-Jährige: absolute Anzahl in der Gemeinde
	Ab-65-Jährige: Anteil an der Gesamtbevölkerung der Gemeinde
Überwärmungspotenzial	Bauvolumen: Absolute Summe des Bauvolumens in der Gemeinde
	Bauvolumen: Bauvolumen der Ortslage mit dem größten Bauvolumen in der Gemeinde

Abbildung 65 zeigt das Bewertungsergebnis. Wenig überraschend zeigen Pegnitz und Bindlach die größte (überdurchschnittliche) Sensitivität für diese Klimafolge. Hier konzentrieren sich Bevölkerung, besonders hitzesensitive Altersgruppen und wärmespeichernde Bebauung. Die geringste Sensitivität besitzen Plankenfels, Haag und Kirchenpingarten. Hier finden sich die günstigsten Kombinationen aus Bevölkerungszahl, Alterszusammensetzung und Überwärmungspotenzial, sodass hier nur vergleichsweise unterdurchschnittliche Sensitivitäten und damit Hitzebelastungen zu erwarten sind.

Hinweis auf die Klimawirkung

Betrachtet man neben der Sensitivität auch das Klimasignal (Heiße Tage, Abbildung 93), so wird erkennbar, dass es generell die meisten Heißen Tage im Bereich des Oberpfälzisch-Obermainischen Hügellands gibt, gefolgt von der Fränkischen Alb. Die durchschnittlich wenigsten Heißen Tage treten im Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirge auf. Auch wenn also z. B. Gefrees und Bad Berneck überdurchschnittliche Sensitivitäten aufweisen, dürfte die Hitzebelastung aufgrund der Höhenlage und der damit verbunden geringeren Anzahl an Heißen Tagen nicht so ausgeprägt sein, wie z. B. in Hollfeld oder Pottenstein, die ebenfalls eine überdurchschnittliche Sensitivität aufweisen. Der klimatische Einfluss muss also bei der abschließenden Betrachtung mitberücksichtigt werden. Trotzdem ist die Bewertung der Sensitivität sinnvoll und zielführend, da sie auf die Stellschrauben der Anpassung fokussiert, die die Akteure der Region aktiv beeinflussen können, um somit die negative Klimawirkung vor Ort zu senken (vgl. Kapitel 3.3.2, Seite 109).

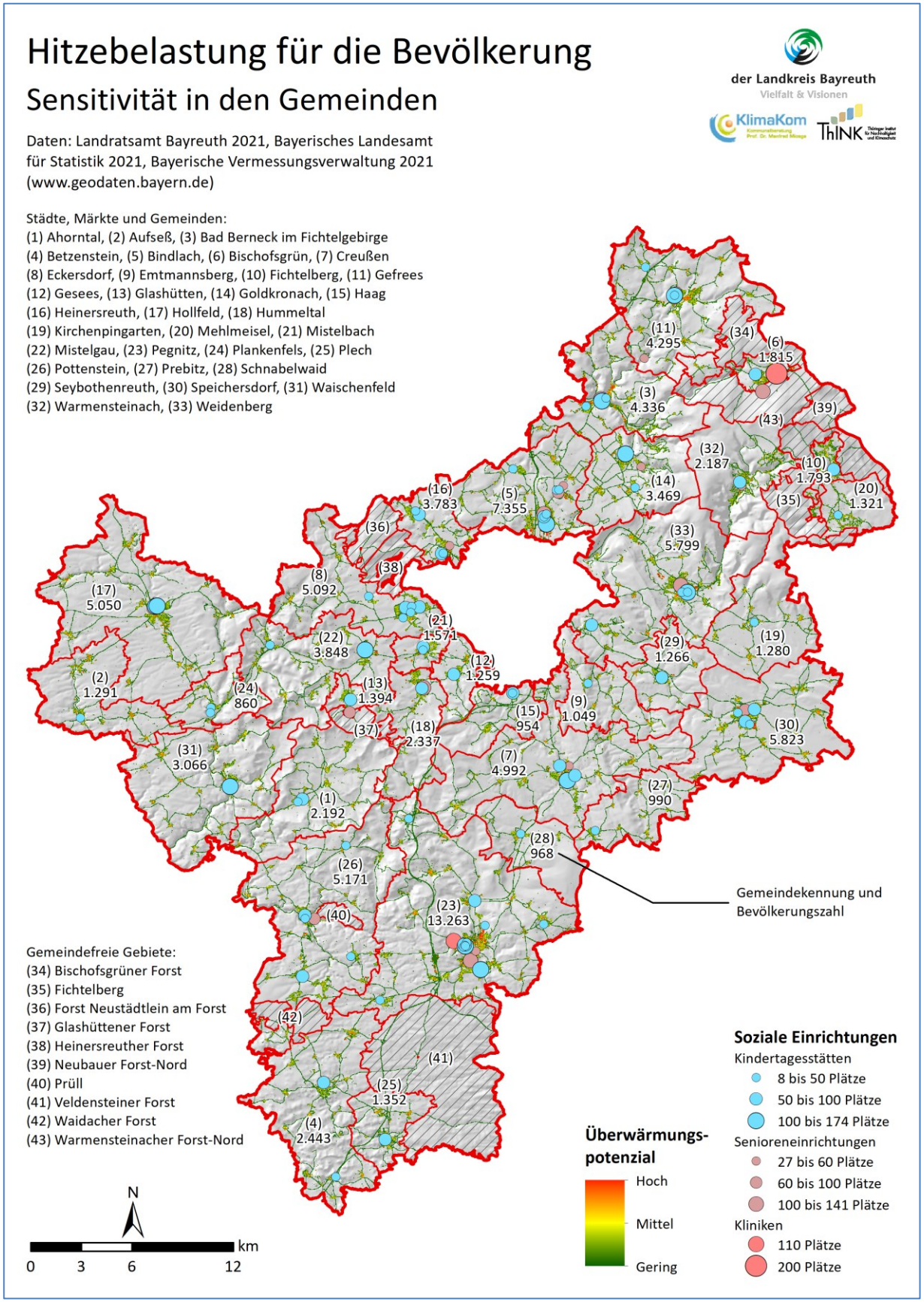


Abbildung 64: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Hitzebelastung für die Bevölkerung in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

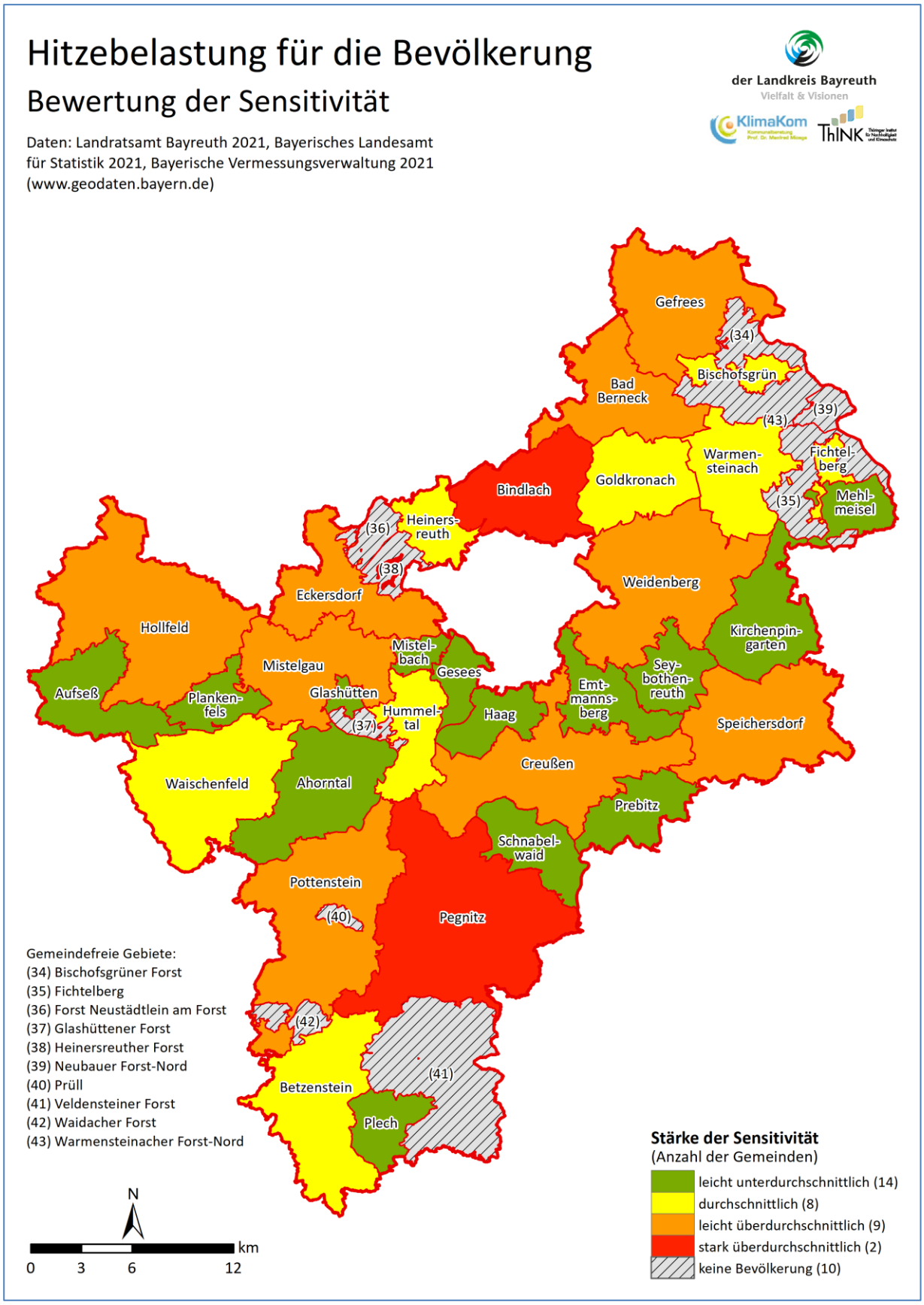


Abbildung 65: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Hitzebelastung für die Bevölkerung in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

3.3.4 Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen

Auch hier musste auf die Verwendung von Klimadaten (Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr) verzichtet werden, so dass die Sensitivität in den Fokus rückte.

Pflanzenverfügbares Wasser

Kulturpflanzen auf Ackerflächen sowie Grünlandbestände können Ihren Wasserbedarf einerseits aus dem Regenwasser decken. Der versickernde Regen wird im Boden gespeichert, teilweise aber auch in tiefere Schichten geleitet, wo er zur Grundwasserneubildung beiträgt. Weiterhin können Pflanzen Wasser aus eben diesem Grundwasservorrat entnehmen, falls der Grundwasserspiegel flach genug ansteht, so dass die Wurzel ihn, bzw. den für das Pflanzenwachstum wichtigen Kapillarraum, erreichen. Die Gesamtheit von ***kapillarem Aufstieg*** aus dem Grundwasser und Bodenwasserspeicher ist das pflanzenverfügbare Wasser. Pflanzen die allein auf das versickernde Regenwasser angewiesen sind, können in sehr warmen Regionen und/oder Sommern unter ***Trockenstress*** infolge Wassermangels leiden.

Für den Landkreis lagen nur Daten zum Bodenwasserhaushalt vor, in Form der nutzbaren ***Feldkapazität*** im ***effektiven Wurzelraum*** (nFKWe), nicht aber zum ***Grundwasserflurabstand*** bzw. dem kapillaren Aufstieg aus dem Grundwasser in den Wurzelraum. Aus diesem Grund beschränkte sich die Analyse und Bewertung auf den Bodenwasserspeicher. Da jedoch eine Übersichtsbodenkarte (BÜK25) vom LfU vorlag, konnten grundwasserbeeinflusste Böden wie Gleye und Vegen mitberücksichtigt werden. Für Ackerstandorte auf solchen Böden wurde eine potenzielle Grundwasseranbindung – und somit eine ausreichende Wasserversorgung – angenommen.

Die Analysekarte in Abbildung 66 zeigt die Verteilung der nutzbaren Feldkapazitäten und die Lage der grundwasserbeeinflussten Böden im Landkreis. Für den Großteil der Landwirtschaftsflächen lagen Informationen zur nutzbaren Feldkapazitäten seitens des LfU vor und konnten nach bodenkundlicher Kartieranleitung bewertet werden. Ersichtlich ist, dass die höchsten Feldkapazitäten und die grundwasserbeeinflussten Böden (Gleye und verwandte Bodentypen) in den Talauen bzw. Taltiefenlinien zu finden sind. Hier tritt – in Abhängigkeit der angebauten Kulturen – kein bis nur geringer Trockenstress auf. Böden mittlerer Feldkapazität, in Form von Braunerden und teilweise Rendzinen, finden sich verstärkt im westlichen Teil des Landkreises, im Naturraum der Fränkischen Alb. Böden geringer nutzbarer Feldkapazität zeigen sich insbesondere im Osten und Norden des Landkreises. Hier sind – in Abhängigkeit der angebauten Kulturen – Trockenstressprobleme wahrscheinlicher.

Tabelle 20: Gemeinden mit (sehr) geringer Feldkapazität im effektiven Wurzelraum auf Landwirtschaftsflächen

Gemeinde	Fläche mit … Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (Hektar)		
	geringer	sehr geringer	geringer und sehr geringer
Pegnitz	2.506	9	2.515
Gefrees	2.487	24	2.511
Weidenberg	2.496	7	2.503
Speichersdorf	2.306	42	2.348
Creußen	2.064	1	2.065
Hollfeld	1.599	3	1.602
Mistelgau	1.589	1	1.590
Bad Berneck	1.194	267	1.461
Pottenstein	1.437	0	1.437
Eckersdorf	1.254	6	1.260
Goldkronach	1.195	23	1.219

Hotspots der Sensitivität

Besonders Landwirtschaftsflächen mit geringer oder sehr geringer Feldkapazität sind sensitiv für Trockenstress, falls sie keinen kapillaren Aufstieg aus dem Grundwasser nutzen können. Tabelle 20 zeigt welche Gemeinden größere Landwirtschaftsflächen mit diesen Charakteristika aufweisen; darunter finden sich u. a. Pegnitz, Gefrees, Weidenberg, Speichersdorf und Bad Berneck.

Kommunale Bewertung der Sensitivität

Auf kommunaler Ebene wurde aufgrund mangelnder Klimadaten nicht die Klimawirkung, sondern die Sensitivität als Kombination aus nutzbarer Feldkapazität im effektiven Wurzelraum, Flächen mit potenziellem Grundwasseranschluss und Landwirtschaftsflächengröße bzw. -anteil in den Gemeinden bewertet (Tabelle 21). Die Bewertungslogik war derart, dass Gemeinden mit einer im Flächenmittel geringen nutzbaren Feldkapazität, keinen oder nur geringen Flächenanteilen mit Grundwasseranschluss und gleichzeitig großen Landwirtschaftsflächen die höchste Sensitivität hinsichtlich des Trockenstresses aufweisen. Gemeinden bzw. gemeindefreie Gebiete mit Landwirtschaftsflächen von weniger als 100 Hektar wurden nicht bewertet.

Abbildung 67 zeigt das Bewertungsergebnis für die einzelnen Gemeinden. Die höchsten Sensitivitäten treten in Gefrees, Weidenberg und Goldkronach auf. Dies ist im Wesentlichen auf die geringen mittleren nutzbaren Feldkapazitäten und die großen Flächen bzw. Anteile der Landwirtschaftsflächen zurückzuführen. Am anderen Ende der Bewertungsskala finden sich Warmensteinach, Heinersreuth und Mehlmeisel. Erstere Gemeinde besitzt nur wenig Landwirtschaftsflächen und ist somit wenig anfällig für diese Klimawirkung, die beiden anderen Gemeinden zeigen sich vor allem mit guten bis sehr guten nutzbaren Feldkapazitäten.

Tabelle 21: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen

Hauptindikator(en)	Subindikatoren
Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum	nFKWe-Flächenmittel der Landwirtschaftsflächen der Gemeinde
	Potenzielle Grundwasseranbindung der Landwirtschaftsflächen der Gemeinde
Landwirtschaftsfläche	absolute Größe der Landwirtschaftsflächen in der Gemeinde
	Anteil der Landwirtschaftsflächen an der Gemeindefläche

Hinweis auf die Klimawirkung

Betrachtet man neben der Sensitivität auch das Klimasignal (Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr, Abbildung 124), so wird erkennbar, dass generell die Klimatische Wasserbilanz in höheren Lagen (z. B. im Fichtelgebirge) besser ausfällt, also potenziell mehr Wasser für die Pflanzen zur Verfügung steht. Die Klimatische Wasserbilanz verschlechtert sich mit abnehmender Höhenlage und ist im Bereich des Oberpfälzisch-Obermainischen Hügellands am geringsten, was potenziell den Trockenstress auf den dortigen Landwirtschaftsflächen erhöht. Auch wenn Gefress und Bad Berneck überdurchschnittlich hohe Sensitivitäten aufweisen, haben sie nicht zwingenderweise auch einen überdurchschnittlich hohen Trockenstress auf ihren Landwirtschaftsflächen. Dieser könnte aufgrund der geringeren Klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr z. B. in den Gemeinden Creußen oder Emtmannsberg viel stärker sein als bei den vorgenannten. Der klimatische Einfluss muss also bei der abschließenden Betrachtung mitberücksichtigt werden. Trotzdem ist die Bewertung der Sensitivität sinnvoll und zielführend, da sie auf die Stellschrauben der Anpassung fokussiert, die die Akteure der Region aktiv

beeinflussen können, um somit die Klimawirkung vor Ort zu senken (vgl. Kapitel 3.3.2, Seite 109).

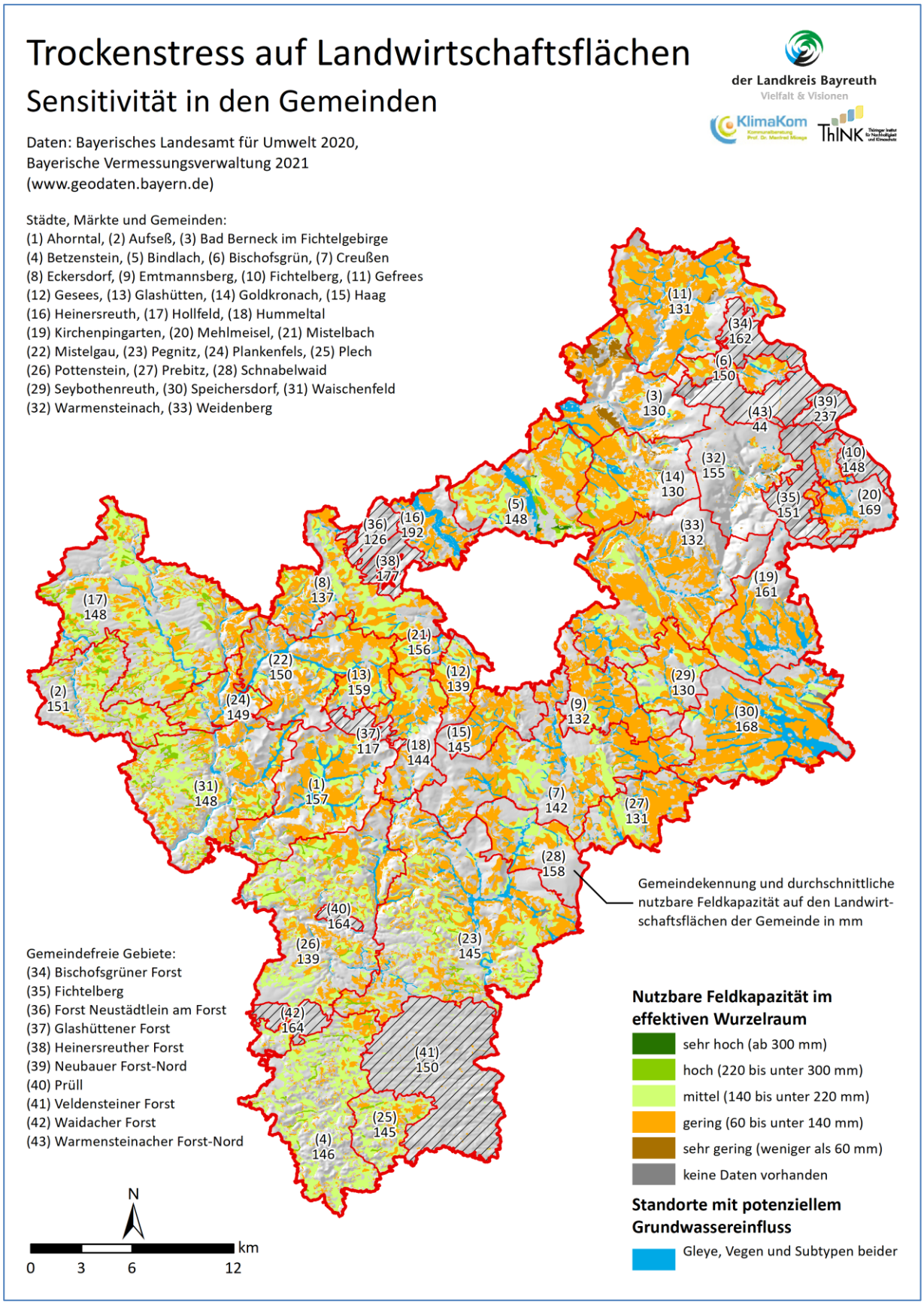


Abbildung 66: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

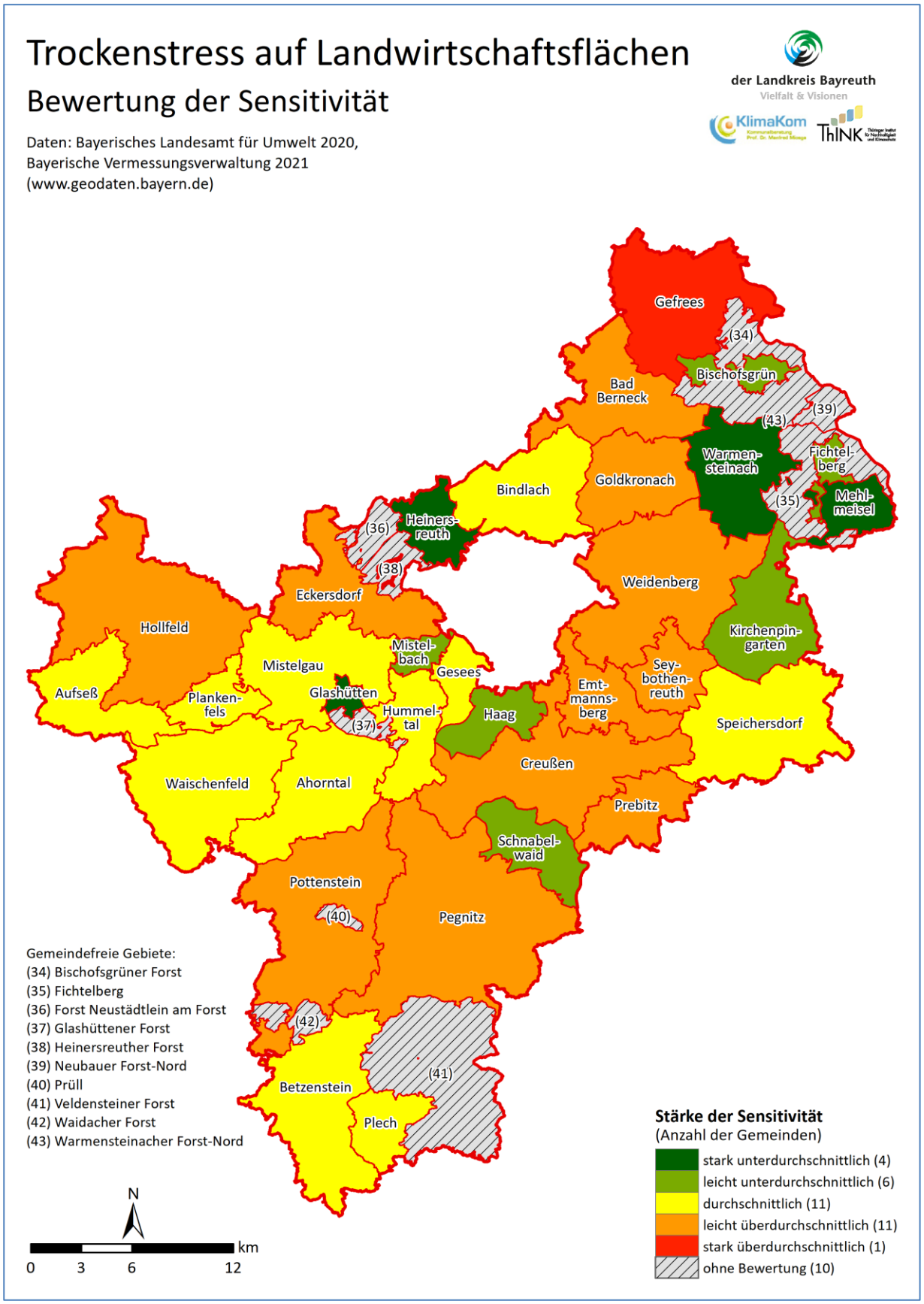


Abbildung 67: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

3.3.5 Erosive Sturzfluten durch Starkregen

Sommerliche Starkregenereignisse verursachen u. a. linienhafte Bodenabträge, die sich sturzflutartig in Tiefenlinien fortbewegen, dabei wertvollen Oberboden abschwemmen und Schäden, u. a. an der kommunalen und ländlichen Infrastruktur, hervorrufen, aber auch zu Gefährdungen im öffentlichen Straßenverkehr führen können. Belastbare flächenhafte Klimadaten zu Extremereignissen wie Starkniederschlägen liegen nicht in ausreichend hoher räumlicher Auflösung für das Untersuchungsgebiet vor. Aus diesem Grund wurde wieder auf die kleinräumige Sensitivität im Landkreis Bayreuth abgestellt.

Hanglängenfaktor der ABAG

Die allgemeine ***Bodenabtragsgleichung*** (ABAG) zur Bestimmung des Bodenabtrags durch Wasser***erosion*** beinhaltet u. a. den Hanglängenfaktor L. Dieser kennzeichnet die erosive Hanglänge von Ackerflächen. Der L-Faktor ist umso höher je mehr Wasser sich z. B. durch einen Starkregen hangabwärts ansammelt und eignet sich daher zur Identifizierung von konzentrierten Abflussbahnen in Mulden bzw. Tiefenlinien und deren Austrittsstellen von der Ackerfläche in angrenzende Flächen (Abbildung 68). Die Analysekarte in Abbildung 70 stellt die Verteilung des Hanglängenfaktors auf den Ackerflächen im Landkreis dar. Der L-Faktor reicht von kurzen und diffusen Fließwegen in ebenem Gelände (dunkler Gelbton) bis zu langen Fließwegen mit hoher Abflusskonzentration in reliefiertem Gelände (dunkler Braunton).

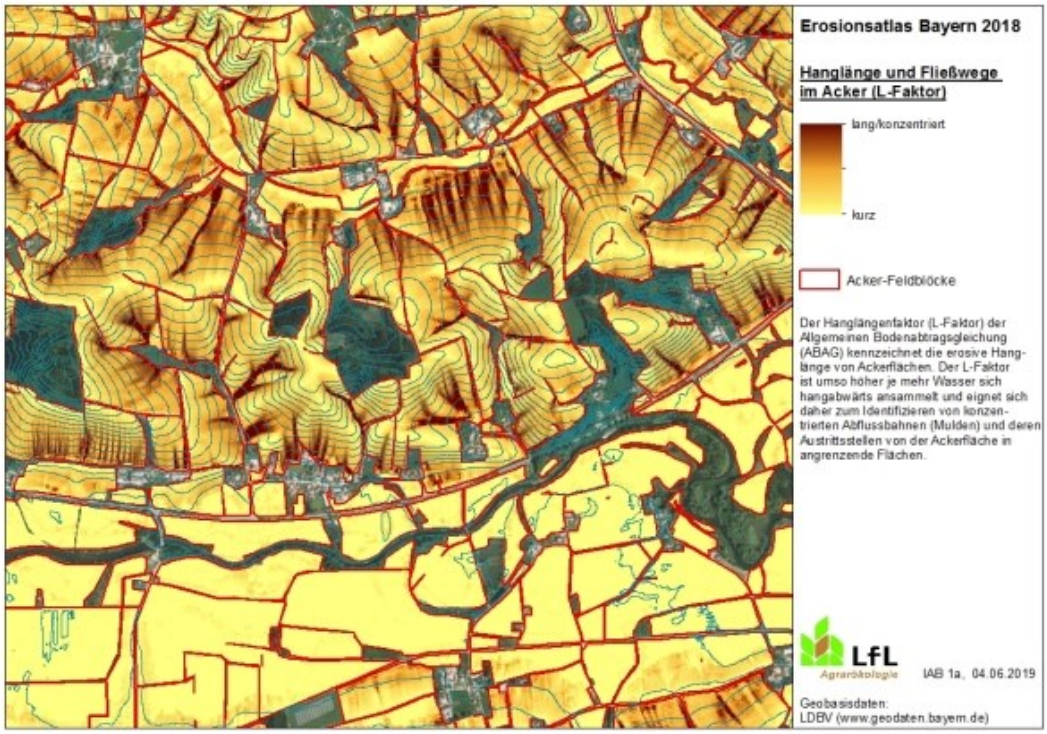


Abbildung 68: Der L-Faktor als Indikator für Hanglänge und Fließwege auf Ackerflächen (Quelle: LfL 2018)

Gebäude und Verkehrswege

Erosive Sturzfluten von Ackerflächen können benachbarte Siedlungsflächen und Infrastrukturen beschädigen. Aus diesem Grund wurden Gebäude (aus dem 3D-Gebäudemodell) sowie Bahnschienen, Straßen und Wirtschaftswege (aus dem Basis-DLM, letztere aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in der Analysekarte dargestellt) als potenziell gefährdete Objekt in die Analyse und Bewertung der Sensitivität einbezogen. Alle Gebäude und Verkehrswege wurden dazu mit einem 25 m-Puffer umgeben.

Für alle Stellen, an denen besonders lange und konzentrierte Abflussbahnen von Ackerflächen in diesen Sicherheitsbereich von 25 m hineinragen, wurde in der Karte ein blauer Punkt gesetzt. (Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind jedoch nur die wichtigsten Problempunkte dargestellt.) Die Punkte symbolisieren demnach von erosiven Sturzfluten potenziell gefährdete Bereiche im Landkreis Bayreuth. Hier können bei starken Regenereignissen Schlammlawinen Gebäude beschädigen und Straßen unpassierbar machen.

Hotspots der Sensitivität

Die Gemeinden des Landkreises weisen eine unterschiedliche Anzahl und Kombination von potenziellen Problempunkten erosiver Sturzfluten auf. Je nach betroffener Nutzung bzw. Infrastruktur am Problempunkt wurden abgestufte Bewertungspunkte vergeben (vgl. Tabelle 23), die sich bei Überlagerung von Nutzungen auch summieren können und somit eine höhere Priorität ergeben, z. B. Gebäude plus Straße im Bereich einer Erosionsbahn (Priorität 4 + Priorität 2 = Priorität 6). Tabelle 22 zeigt dies für die Gemeinden mit den meisten (aufsummierten) Bewertungspunkten, also Gemeinden, mit einer Kombination aus vielen potenziellen Problempunkten erosiver Sturzfluten und stärker gefährdeten Nutzungen/Infrastrukturen. Es ist zu sehen, dass z. B. Gefrees, Weidenberg, Pegnitz und Hollfeld besonders viele dieser potenziellen Gefährdungspunkte aufweisen.

Tabelle 22: Potenzielle Problempunkte erosiver Sturzfluten nach Prioritäten in ausgewählten Gemeinden des Landkreises Bayreuth

Gemeinde	Anzahl potenzieller Problempunkte mit Priorität …							Summe potenzieller Problempunkte	Bewertungspunkte*
	1	2	3	4	5	6	7		
Gefrees	400	102	32	24	21	4	8	591	981
Weidenberg	376	103	33	13	6	6	4	541	827
Pegnitz	402	97	26	16	5	2	1	549	782
Hollfeld	432	39	7	14	8	1	0	501	633
Creußen	286	57	24	14	9	5	0	395	603
Bindlach	216	64	11	16	11	5	2	325	540
Pottenstein	222	48	20	8	7	4	3	312	490
Bad Berneck	199	40	20	9	9	6	1	284	463
Speichersdorf	281	36	13	5	5	2	1	343	456
Betzenstein	227	56	18	4	2	2	1	310	438

* Ergibt sich aus Produktsumme der Anzahl potenzieller Problempunkte und der Priorität

Kommunale Bewertung der Sensitivität

Auch bei dieser Klimawirkung konnte infolge Datenmangels nur die Sensitivität bewertet werden. Hierfür wurden die Flächengrößen der besonders konzentrierten bzw. erosionsgefährdeten Abflussbahnen, welche in den oben beschriebenen Sicherheitsbereich hineinragen, je Gemeinde aufsummiert und als ein Indikator verwendet. Darüber hinaus wurden die Objekte, in deren Nähe die Abflussbahnen in den 25 m-Sicherheitsbereich ragen, wie folgt gewichtet: Gebäude > Bahntrassen > Straßen > Wirtschaftswege. Dies heißt, Abflussbahnen in Gebäudenähe wurden höher (bzw. negativer) gewertet als Abflussbahnen im Bereich von Wirtschaftswegen. Auch die Abflussbahnen außerhalb der Siedlungsbereiche wurden in die Bewertung einbezogen (Tabelle 23). Demnach weisen die Gemeinden die höchste Sensitivität hinsichtlich erosiver Sturzfluten durch Starkregen auf, die die größten Gesamtflächen besonders erosionsgefährdeter Abflussbahnen mit räumlicher Überschneidung zum Sicherheitsbereich besitzen,

diese vor allem in der Nähe von Gebäuden und Bahntrassen zu finden sind sowie auch außerhalb der Ortslagen besonders erosionsgefährdete Abflussbahnen aufweisen.

Die Bewertungskarte in Abbildung 71 zeigt, dass die Gemeinden Gefrees, Weidenberg und Bad Berneck die größten Sensitivitäten aufweisen. Hier finden sich große Ackerflächen und verstärkt erosionsgefährdete Abflussbahnen in Siedlungs- und Verkehrswegnähe. Unterdurchschnittliche Sensitivitäten finden sich vor allem in Gemeinden mit geringen Ackerflächen (und somit wenige erosionsgefährdete Abflussbahnen) wie Mehlmeisel, Glashütten, Speichersdorf oder Prebitz.

Tabelle 23: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Erosive Sturzfluten durch Starkregen

Hauptindikator(en)	Subindikatoren
Besonders konzentrierte Abflussbahnen in der Nähe von Infrastrukturen	Summierte Fläche der besonders konzentrierten Abflusswege im 25m-Sicherheitsbereich der Gemeinde
	Anteil der summierten Fläche der besonders konzentrierten Abflusswege im 25m-Sicherheitsbereich am Ackerland der Gemeinde
Potenziell betroffene Nutzungen und Infrastrukturen	Summierte Bewertungspunkte der Überlagerung der besonders konzentrierten Abflussbahnen im 25m-Sicherheitsbereich von Gebäuden, Straßen, Bahntrassen der Gemeinde (Gebäude = 4 Punkte, Bahntrassen = 3 Punkte, Straßen = 2 Punkte, Wirtschaftswege = 1 Punkte)
	Durchschnittliche Bewertungspunkte der Überlagerung der besonders konzentrierten Abflussbahnen im 25m-Sicherheitsbereich von Gebäuden, Straßen, Bahntrassen je Gemeinde
Besonders konzentrierte Abflussbahnen außerhalb der Ortslagen	Flächenmittel des L-Faktors auf Ackerflächen der Gemeinde außerhalb der Ortslagen

Es bleibt anzumerken, dass sich die Bewertung auf die potenzielle Gefahr von erosiven Sturzfluten von Ackerflächen bezieht, da keine Informationen zur (zeitlich veränderlichen) Bepflanzung oder anderen Erosionsschutzmaßnahmen (Ackerrandstreifen, Bearbeitungsrichtung etc.) in die Bewertung einflossen.

Neben dem L-Faktor bietet die ABAG mit dem R-Faktor – der Erosivität der Niederschläge – auch einen Parameter, der Auskunft über den Einfluss und die Veränderung des Klimasignals auf die Bodenerosion durch Starkregen geben kann. Dieser hat sich in den letzten Jahrzehnten stark verändert, was den zunehmenden Einfluss hochintensiver Niederschläge auf den Bodenabtrag illustriert. Abbildung 69 zeigt die Veränderung im Landkreis Bayreuth und die hohe Regenerosivität im Fichtelgebirge. Grundsätzlich zeugt die Veränderung des R-Faktors von einer bereits beobachteten und künftig wahrscheinlichen weiteren Zunahme der Klimawirkung im Landkreisgebiet.

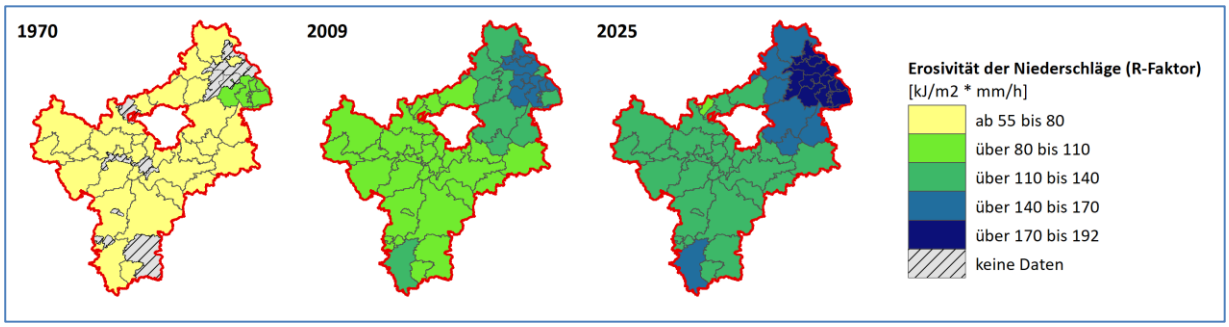


Abbildung 69: Veränderung des R-Faktors im Landkreis Bayreuth zwischen 1970 und 2025 (Quelle: LfL 2021)

Hinweis auf die Klimawirkung

Betrachtet man neben der Sensitivität auch das Klimasignal (Starkregentage, Abbildung 121), so wird erkennbar, dass es die meisten Starkregentage im Bereich des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges gibt und auch im äußersten Süden des Landkreises, was ebenfalls in Abbildung 69 sichtbar wird. In diesem Fall treffen Gemeinden mit überdurchschnittlich hoher Sensitivität wie Gefrees, Bad Berneck und Weidenberg mit einer hohen Anzahl an Starkregentagen räumlich zusammen, so dass die Klimawirkung im bzw. um das Fichtelgebirge herum besonders stark sein dürfte. Ähnliches gilt – jedoch in schwächerer Form – für Pegnitz, Schnabelwaid und Creußen. Der klimatische Einfluss muss also bei der abschließenden Betrachtung mitberücksichtigt werden. Trotzdem ist die Bewertung der Sensitivität sinnvoll und zielführend, da sie auf die Stellschrauben der Anpassung fokussiert, die die Akteure der Region aktiv beeinflussen können, um somit die Klimawirkung vor Ort zu senken (vgl. Kapitel 3.3.2, Seite 109).

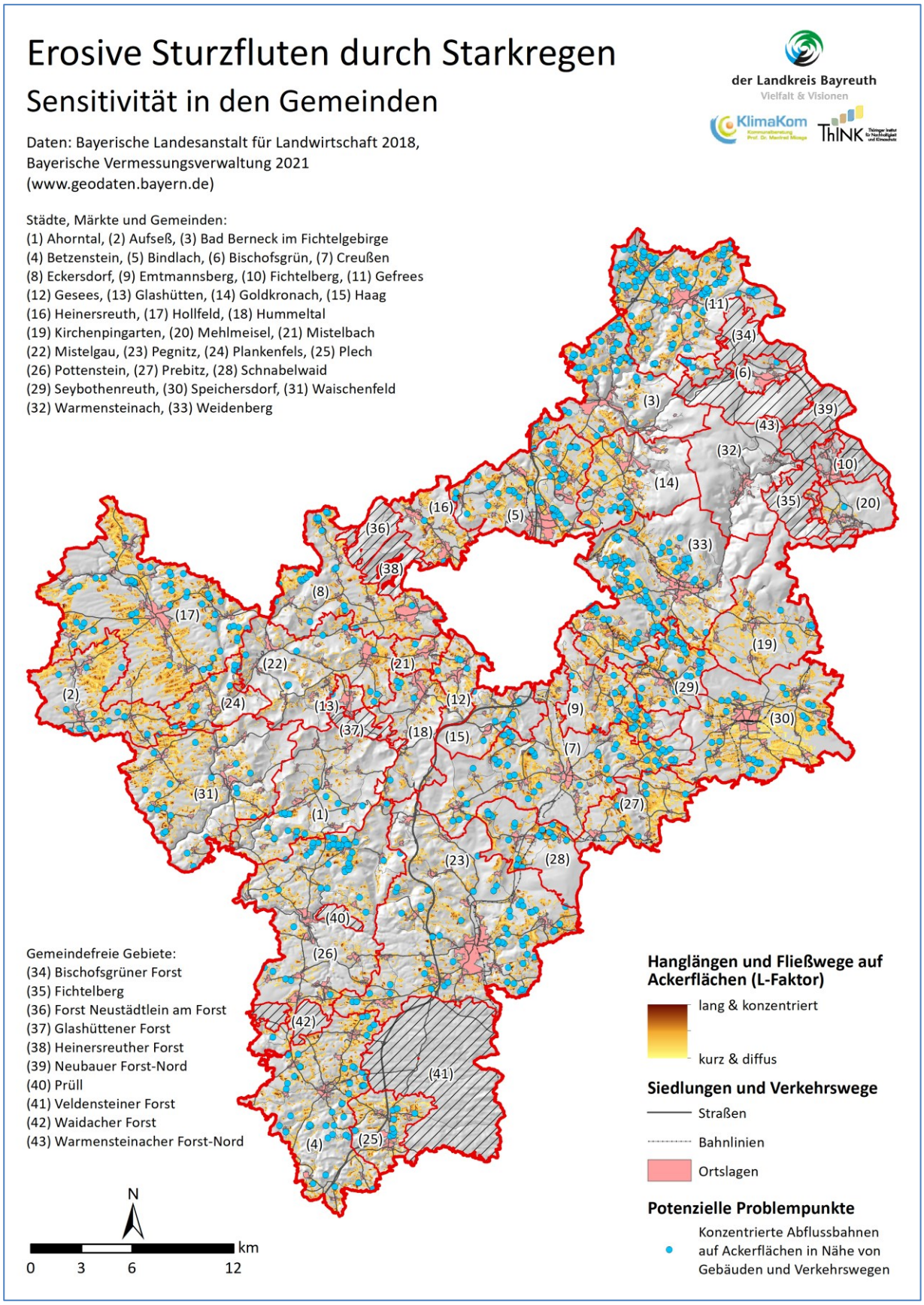


Abbildung 70: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge erosive Sturzfluten durch Starkregen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

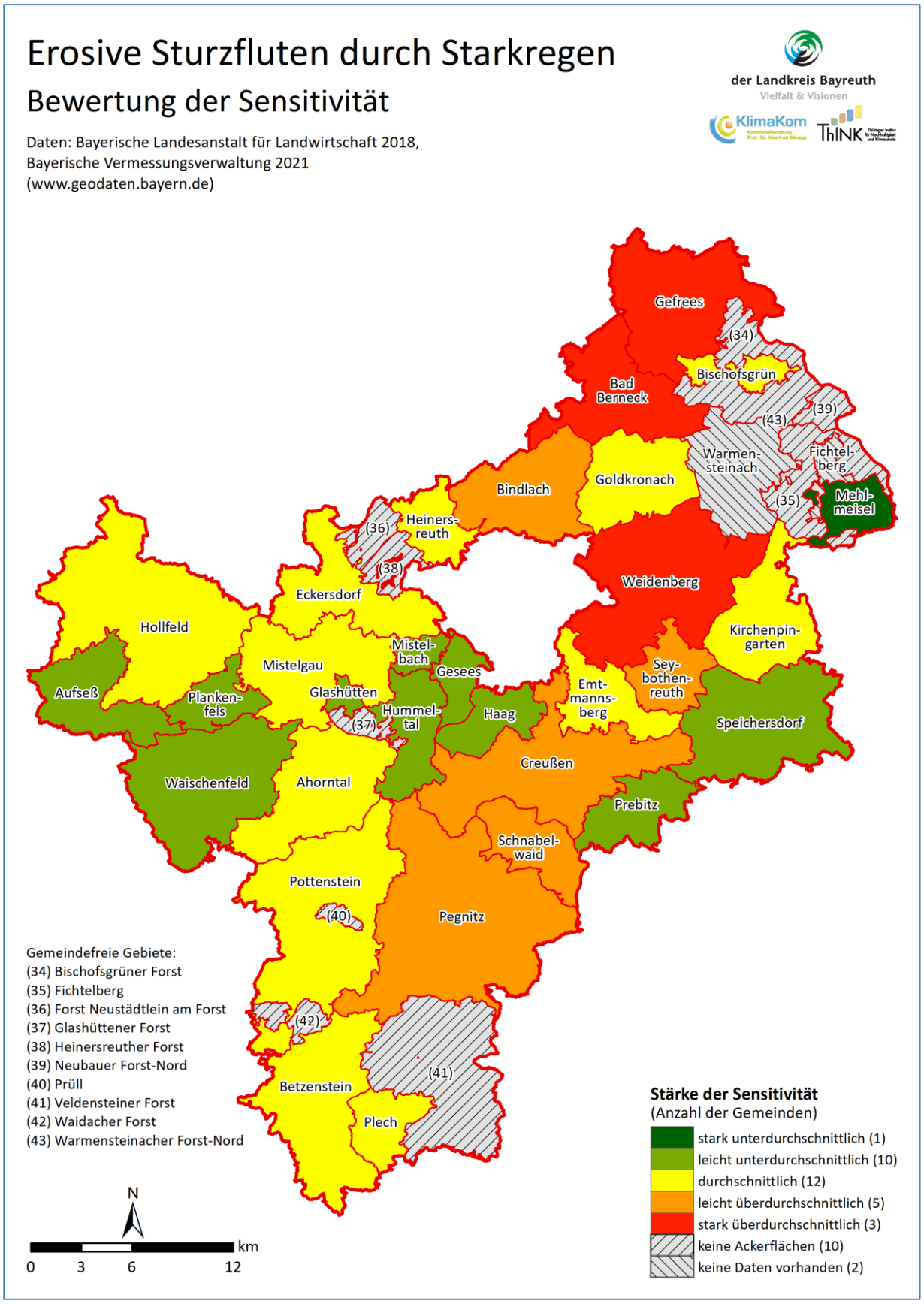


Abbildung 71: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge erosive Sturzfluten durch Starkregen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

3.3.6 Trockenstress auf Wald- und Forstflächen

Auch wenn die Bäume auf den Wald- und Forstflächen nicht solch extremen Standortbedingungen wie Stadt- bzw. Straßenbäume ausgesetzt sind, sind sie vom projizierten Klimawandel betroffen. Hier ist vor allem die Wasserversorgung in der forstlichen ***Vegetationsperiode*** zu nennen. Für diese Klimafolge konnte die Klimawirkung ermittelt werden, da hierfür Daten der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zum Wasserhaushalt auf Waldflächen vorlagen.

Pflanzenverfügbares Wasser

Die Geodaten zum Wasserhaushalt des LWF charakterisieren den forstlichen Standort hinsichtlich der Menge an pflanzenverfügbarem Wasser im Boden. Diese ergibt sich aus der Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode, den Speicherkapazitäten und Drainageeigenschaften der Böden, dem Grundwasseranschluss, der Reliefsituation sowie dem Wasserbedarf des Baumes selbst (LWF o.J.).

Die Daten stammen aus einem Wasserhaushaltsmodell, dessen Berechnungen als Ergebnis eine Maßzahl für den Wassermangel liefert, die Transpirationsdifferenz der Fichte (T_{diff}) als Differenz zwischen der bei optimaler Wasserversorgung maximal möglichen und der tatsächlich verwirklichten ***Transpiration***. Sie ist eine summarische Größe bezogen auf die forstliche Vegetationsperiode und wird in Millimetern pro 100 Tage angegeben. Je höher der Wert für T_{diff} ausfällt, desto trockener ist der Standort bzw. desto stärker ist die Verdunstungseinschränkung durch fehlendes Bodenwasser. Folgende Daten gehen in die Berechnung der Transpirationsdifferenz ein (Falk et al. 2008):

- Klima: Mittlere Temperatur und mittlere Niederschlagssumme der Vegetationsperiode in der Klimaperiode 1971-2000,
- Relief: Hangexposition und Hangneigung,
- Boden: Nutzbare ***Feldkapazität*** und Durchlässigkeitsbeiwert bis 1 m Bodentiefe,
- Bestockung: Transpirationsansprüche der Fichte.

Jeder Standort kann anhand der Transpirationsdifferenz in eine ***Wasserhaushaltsklasse*** zwischen 1 (sehr viel pflanzenverfügbares Bodenwasser; T_{diff} zwischen 0 und 5 mm in 100 Tagen) und 7 (sehr wenig pflanzenverfügbares Bodenwasser; T_{diff} größer 75 in 100 Tagen) eingeordnet werden.

Abbildung 73 zeigt die Verteilung der Wasserhaushaltsklassen im Landkreis Bayreuth. Auf den ersten Blick wird deutlich, dass die Waldflächen im Nordosten des Landkreises eine gute Wasserversorgung in der forstlichen Vegetationsperiode aufweisen. In diesem Mittelgebirgsraum (Fichtelgebirge) liegt die Jahresdurchschnittstemperatur etwas tiefer als im Rest des Landkreises und die Verdunstung ist entsprechend geringer. Gleichzeitig sind die Niederschlagssummen höher, was zu einer besseren klimatischen Wasserbilanz führt. ***Trockenstress*** stellt hier kein großes Problem dar bzw. nicht in der Klimaperiode 1971-2000. Ein anderes Bild zeigt sich im Westen des Landkreises. In der Fränkischen Alb dominieren mittlere Wasserhaushaltsklassen, Trockenstress wird wahrscheinlicher. Im Übergangsbereich von Fränkischer Alb zu Obermainischem Hügelland finden sich wiederum gute Wasserhaushaltsbedingungen.

Dieses (vergangene) Bild für die Klimaperiode 1971-2000 kann sich jedoch künftig mit der Veränderung von Temperatur und Niederschlagssumme und damit der Klimatischen Wasserbilanz hin zu stärkerem Trockenstress verschieben. Zugleich bilden die verwendeten Daten die Bedingungen für die Fichte ab, so dass sich auch unter derzeitigen Klimabedingungen je nach tatsächlicher Bestockung positive oder negative Ab-

weichungen in der Transpirationsdifferenz ergeben können. Abbildung 72 zeigt die Verteilung der Waldarten im Landkreis. Der Großteil der Waldflächen wird von Nadelbäumen bedeckt. Laut Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Bayreuth-Münchberg hat die Fichte einen Anteil von 47 % mit regionalem Schwerpunkt im Fichtelgebirge, 30 % machen Kieferbestände aus (vor allem im Obermainischen Hügelland und Jura) und 20 % werden durch Buche und andere Laubbaumarten bedeckt, hauptsächlich in der Fränkischen Schweiz (AELF-BM o.J.).

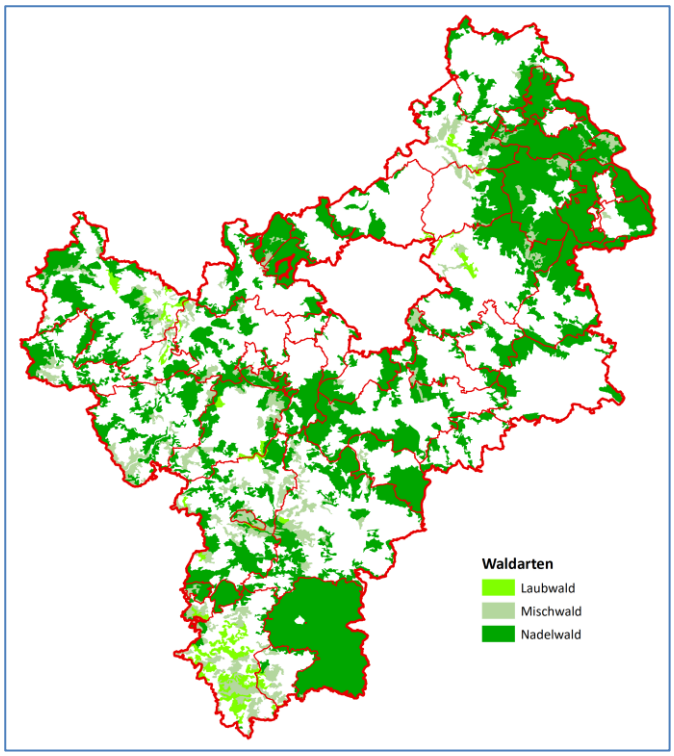


Abbildung 72: Waldarten im Landkreis Bayreuth (Quelle: eigene Darstellung auf Basis von CorineLandCover 2018)

Hotspots der Klimawirkung

Abbildung 73 lässt erkennen, dass die Wald- und Forstflächen im Westen und Südwesten des Landkreises am ehesten von Trockenstress betroffen sind. Ein geringes Angebot an pflanzenverfügbarem Wasser ergibt sich für Bestände auf Flächen mit den Wasserhaushaltsklassen 5, 6 und 7. Tabelle 24 führt die Gemeinden und gemeindefreien Gebiete mit den größten Flächensummen dieser drei Wasserhaushaltsklassen und deren Kombination auf. Hier finden sich u. a. Hollfeld, Waischenfeld, Pottenstein und Weidenberg an vorderer Stelle.

Tabelle 24: Wald- und Forstflächen mit geringem pflanzenverfügbarem Bodenwasser in ausgewählten Gemeinden und gemeindefreien Gebieten des Landkreises Bayreuth

Gemeinde bzw. gemeindefreies Gebiet	Flächen mit Wasserhaushaltsklasse … (Hektar)			Flächensumme (Hektar)
	5	6	7	
Hollfeld	723	2	5	730
Waischenfeld	573	9	12	594
Pottenstein	388	21	17	426
Weidenberg	42	201	160	403
Bindlach	174	88	66	328
Betzenstein	138	119	66	323
Veldensteiner Forst	301	1	2	304
Aufseß	190	0	0	190
Pegnitz	143	16	19	178

Bad Berneck	68	70	36	175
Plankenfels	168	2	2	172
Ahorntal	135	17	9	160
Eckersdorf	105	1	2	108
Goldkronach	28	39	38	105
Creußen	59	15	16	90
Heinersreuth	74	1	0	76
Forst Neustädtlein a.Forst	72	1	0	72
Prebitz	9	24	40	72

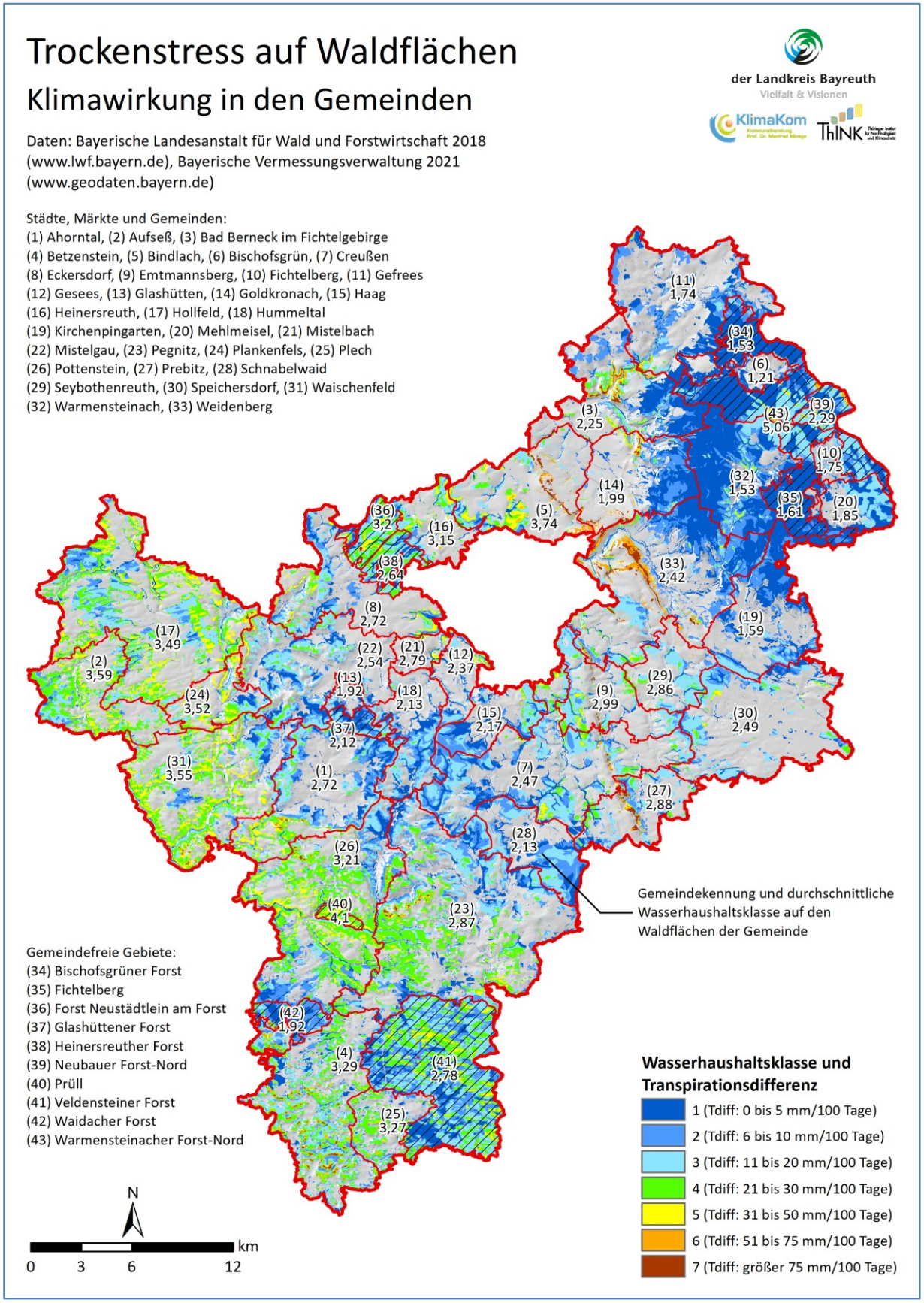


Abbildung 73: Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Waldflächen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

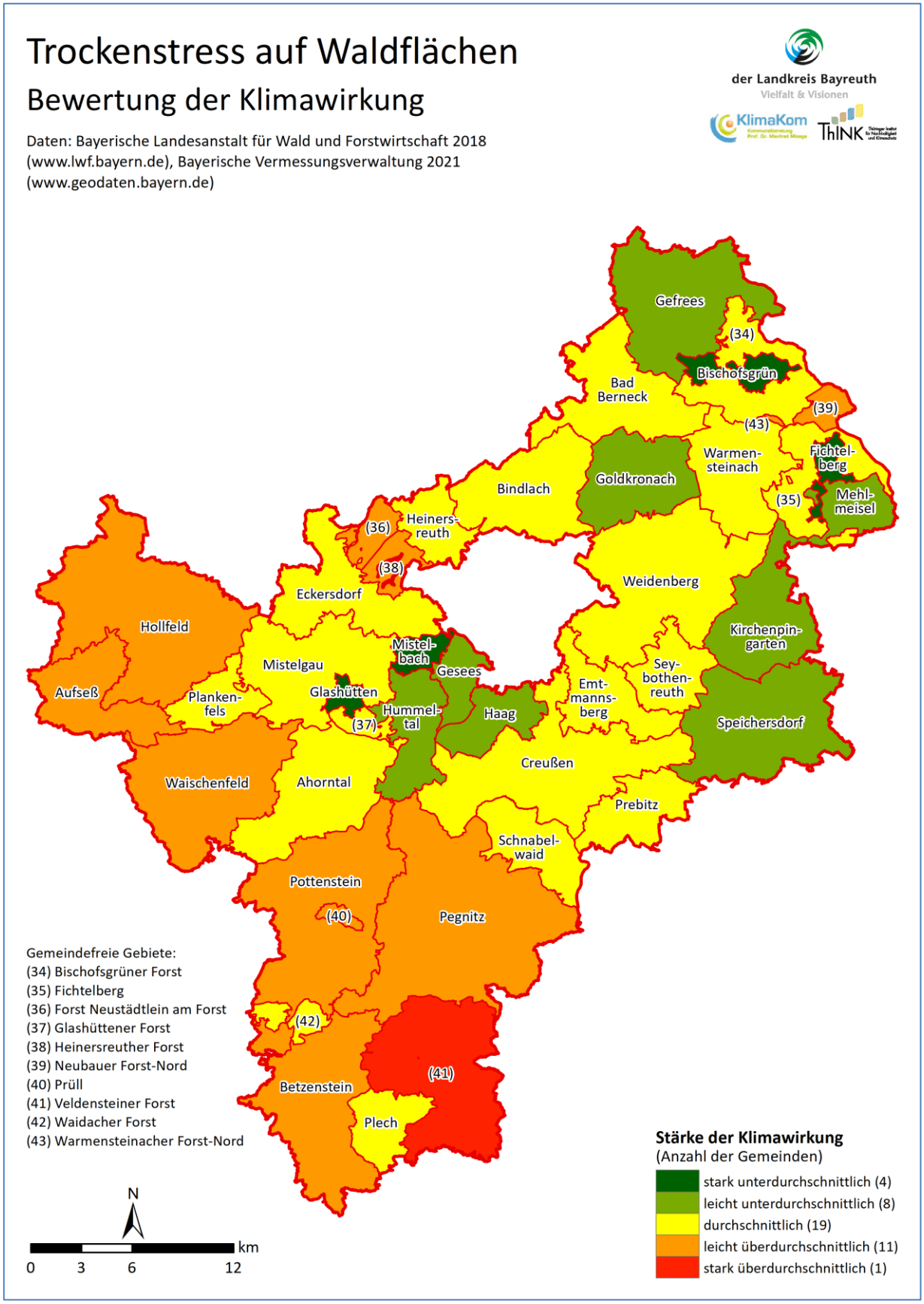


Abbildung 74: Bewertung der Klimawirkungen hinsichtlich der Klimafolge Trockenstress auf Waldflächen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

Kommunale Bewertung der Klimawirkung

Wie beschrieben, beinhaltet die Transpirationsdifferenz Indikatoren zu Klimasignal (Temperatur, Niederschlagssumme) und Sensitivität (Relief, Boden, Bestockung), stellt also methodisch eine vollständige Klimawirkung dar (Tabelle 25). Die Bewertung dieser für den Landkreis Bayreuth mittels durchschnittlicher Wasserhaushaltsklasse, Waldflächengröße und -anteil zeigt Abbildung 74. Auch hier erfolgt die Bewertung relativ, d. h., die Gemeinden und gemeindefreien Gebiete (i.d.R. Staatsforste) werden hinsichtlich der Klimawirkung untereinander verglichen. Die Flächenmittel der Wasserhaushaltsklasse reichen von 1,2 (Bischofsgrün) bis 5,1 (Warmensteinacher Forst-Nord), zeigen also eine große Bandbreite an Wasserhaushaltsbedingungen. Im Ergebnis der Bewertung zeigt der Veldensteiner Forst die höchste Klimawirkung hinsichtlich Trockenstresses aufgrund seiner Flächengröße und einer mittleren Wasserhaushaltsklasse von 2,8, gefolgt von Forst Neustädtlein am Forst (3,2) und Prüll (4,1) (alle drei: gemeindefreie Gebiete). Bei den Gemeinden sind es Hollfeld, Pottenstein und Waischenfeld mit der stärksten Klimawirkung aufgrund mittlerer Wasserhaushaltsklasse und großer Waldflächen. Am positivsten schneiden Bischofsgrün, Glashütten, Fichtelberg und Mistelbach ab und zeigen eine stark unterdurchschnittliche Klimawirkung. Die Gründe hierfür sind eine gute mittlere Wasserhaushaltsklasse und/oder flächenmäßig nur kleine Waldbestände.

Tabelle 25: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Trockenstress auf Waldflächen

System-größe	Hauptindikator(en)	Subindikatoren
Klimasignal	Lufttemperatur	Mittlere Lufttemperatur der Klimaperiode 1971-2000
	Niederschlag	Mittlere Niederschlagssumme der Vegetationsperiode in der Klimaperiode 1971-2000
Sensitivität	Relief	Hangexposition
		Hangneigung
	Boden	Nutzbare Feldkapazität bis 1 m Bodentiefe
		Durchlässigkeitsbeiwert bis 1 m Bodentiefe
	Bestockung	Transpirationsbedarf der Fichte

3.3.7 Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser

Starkniederschlagsereignisse führen oft zu lokalen Überflutungen abseits der Vorfluter auf Straßen, in natürlichen Geländesenken oder im Bereich überlasteter Kanalisation, können aber auch Hochwasser in Fließgewässern auslösen oder begünstigen. Klimadaten mit entsprechend hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung zur Beschreibung von Starkregen sind nicht für den Landkreis vorhanden, jedoch bildet u. a. das Einsatzkataster der Feuerwehr eine gute Basis für die Analyse der Klimawirkung.

Feuerwehreinsatzdaten

Feuerwehren dokumentieren ihre Einsätze in Einsatztagebüchern bzw. -datenbanken. Diese stellen eine wertvolle Quelle zur Analyse von starkregenbedingten Überflutungen, aber auch anderer Extremereignisse, dar. Die vier Brandinspektionen im Landkreis Bayreuth werteten zu diesem Zweck ihr Einsatzkataster aus und stellten die Ergebnisse für das Konzept zur Verfügung. Der ausgewertete Zeitraum beläuft sich auf die Jahre 2016 bis 2020. Über Einsatzschlagworte (z. B. „Keller unter Wasser“, „Wasserschaden“, „Gehweg überschwemmt“) und Unwetter-Merkmale wurden die Einsätze gefiltert, teilweise wurden auch Einsatzschwerpunkte aus jahrelanger Erfahrung genannt. Tabelle 26 gibt einen Überblick über die Feuerwehreinsätze aufgrund von Extremereignissen in den Gemeinden des Landkreises. Auffällig sind die heterogenen Einsatzzahlen in den Gemeinden. Dies könnte einerseits auf sehr kleinräumige konvektive ***Unwetterzellen*** bzw. Sturmgebiete hindeuten, was durchaus normal ist. Aber auch eine unterschiedliche

Verschlagwortung von Einsätzen oder eine methodisch heterogene Auswertung durch die Brandinspektionen für das vorliegende Konzept können Erklärungsansätze sein.

Der methodische Ansatz der Auswertung von Feuerwehreinsatzdaten ermöglicht eine erste grobe Einschätzung der Klimawirkung in den Gemeinden, welche jedoch mit Hilfe eines zeitlich weiter zurückreichenden Einsatzkatasters und einer genaueren Verortung der Einsätze weiter präzisiert werden kann.

Die starkregenrelevanten Einsätze wurden nach Gemeinden bzw. gemeindefreien Gebieten aufsummiert und in der Analysekarte 1 (Abbildung 75) sowie in Tabelle 26 dargestellt. Besonders oft rückte die Feuerwehr zu Einsätzen mit Bezug zu Starkregen in den Gemeinden Bindlach (64), Weidenberg (42), Goldkronach (25) und Prebitz (23) aus. Die Verortung der Einsätze war auf die Gemeindeebene begrenzt; da keine GPS-Koordinaten der Einsätze zur Verfügung standen.

Überschwemmungsgefährdete Bereiche

Zusätzlich wurden in Analysekarte 2 (Abbildung 76) die Überschwemmungsgebiete für ein hundertjährliches Hochwasser (HQ_{100}) aufgenommen. Hier können auch außerhalb der frühjährlichen Schneeschmelze ergiebige Regenfälle im Oberlauf Hochwassersituationen auslösen. Besonders die Gemeinden Bad Berneck, Bindlach, Pegnitz und Waischenfeld weisen größere HQ_{100}-Flächenkulissen auf, die sich zum Teil auch in den Ortslagen befinden.

Weiterhin wurden die wassersensiblen Bereiche aufgenommen. Sie kennzeichnen den natürlichen Einflussbereich des Wassers, in dem es zu Überschwemmungen und Überspülungen kommen kann. Im Unterschied zu amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebieten kann bei diesen Flächen nicht angegeben werden, wie wahrscheinlich Überschwemmungen sind. Die Flächen können je nach Situation vor Ort ein häufiges oder auch ein extremes Hochwasserereignis abdecken (LfU o.J.)

Hotspots der Klimawirkung

In Hinsicht auf Starkregenüberflutungen sind, wie bereits oben erwähnt, vor allem die Gemeinden Bindlach, Weidenberg, Goldkronach, Prebitz und Gesees aufgrund ihrer hohen Feuerwehreinsatzzahlen zu nennen. Bzgl. Gefahren durch Flusshochwasser sind es die Gemeinden Bad Berneck, Bindlach, Pegnitz, Waischenfeld, Hollfeld, Speichersdorf, Heinersreuth und Plankenfels, die HQ_{100}-Flächen innerhalb ihrer Ortslagen und dort durchschnittliche Überflutungshöhen zwischen 0,32 m (Bindlach) und 0,94 m (Heinersreuth) aufweisen. Bad Berneck, Bindlach, Speichersdorf und Pegnitz zeigen weiterhin große absolute Flächen und hohe Flächenanteile wassersensibler Bereiche in/an der Ortslage.

Kommunale Bewertung der Klimawirkung

Die starkregen- und hochwasserrelevanten Einsatzdaten der Feuerwehr können als Output eines Klimawirkmodells verstanden werden: Starkregen (Klimasignal) trifft auf Siedlungen und Infrastrukturen (Sensitivität) mit dem Ergebnis eines Hochwassers oder einer Straßenüberflutung (Klimawirkung). Eine Bewertung der Klimawirkung ist somit möglich. Aufgrund der heterogenen Datenstruktur der Einsätze wurden jedoch auch die Flächenkulissen der HQ_{100}-Überschwemmungsgebiete (räumliche Ausdehnung und maximale Überflutungshöhe) und der wassersensiblen Bereiche in die Bewertung einbezogen (Tabelle 27). Bei beiden wurden die Flächenkulissen in den Ortslagen der Gemeinden höher (bzw. negativer) gewichtet als die Flächen außerhalb der Siedlungen. Bei der Bewertung wurde der Indikator der Feuerwehreinsätze geringer gewichtet

als die HQ_{100}-Flächen und die wassersensiblen Bereiche, da die Belastbarkeit der Daten im Rahmen der Konzepterstellung nicht verifiziert werden konnte.

Tabelle 26: Feuerwehreinsätze aufgrund von Extremereignissen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth für die Jahre 2016 bis 2020 (Quelle: Kreisbrandinspektion des Landkreise Bayreuth 2021)

Gemeinde bzw. gemeindefreies Gebiet	Feuerwehreinsätze aufgrund von ...						Gesamteinsatzzahl
	Starkregen	Hochwasser	Sturm	Wald- oder Flächenbrand	Schnee und Eis	Unbestimmt	
Ahorntal			1			8	9
Aufseß			1				1
Bad Berneck	5	2	3			1	11
Betzenstein						4	4
Bindlach	64		12				76
Bischofsgrün	5		13				18
Creußen				1		1	2
Eckersdorf			11				11
Emtmannsberg	3		4	2			9
Fichtelberg	1		12				13
Gefrees	2	1	3			17	23
Gesees	17		1				18
Glashütten	2		4				6
Goldkronach	25		8				33
Haag	4		1				5
Heinersreuth	8	1	6				15
Hollfeld	4		11				15
Hummeltal	12		13				25
Kirchenpingarten				1			1
Mehlmeisel			10				10
Mistelbach	3		4				7
Mistelgau	3		4				7
Pegnitz						24	24
Plankenfels			2				2
Plech						1	1
Pottenstein			21				21
Prebitz	23		2	1			26
Schnabelwaid				1			1
Seybothenreuth	12		5	3			20
Speichersdorf	10		29		1		40
Waischenfeld	2		25				27
Warmensteinach	1		6				7
Weidenberg	42		30	11	1		84
Bischofsgrüner Forst							0
Fichtelberg							0
Forst Neustädtlein am Forst			2				2
Glashüttener Forst							0
Heinersreuther Forst			3				3
Neubauer Forst-Nord							0
Prüll							0
Veldensteiner Forst						2	2
Waidacher Forst							0
Warmensteinacher Forst-Nord							0

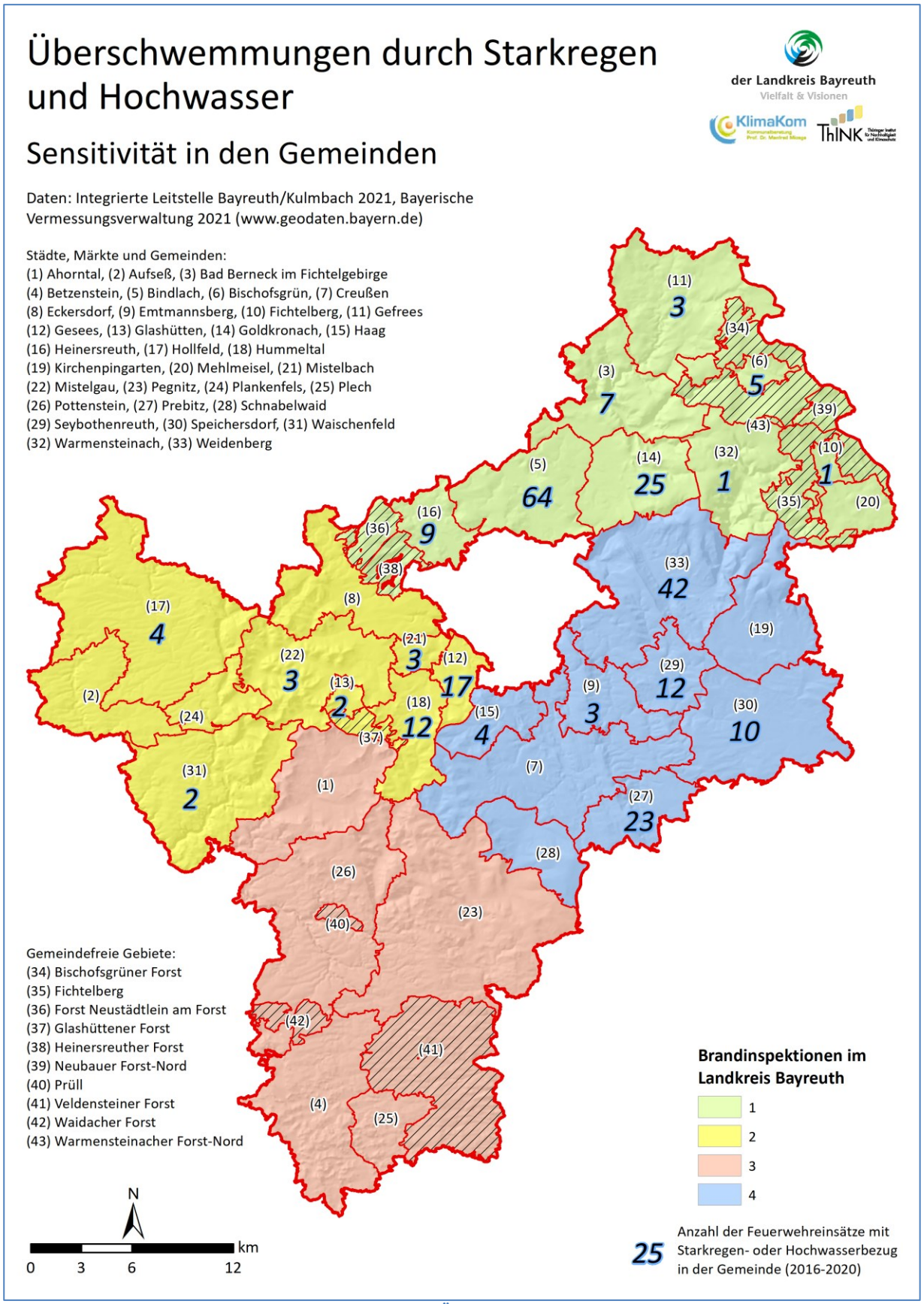


Abbildung 75: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth, Teil 1: Feuerwehreinsätze

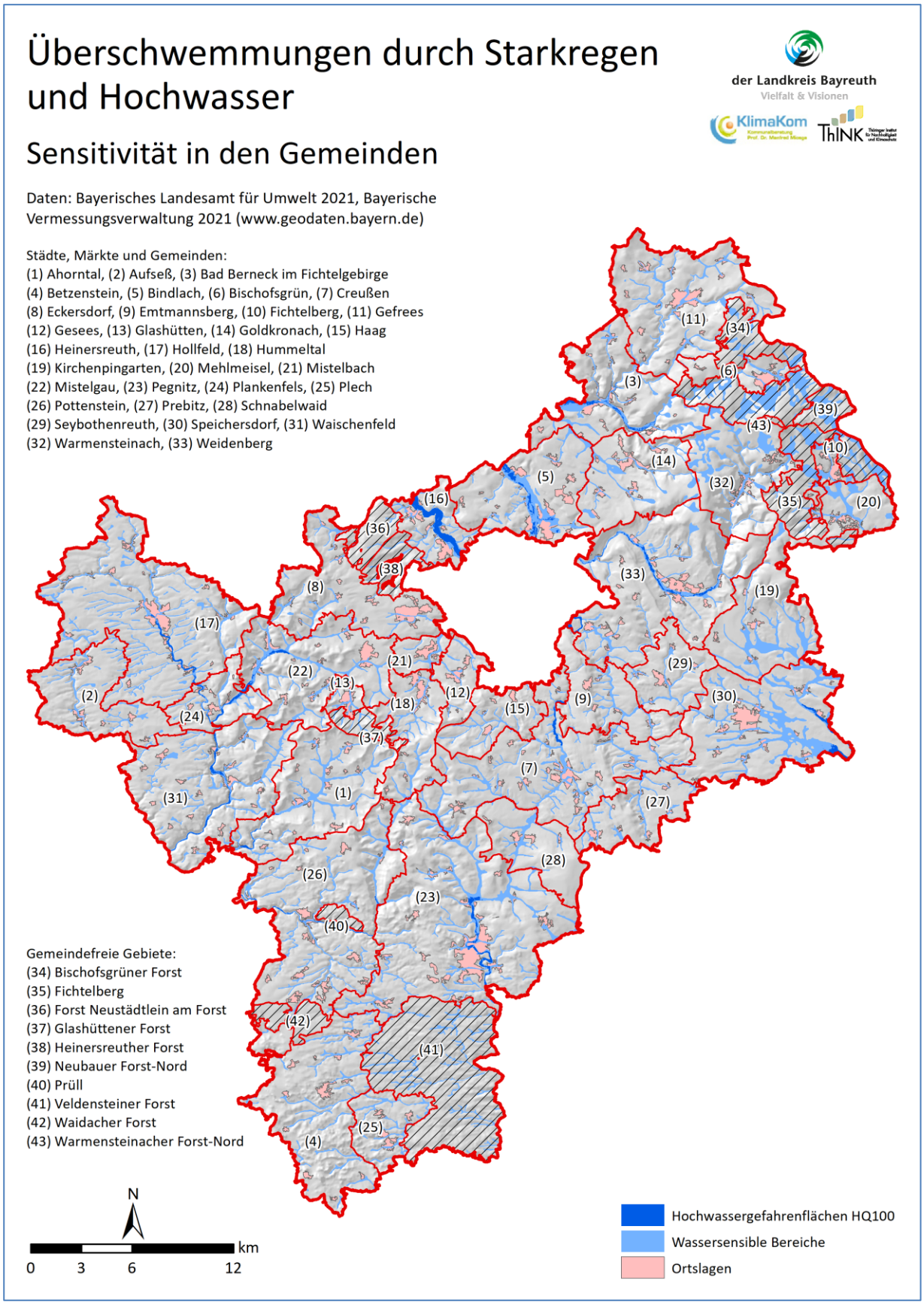


Abbildung 76: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth, Teil 2: Hochwassergefahrenflächen und Wassersensible Bereiche

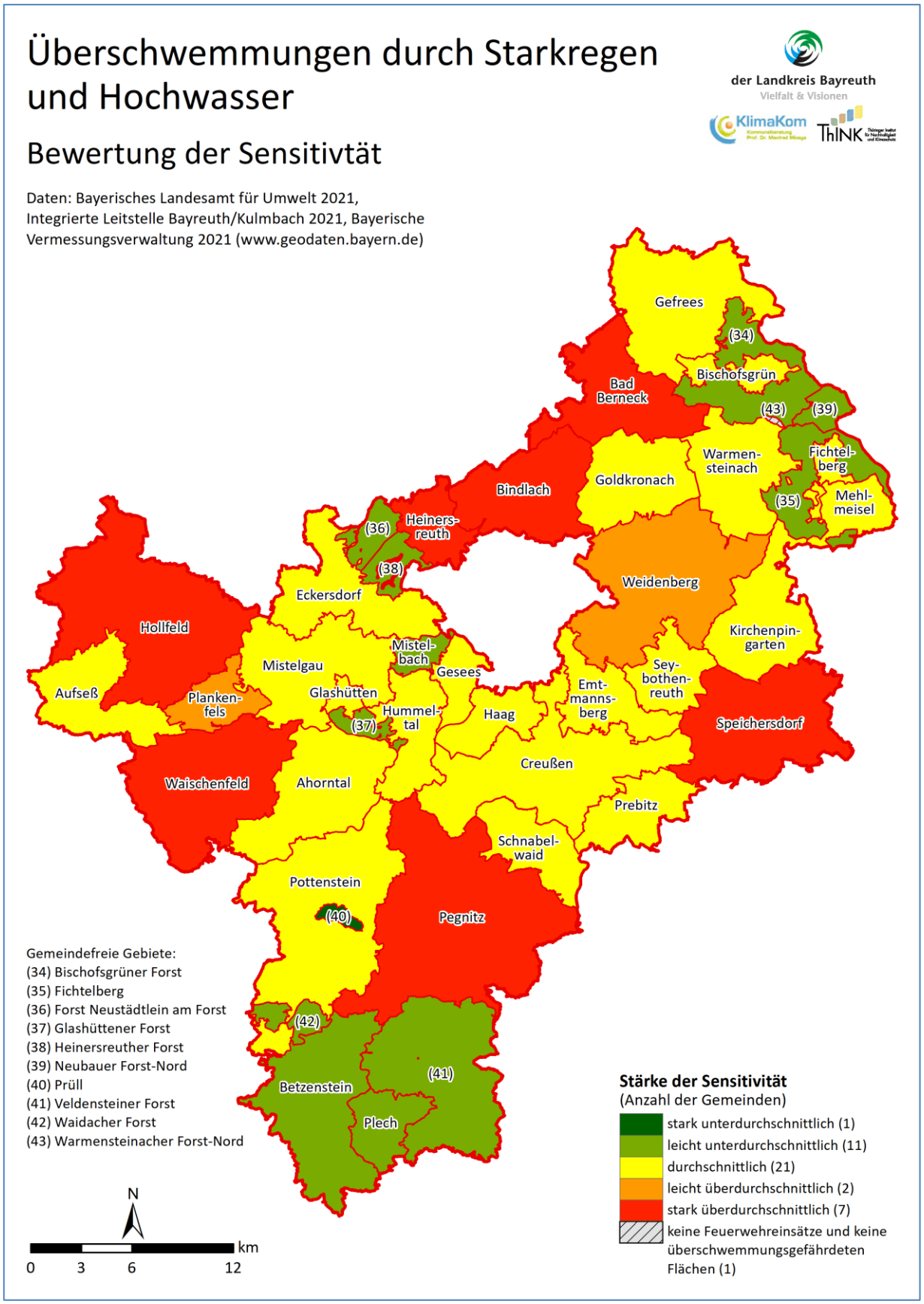


Abbildung 77: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

Tabelle 27: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser

Hauptindikator(en)	Subindikatoren
Feuerwehreinsätze	Anzahl der Feuerwehreinsätze bzgl. Starkregen und Hochwasser in der Gemeinde für den Zeitraum 2016-2020
Hochwassergefahrenflächen	Flächengröße der HQ_{100}-Flächen in den Ortslagen der Gemeinde
	Anteil der HQ_{100}-Flächen in der Ortslage an der gesamten Ortslage
	Flächengröße der HQ_{100}-Flächen außerhalb der Ortslagen der Gemeinde
	Anteil der HQ_{100}-Flächen außerhalb der Ortslage an der Gemeindefläche
	Mittlere Überflutungshöhe auf den HQ_{100}-Flächen in der Ortslage
	Mittlere Überflutungshöhe auf den HQ_{100}-Flächen außerhalb der Ortslage
Wassersensible Bereiche	Flächengröße der wassersensiblen Bereiche in den Ortslagen der Gemeinde
	Anteil der wassersensiblen Bereiche in der Ortslage an der gesamten Ortslage
	Flächengröße der wassersensiblen Bereiche außerhalb der Ortslagen der Gemeinde
	Anteil der wassersensiblen Bereiche außerhalb der Ortslagen an der Gemeindefläche

Letztlich sind die Gemeinden am stärksten von der Klimawirkung Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser betroffen, welche die meisten entsprechenden Einsätze aufweisen, über die größten HQ_{100}-Flächen und größten Überflutungshöhen (besonders in Ortslagen) verfügen und zudem große Flächen wassersensibler Bereiche zeigen (Abbildung 77). Es sind dies Bad Berneck, Bindlach, Waischenfeld, Speichersdorf, Pegnitz, Heinersreuth und Hollfeld. Eine unterdurchschnittliche Klimawirkung ist dagegen für alle gemeindefreien Gebiete zu verzeichnen, gefolgt von den (unter-)durchschnittlichen Gemeinden Betzenstein, Mistelbach Plech, Schnabelwaid und Eckersdorf, die (fast) keine Feuerwehreinsätze oder HQ_{100}-Flächen aufweisen.

3.3.8 Schäden an Verkehrswegen

Der Klimawandel birgt für die Verkehrsinfrastruktur verschiedene Risiken. Vor allem Extremereignisse wie Überschwemmungen durch Starkregen oder Hochwasser und ***Windwurf*** bei Stürmen können Verkehrsadern schädigen und unpassierbar machen. Auch Hitzeextreme können Schäden verursachen, z. B. Verformungen an Bahngleisen oder ***Blow-Ups*** auf Autobahnen. Selbst unter sich erwärmendem Klima können in Mittelgebirgsregionen heftige Schneefälle und häufige Frost-Tau-Wechsel auftreten. Das Verkehrsnetz ist also tatsächlich allen (Klima-)Elementen ausgesetzt. Der Flächenlandkreis Bayreuth hat ein umfangreiches Verkehrswegenetz, dessen Sensitivität nachfolgend untersucht wird. Auch für dieses Thema existieren keine räumlich hoch aufgelösten Klimadaten, die in die Analyse einbezogen werden könnten und eine Differenzierung in Hitze-, Wasser-, Sturmschäden zuließen.

Verkehrsnetz

Ein einfacher und effektiver Weg, das Verkehrsnetz quantitativ zu beschreiben und zu bewerten, bietet die Auswertung des Digitalen Landschaftsmodells (Basis-DLM/ATKIS) der Vermessungsverwaltung, da es alle Verkehrswege von der Autobahn bis zum Wirtschaftsweg enthält. Um der Bedeutung von mehrspurigen Verkehrswegen wie Bundesstraßen und Autobahnen im Gegensatz zu Nebenstraßen und Wirtschaftswegen gerecht zu werden, wird anstelle der einfachen Streckenlänge die Spurlänge der Verkehrswege genutzt. Die verwendete Spurlänge beschreibt die absolute Länge aller Fahrspuren basierend auf ATKIS-Daten, d. h. eine zweispurige Straße von 1 km Länge

hat eine Spurlänge von 2 km, eine zweigleisige Bahnstrecke von 10 km eine Spurlänge von 20 km etc. Damit würde auch eine Abschätzung von Räumungskosten für ein Gemeindegebiet mit bekannter Spurlänge möglich.

Hotspots der Sensitivität

Die Analysekarte in Abbildung 78 zeigt die Verteilung des Verkehrsnetzes und die pro Gemeinde aufsummierten Spurlängen im Landkreis. Tabelle 28 listet die Kommunen mit den größten summierten

Spurlängen auf. Ersichtlich wird, dass Gemeinden mit Autobahn-, Bundesstraßen- und Bahnanteilen besonders hohe Werte aufweisen. Hier sind vor allem Pegnitz (564 km), Weidenberg (275 km), Creußen (270 km) und Pottenstein (270 km) zu nennen. Am anderen Ende des Spektrums finden sich nach kleinen gemeindefreien Gebieten mit sehr wenig Verkehrsinfrastruktur die Gemeinden Glashütten (25 km), Mistelbach (33 km) und Gesees (45 km).

Tabelle 28: Streckenlängen verschiedener Typen von Verkehrswegen in ausgewählten Gemeinden

Gemeinde	Streckenlänge von … (km)				Summierte Streckenlänge (km)	Summierte Spurlänge (km)
	Autobahn	Eisenbahn	Bundesstraße	Sonstige Straßen		
Pegnitz	45	11	19	221	296	564
Weidenberg	0	15	6	134	155	275
Creußen	6	11	9	122	147	270
Pottenstein	0	0	11	128	140	270
Bindlach	17	6	0	109	132	250
Hollfeld	0	0	15	115	130	244
Gefrees	18	5	0	107	130	240
Speichersdorf	0	21	9	98	128	237
Betzenstein	10	0	8	87	105	194
Bad Berneck	7	0	8	81	96	175

Kommunale Bewertung der Sensitivität

Die Bewertung der Sensitivität fußt auf den räumlichen Ausdehnungen des Verkehrsnetzes und der Gemeinde in Form der summierten Spurlänge und deren Verhältnis zur Gemeindegröße (Tabelle 29). Die Bewertung zeigt Pegnitz, Bindlach, Fichtelberg und Gefrees an vorderster Stelle der Sensitivität bezüglich klimabedingter Schäden an Verkehrswegen, da sie meist Anteil an Autobahnen, Bundesstraßen und Bahnstrecken haben oder ein für ihre Gemeindefläche überdurchschnittlich großes Verkehrsnetz aufweisen. Eine unterdurchschnittliche Sensitivität weisen nur die gemeindefreien Gebiete auf, gefolgt von den durchschnittlich sensitiven Gemeinden Kirchenpingarten, Emtmannsberg, Aufseß und Schnabelwaid mit weniger stark ausgeprägtem Verkehrsnetz bei kleiner bis mittlerer Gemeindefläche.

Tabelle 29: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Schäden an Verkehrswegen

Hauptindikator(en)	Subindikatoren
Verkehrsnetz	Summierte Spurlänge der Gemeinde
	Verhältnis der summierten Spurlänge der Gemeinde zur Gemeindefläche

Hinweis auf die Klimawirkung

Betrachtet man neben der Sensitivität auch die klimatischen Einflüsse, die bei der Klimawirkung Schäden an Verkehrswegen eine Rolle spielen (Heiße Tage [Abbildung 93], Starkregentage [Abbildung 121], Schneetage [keine Abbildung vorhanden], Frost-Tau-

Wechsel [keine Abbildung vorhanden], Sturmtage [keine flächenhafte Abbildung vorhanden]), so wird erkennbar, dass sich die Klimasignale teilweise entgegengesetzt verhalten. Z. B. sind die Heißen Tage besonders in tieferen Lagen häufiger, die Starkregentage, Sturmtage, Schneetage und Tage mit Frost-Tau-Wechsel dagegen eher in den Mittelgebirgen. Damit wird klar, dass hitzebedingte Schäden an Verkehrswegen häufiger im tiefer gelegenen, wärmeren zentralen Landkreis (Obermainisches Hügelland) auftreten, während Schäden infolge Sturm, Starkregen und Frost wahrscheinlicher in den Mittelgebirgslagen des östlichen Landkreises (Fichtelgebirge) zu finden sind. Extremereignisse wie Sturm und Starkregen können aber unabhängig davon im gesamten Kreisgebiet auftreten. Der klimatische Einfluss muss also bei der abschließenden Betrachtung mitberücksichtigt werden. Trotzdem ist die Bewertung der Sensitivität sinnvoll und zielführend, da sie auf die Stellschrauben der Anpassung fokussiert, die die Akteure der Region aktiv beeinflussen können, um somit die Klimawirkung vor Ort zu senken (vgl. Kapitel 3.3.2, Seite 109).

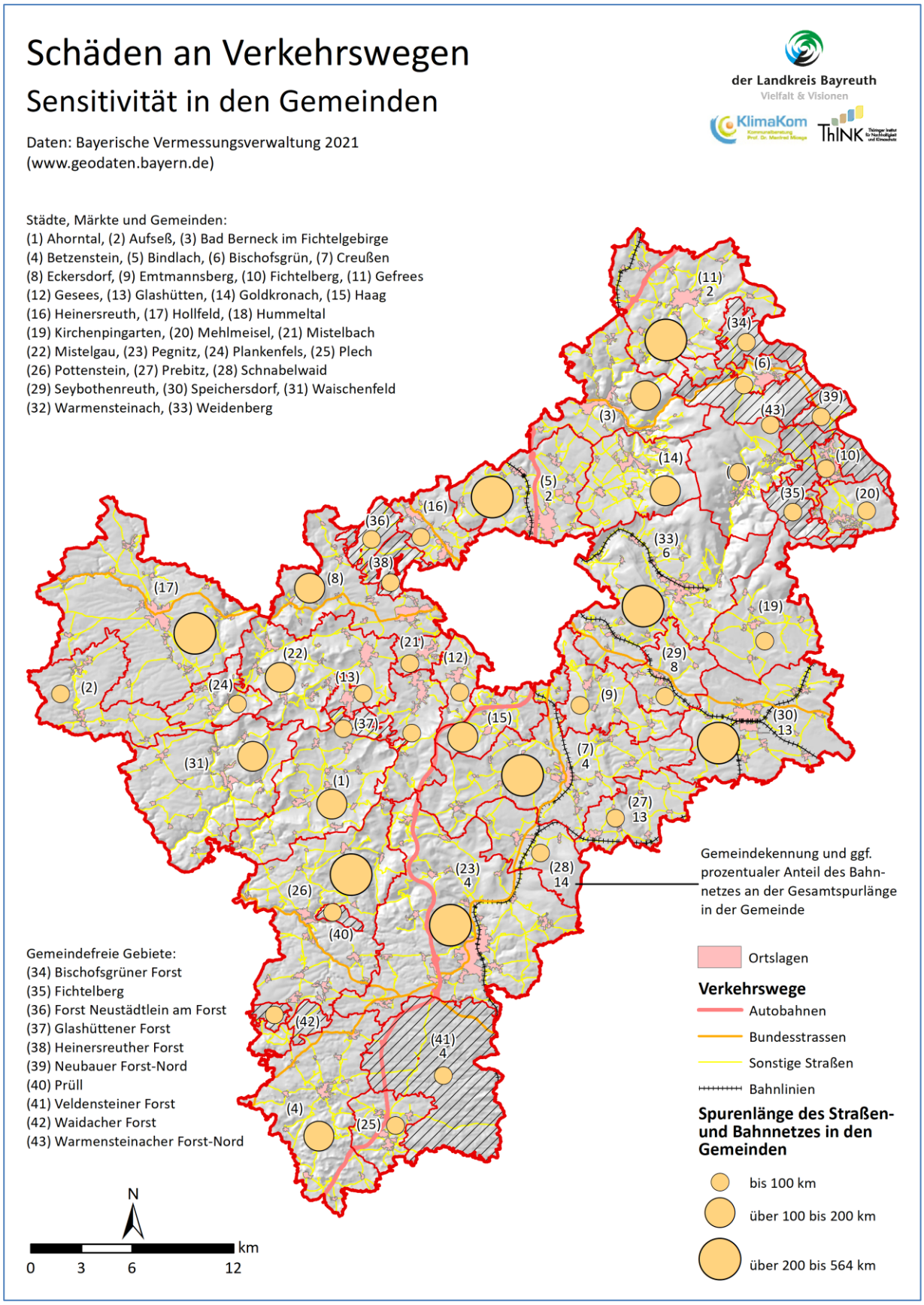


Abbildung 78: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Schäden an Verkehrswegen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

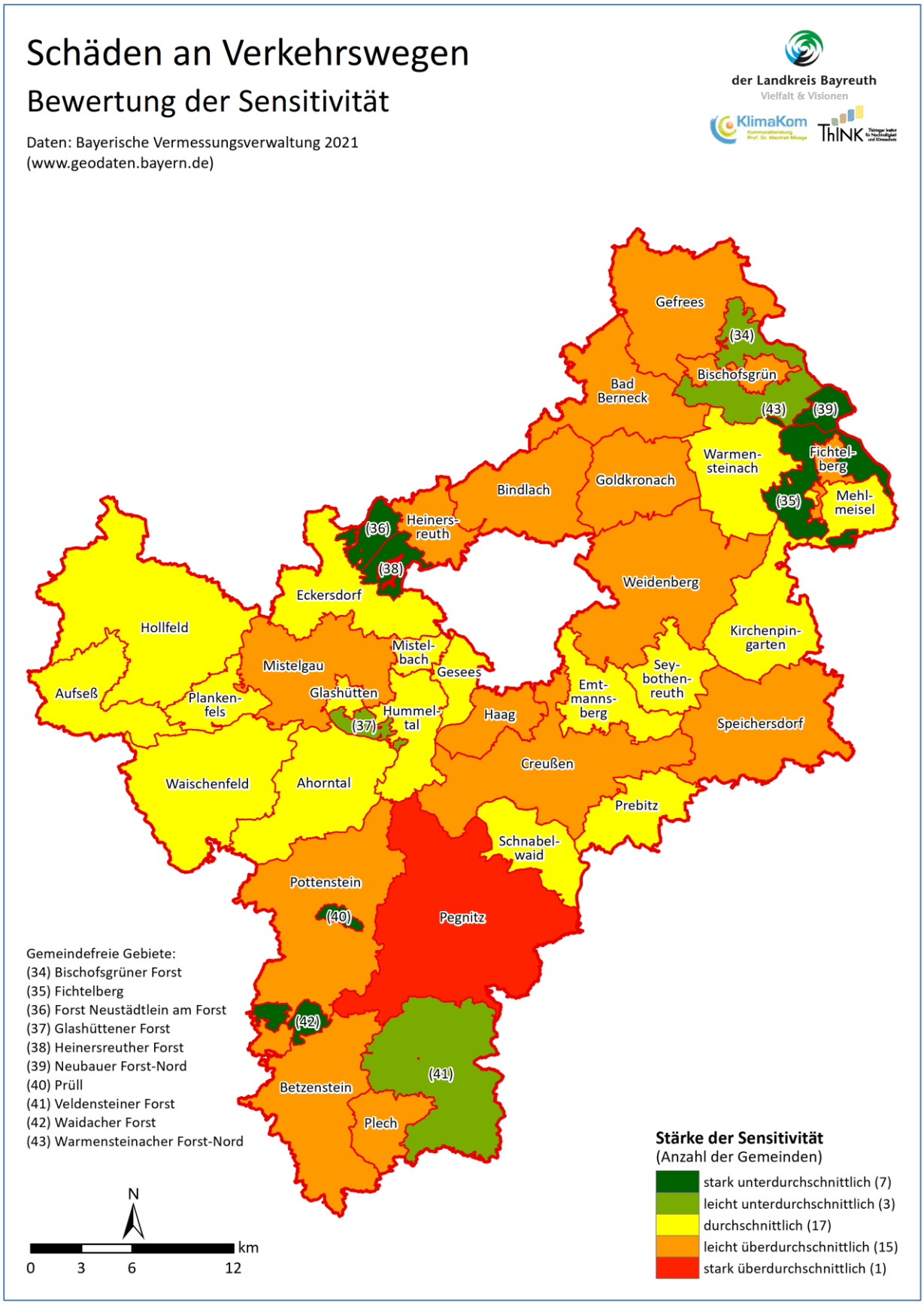


Abbildung 79: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Schäden an Verkehrswegen in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

3.3.9 Beeinträchtigung des Wintertourismus

In Kapitel 2.1 wurde bereits auf die Bedeutung des Tourismus für die Region und den Landkreis Bayreuth hingewiesen. Während für den Ganzjahres-, Sommer- und Kulturtourismus durch wärmere Sommer und eine verlängerte Tourismussaison eher Chancen durch den Klimawandel bestehen, dürfte der Wintertourismus der Leidtragende der klimatischen Entwicklung sein. Zwar wird es auch künftig Schnee und die Möglichkeit zum Wintersport in den Mittelgebirgslagen geben, jedoch dürften die Schneemengen und die Dauer der Schneedecke abnehmen. Auch hier gibt es keine (räumlich hoch aufgelösten) Klimadaten zu Schneetagen oder Schneedeckendauer, die in die Analyse integriert werden könnten. Jedoch sind der Anstieg der mittleren Wintertemperatur und die Abnahme der Eistage starke Anzeichen für eine solche klimatische Entwicklung (vgl. Kapitel 3.1.1).

Für die Analyse der Sensitivitäten zur Klimawirkung Beeinträchtigung des Wintertourismus wurden Indikatoren aus zwei Bereichen verwendet:

Beschäftigte im Gastgewerbe

Ein häufig genutzter Tourismus-Indikator ist der Anteil Beschäftigter im Gastgewerbe. Die entsprechenden Daten wurden vom Landesamt für Statistik bereitgestellt (LfStat 2021a; Anteil der abhängig Beschäftigten [sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte] an allen abhängig Beschäftigten) und sind in Tabelle 30 und der Analysekarte (Abbildung 80) dargestellt. Die Statistik bezieht sich auf das Jahr 2019, um eine Beeinflussung des Ergebnisses durch die Corona-Pandemie auszuschließen. Es ist zu sehen, dass das Gastgewerbe in den Gemeinden Fichtelberg (25 %), Schnabelwaid (24 %), Plankenfels (24 %) und Plech (22 %) eine besonders wichtige Stellung auf dem Arbeitsmarkt einnimmt. Keine relevante Rolle spielt das Gastgewerbe dagegen u. a. in Prebitz (0 %), Gesees (0,8 %) und Kirchenpingarten (0,9 %). Einschränkend muss angemerkt werden, dass nicht alle Beschäftigten im Gastgewerbe automatisch dem Tourismus zuzurechnen sind. Ein gewisser Grundstock an Beschäftigten findet sich in den meisten Gemeinden zur gastronomischen Versorgung der ansässigen Bevölkerung in Restaurants, Cafés, Bars etc.

Übernachtungen im Winterhalbjahr

Aussagekräftiger als die Beschäftigten im Gastgewerbe sind die Übernachtungszahlen im Winterhalbjahr. Zwar sind auch hier Verzerrungen durch Geschäftsreisende möglich, ein Großteil der Übernachtungszahlen ist jedoch im Allgemeinen auf Touristen zurückzuführen. Für diesen Indikator wurden wiederum Daten des LfStat (2021b) genutzt:

- Gästeübernachtungen in Beherbergungsbetrieben für das Winterhalbjahr 2018/2019 (01.11. – 30.04.) und das Sommerhalbjahr 2019 (01.05. – 31.10.),
- Gästeübernachtungen in Kleinbeherbergungsbetrieben und Privatquartieren für das Kalenderjahr 2019.

Das Winterhalbjahr 2018/2019 wurde gewählt, um Verzerrungen durch die Corona-Pandemie zu vermeiden. Der (kleine) methodische Fehler der Verrechnung von Tourismusjahr (Beherbergungsbetriebe) und Kalenderjahr (Kleinbeherbergungsbetriebe) wurde in Kauf genommen, um auch Kleinbeherbergungsbetriebe zu berücksichtigen, für die keine andere Datenquelle bestand. Ein Problem stellte in diesem Zusammenhang jedoch der Datenschutz dar, so dass für einige Gemeinden keine Übernachtungszahlen vom LfStat übermittelt werden konnten.

In der Statistik (Tabelle 30, (Abbildung 80) stechen vor allem Bischofsgrün (ca. 74 Tsd. Übernachtungen), Pegnitz (52 Tsd.) und Pottenstein (48 Tsd.) heraus, die stellvertretend

für die Tourismusdestinationen Fichtelgebirge und Fränkische Schweiz stehen. Bei den relativen Anteilen des Wintertourismus am Tourismusjahr zeigen sich Pegnitz (48 %), Bischofsgrün (45 %), Bad Berneck (39 %) und Warmensteinach (38 %) in vorderen Positionen. Hier ist der Wintertourismus klar ein wirtschaftlicher Faktor für die Kommunen, der durch die klimatischen Veränderungen Risiken erfahren dürfte.

Tabelle 30: Kennwerte für den Wintertourismus in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth für das Tourismusjahr 2019 (Quelle: LfStat 2021a,b)

Gemeinde	Anteil Beschäftigter im Gastgewerbe 2019	Übernachtungen im Winterhalbjahr 2018/2019	Anteil der Übernachtungen im Winterhalbjahr am Jahr 2019 (01.11.2018 - 31.10.2019)
Ahorntal	16,0	4.467	30,6
Aufseß	9,6	4.697	26,4
Bad Berneck	7,5	10.338	38,9
Betzenstein	13,3	8.945	27,8
Bindlach	3,1	*	*
Bischofsgrün	19,6	73.542	44,9
Creußen	1,9	*	*
Eckersdorf	5,6	*	*
Emtmannsberg	9,6	0	0,0
Fichtelberg	24,7	17.436	25,4
Gefrees	1,7	872	28,5
Gesees	0,8	0	0,0
Glashütten	8,4	*	*
Goldkronach	1,2	*	*
Haag	1,5	0	0,0
Heinersreuth	1,6	*	*
Hollfeld	4,0	4.238	19,7
Hummeltal	5,1	*	*
Kirchenpingarten	0,9	0	0,0
Mehlmeisel	13,9	1.948	23,7
Mistelbach	3,0	*	*
Mistelgau	1,5	4.686	28,9
Pegnitz	4,2	52.278	48,0
Plankenfels	23,8	*	*
Plech	21,5	4.684	33,9
Pottenstein	13,9	47.942	19,2
Prebitz	0,0	0	0,0
Schnabelwaid	24,2	*	*
Seybothenreuth	17,7	*	*
Speichersdorf	1,6	2.520	41,9
Waischenfeld	17,1	11.356	12,3
Warmensteinach	11,0	36.141	37,6
Weidenberg	2,0	2.096	45,6

* Aus Datenschutzgründen sind für einige Gemeinden keine Daten verfügbar.

Hotspots der Sensitivität

Sowohl im Fichtelgebirge als auch in der Fränkischen Schweiz ist touristischer Wintersport etabliert. Gemeinden die in dieser Hinsicht im Zuge des Klimawandels mit Beeinträchtigungen rechnen müssen, sind aufgrund hoher Übernachtungszahlen im Winterhalbjahr und hoher Zahlen von Beschäftigten im Gastgewerbe Pegnitz, Pottenstein, Waischenfeld und Betzenstein in der Fränkischen Schweiz sowie Bischofsgrün, Fichtelberg, Bad Berneck und Warmensteinach im Fichtelgebirge.

Kommunale Bewertung der Sensitivität

Mangels Klimadaten wurden auch bei dieser Klimawirkung die Sensitivitäten in den Gemeinden bewertet. Die Bewertung folgte der Logik, dass Gemeinden eine besonders hohe Sensitivität aufweisen, die viele Beschäftigte und einen hohen Anteil im/am Gastgewerbe haben und gleichzeitig viele Übernachtungen im Winterhalbjahr aufweisen bzw. einen hohen Anteil an Übernachtungen im Winterhalbjahr haben (Tabelle 31).

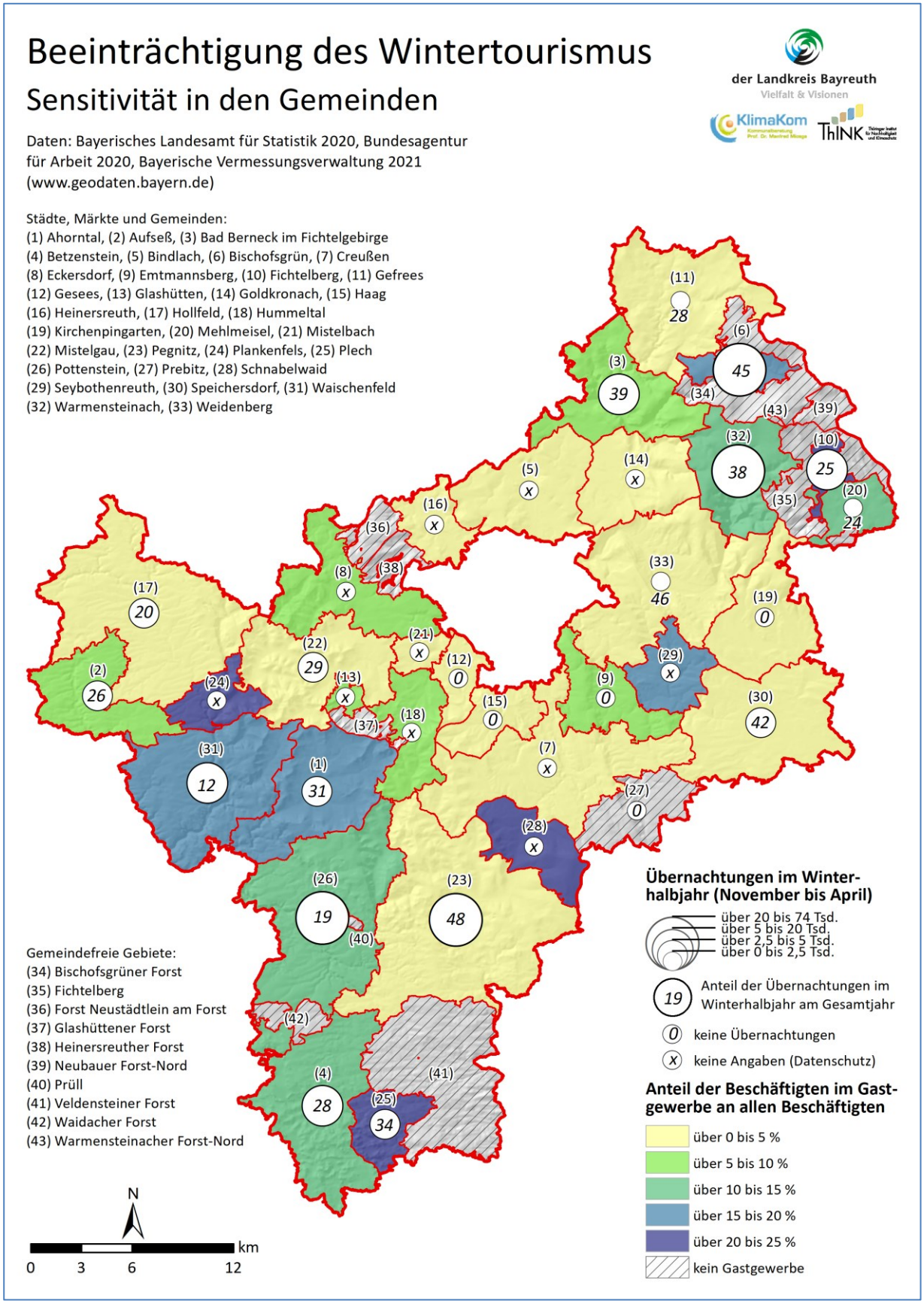


Abbildung 80: Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Beeinträchtigung des Wintertourismus in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

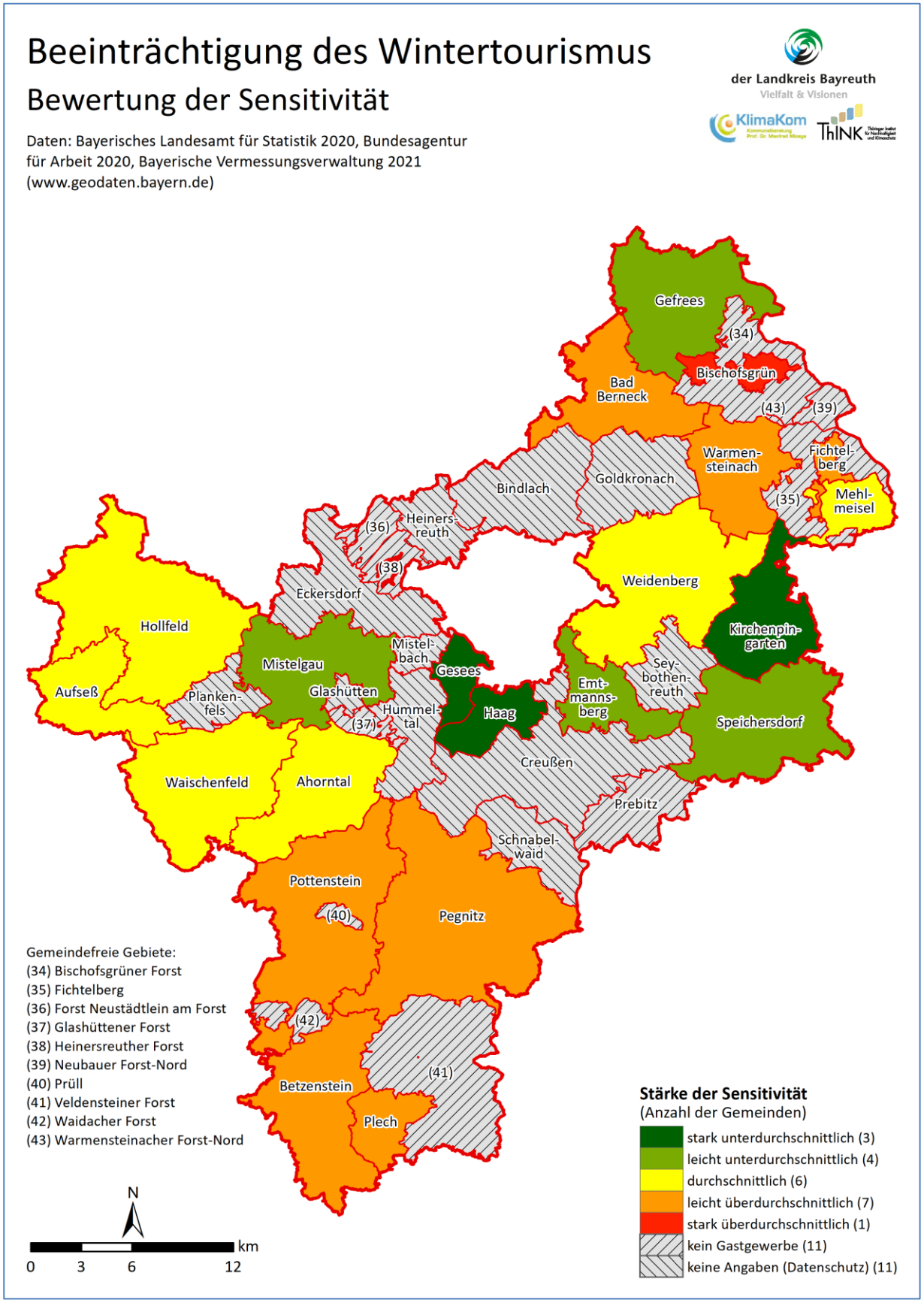


Abbildung 81: Bewertung der Sensitivitäten hinsichtlich der Klimafolge Beeinträchtigung des Wintertourismus in den Gemeinden des Landkreises Bayreuth

Das Bewertungsergebnis zeigt Abbildung 81. Hier sind zwei Regionen mit hoher überdurchschnittlicher Sensitivität für die Klimawirkung auszumachen, das Fichtelgebirge mit u. a. Bischofsgrün, Fichtelberg und Warmensteinach sowie die Fränkische Schweiz mit z. B. Pegnitz, Pottenstein und Betzenstein. Eine stark unterdurchschnittliche Sensitivität für die Klimawirkung zeigen dagegen die Gemeinden Kirchenpingarten, Gesees und Haag. Hier wurden keine Übernachtungen im Winterhalbjahr 2018/2019 verzeichnet und auch die Anteile der Beschäftigten im Gastgewerbe fallen mit unter 2 % recht gering aus.

Tabelle 31: Verwendete Indikatoren für die Klimawirkung Beeinträchtigung des Wintertourismus

Hauptindikator(en)	Subindikatoren
Beschäftigte im Gastgewerbe	Anzahl der Beschäftigten im Gastgewerbe in der Gemeinde
	Anteil der Beschäftigten im Gastgewerbe an allen Beschäftigten der Gemeinde
Übernachtungen im Winterhalbjahr	Anzahl der Übernachtungen im Winterhalbjahr in der Gemeinde
	Anteil der Übernachtungen im Winterhalbjahr am Gesamtjahr in der Gemeinde

Hinweis auf die Klimawirkung

Betrachtet man neben der Sensitivität auch das Klimasignal (Schneetage, Schneedeckendauer, für beide keine Daten bzw. Abbildungen vorhanden) so wird erkennbar, dass die Klimawirkung nicht gleichverteilt im Landkreis wirkt. Eine Beeinträchtigung des Wintertourismus in der Form des schneegebundenen Tourismus (Ski, Rodeln etc.) wird nur dort zum Problem, wo es regelmäßig und genügend Schnee im Winter gibt, also vor allem im Fichtelgebirge und Teilen der Fränkischen Schweiz. Im vorliegenden Fall stimmt die Verteilung der überdurchschnittlich hoch sensitiven Gemeinden mit der wahrscheinlichen Verteilung des Schneeangebotes (Anzahl der Schneetage und Schneedeckendauer) grob überein, so dass in Gemeinden wie Bischofsgrün, Fichtelberg, Warmensteinach sowie Pottenstein, Plech und Betzenstein neben hohen Sensitivitäten auch hohe Klimawirkungen – also Beeinträchtigungen des Wintertourismus – zu erwarten sind. Der klimatische Einfluss muss also bei der abschließenden Betrachtung mitberücksichtigt werden. Trotzdem ist die Bewertung der Sensitivität sinnvoll und zielführend, da sie auf die Stellschrauben der Anpassung fokussiert, die die Akteure der Region aktiv beeinflussen können, um somit die Klimawirkung vor Ort zu senken (vgl. Kapitel 3.3.2, Seite 109).

3.4 Anpassungserfordernisse und künftige Betroffenheit

In den letzten Kapiteln wurden die priorisierten Klimawirkungen für den Landkreis Bayreuth betrachtet und bzgl. ihrer Klimawirkung – bzw. in den meisten Fällen ihrer Sensitivität – in den Gemeinden und gemeindefreien Gebieten bewertet. In diesem Kapitel steht nun die integrierte Betrachtung im Mittelpunkt. Hierzu wurden die einzelnen Themenbewertungen in einer Tabelle zusammengefasst, um eine mittlere Sensitivität je Gemeinde über alle priorisierten Klimawirkungen hinweg zu bilden (Tabelle 32). Diese Darstellung gibt Hinweise darauf, welche Gemeinden im Mittel künftig die stärksten Auswirkungen durch den Klimawandel erfahren könnten. Dabei ist jedoch zu beachten, dass gleiche Gesamtbewertungen durch unterschiedliche Eingangskombinationen der einzelnen Klimawirkungen zustande kommen können. Alle priorisierten Klimawirkungen gingen gleichwertig in die mittlere Sensitivität ein. Eine unterschiedliche Gewichtung ist nur auf Basis objektiver Kriterien (z. B. Ausmaß menschlicher/monetärer

Verluste für alle Klimawirkungen) sinnvoll, für die jedoch keine Daten vorliegen. Die Bewertung erfolgte wieder relativ, d. h., die Gemeinden des Landkreises wurden untereinander verglichen.

In Tabelle 32 ist ersichtlich, dass Pegnitz, Bindlach, und Bad Berneck die stärksten Sensitivitäten bei den verschiedenen priorisierten Klimawirkungen aufweisen. Für diese Gemeinden ist eine stark überdurchschnittliche mittlere Sensitivität zu verzeichnen. Am anderen Ende der bewerteten Gemeinden finden sich Prebitz und Glashütten mit einer stark unterdurchschnittlichen mittleren Sensitivität. Die gemeindefreien Gebiete weisen für vier der sieben Klimawirkungen keine Sensitivität auf, da z. B. keine

Tabelle 32: Sensitivitäten der priorisierten Klimawirkungen sowie Anpassungserfordernisse in den Gemeinden und gemeindefreien Gebieten des Landkreises Bayreuth

Gemeinde bzw. gemeindefreies Gebiet	Stärke der Klimawirkung bzw. Sensitivität und des Anpassungserfordernisses							
	Hitzebelastung für die Bevölkerung	Trockenstress auf Landwirtschafts-flä-	Erosive Sturzfluten durch Starkregen	Trockenstress auf Waldflächen	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser	Schäden an Verkehrswegen	Beeinträchtigung des Wintertourismus	Mittlere Sensitivität bzw. Anpassungserfordernis
Ahorntal	+	o	o	o	o	o	o	o
Aufseß	+	o	+	-	o	o	o	+
Bad Berneck	-	-	- -	o	- -	-	-	- -
Betzenstein	o	o	o	-	+	-	-	o
Bindlach	- -	o	-	o	- -	-	?	- -
Bischofsgrün	o	+	o	+ +	o	-	- -	o
Creußen	-	-	-	o	o	-	?	-
Eckersdorf	-	-	o	o	o	o	?	o
Emtmannsberg	+	-	o	o	o	o	+	o
Fichtelberg	o		?	+ +	o	-	-	o
Gefrees	-	- -	- -	+	o	-	+	-
Gesees	+	o	+	+	o	o	+ +	+
Glashütten	+	+ +	+	+ +	o	o	?	+ +
Goldkronach	o	-	o	+	o	-	?	o
Haag	+	+	+	+	o	-	+ +	+
Heinersreuth	o	+ +	o	o	- -	-	?	o
Hollfeld	-	-	o	-	- -	o	o	-
Hummeltal	o	o	+	+	o	o	?	o
Kirchenpingarten	+	+	o	+	o	o	+ +	+
Mehlmeisel	+	+ +	+ +	+	o	o	o	+
Mistelbach	+	+	+	+ +	+	o	?	+
Mistelgau	-	o	o	o	o	-	+	o
Pegnitz	- -	-	-	-	- -	- -	-	- -
Plankenfels	+	o	+	o	-	o	?	+
Plech	+	o	o	o	+	-	-	o
Pottenstein	-	-	o		o	-	-	-
Prebitz	+	-	+	o	o	o	Ø	+ +
Schnabelwaid	+	+	-	o	o	o	?	+
Seybothenreuth	+	-	-	o	o	o	?	o
Speichersdorf	-	o	+	+	- -	-	+	o
Waischenfeld	o	o	+	-	- -	o	o	-
Warmensteinach	o	+ +	?	o	o	o	-	o

Weidenberg	-	-	- -	o	-	-	o	-
Bischofsgrüner Forst	Ø	Ø	Ø	o	+	+	Ø	+ +
Fichtelberg	Ø	Ø	Ø	o	+	+ +	Ø	+ +
Forst Neustädtlein a.Forst	Ø	Ø	Ø	-	+	+ +	Ø	+ +
Glashüttener Forst	Ø	Ø	Ø	o	+	+	Ø	+ +
Heinersreuther Forst	Ø	Ø	Ø	-	+	+ +	Ø	+ +
Neubauer Forst-Nord	Ø	Ø	Ø	-	+	+ +	Ø	+ +
Prüll	Ø	Ø	Ø	-	+ +	+ +	Ø	+ +
Veldensteiner Forst	Ø	Ø	Ø	- -	+	+	Ø	+ +
Waidacher Forst	Ø	Ø	Ø	o	+	+ +	Ø	+ +
Warmensteinacher Forst-Nord	Ø	Ø	Ø	-	Ø	+ +	Ø	+ +

[+ +] = stark unterdurchschnittlich, [+] = leicht unterdurchschnittlich, [o] = durchschnittlich, [-] = leicht überdurchschnittlich, [- -] = stark überdurchschnittlich, [Ø] = keine Sensitivität, [?] = keine Bewertung möglich aufgrund fehlender Daten

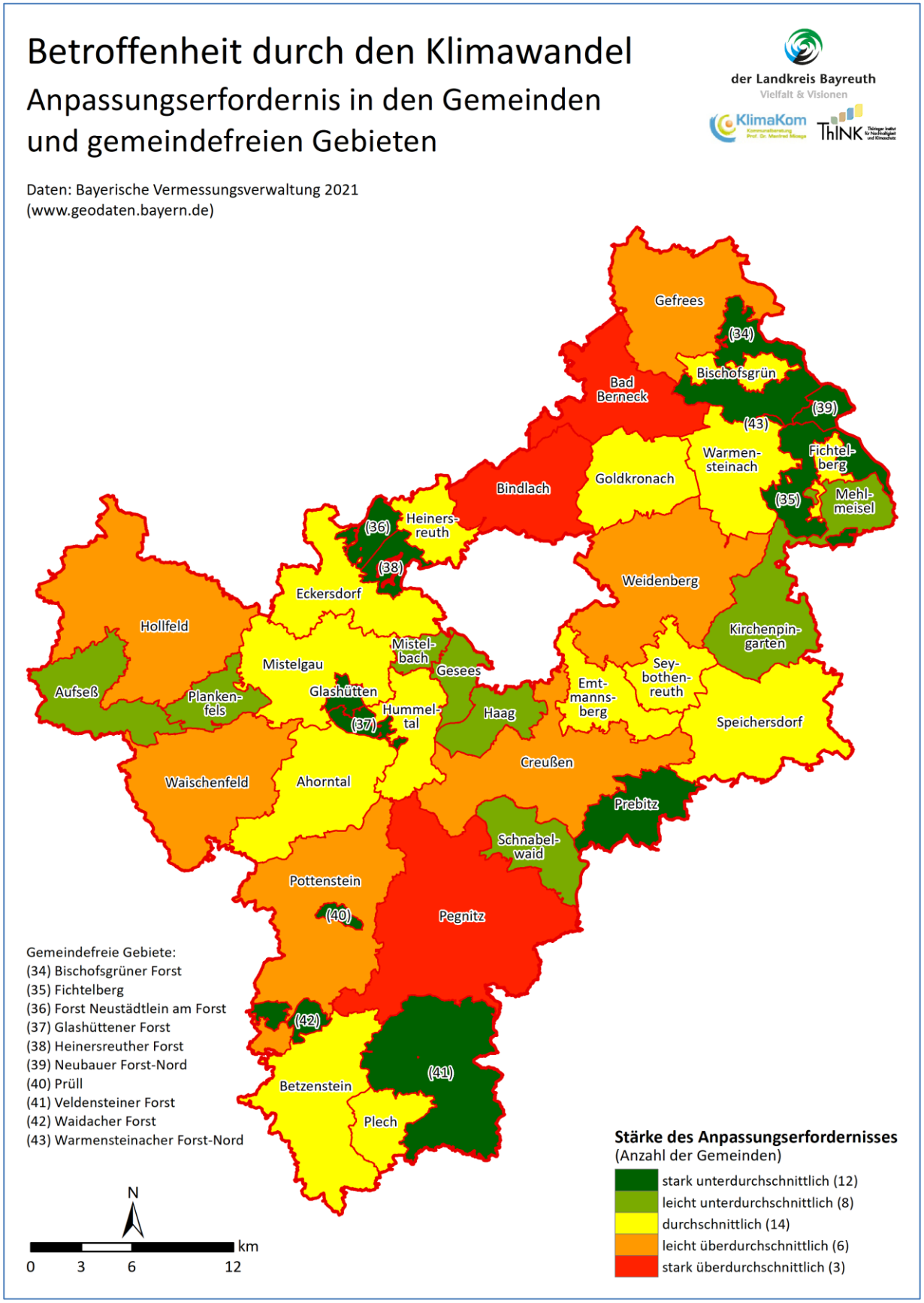


Abbildung 82: Anpassungserfordernis in den Gemeinden und gemeindefreien Gebieten des Landkreises Bayreuth

Wohnbevölkerung unter Hitzebelastung leiden kann oder mangels Landwirtschaftsflächen kein Trockenstress auf selbigen auftreten kann. Sie wurden daher als Sonderfälle

nicht in die vergleichende Bewertung der Gemeinden untereinander aufgenommen. Gleichzeitig ist für alle gemeindefreien Gebiete von einer stark unterdurchschnittlichen mittleren Sensitivität auszugehen. Weiterhin konnten bei zwei Klimawirkungsanalysen (Erosive Sturzfluten, Beeinträchtigung des Wintertourismus) aufgrund fehlender Daten nicht für alle Gemeinden eine Bewertung vorgenommen werden. Diese Fälle sind in der Tabelle mittels Fragezeichen markiert.

Die Bewertungen der Sensitivitäten sind auch als Anpassungserfordernisse in den Gemeinden bzw. priorisierten Klimawirkungen zu interpretieren. Zeigt eine Gemeinde bei einer Klimawirkung eine unterdurchschnittliche Bewertung (Grün-Töne), würde das ein geringes Anpassungserfordernis bedeuten, eine überdurchschnittliche Bewertung (orange/rot) dagegen zeigt ein hohes Anpassungserfordernis auf. Durchschnittliche Bewertungen (gelb) markieren einen mittleren Handlungsbedarf. Ob grün, gelb oder rot – es bleibt jedoch festzuhalten, dass sich der Klimawandel in allen Gemeinden und gemeindefreien Gebieten auswirkt, auch z. B. im Falle einer unterdurchschnittlichen Sensitivität in einer Gemeinde. Diese Anpassungserfordernisse dienen als Hinweis darauf, in welchen Gemeinden welche Themen im Anpassungsprozess besonders wichtig sind bzw. werden können und wo entsprechend mittels Anpassungsmaßnahmen gegengesteuert werden muss. Die letzte Spalte der Tabelle ist – neben der mittleren Sensitivität – gleichzeitig auch als mittleres Anpassungserfordernis je Gemeinde zu lesen, als Durchschnitt über alle priorisierten Klimawirkungen unter der Prämisse, dass alle Themen das gleiche Gewicht erfahren.

Weiterhin wurde eine Übersichtskarte erstellt, welche die mittlere Sensitivität bzw. das mittlere Anpassungserfordernis der Gemeinden bzw. gemeindefreien Gebiete räumlich darstellt (Abbildung 82). Eine Clusterung in bzw. ein auffälliger Unterschied zwischen den drei Naturräumen ist jedoch nicht zu erkennen.

3.5 Anpassungskapazitäten hinsichtlich der priorisierten Klimawirkungen

In Kapitel 3.3.2 wurde beschrieben, dass Informationen zur Anpassungskapazität notwendig sind, um Aussagen über die Stärke der künftigen Vulnerabilität einer Raumeinheit oder eines Schwerpunktthemas zu treffen. Die Anpassungskapazität beschreibt die Fähigkeit einer Region/eines Systems, sich durch Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an die veränderten Bedingungen anzupassen oder die Veränderungen auch zum Vorteil nutzen zu können. Die Anpassungskapazität ist von Faktoren abhängig, wie den ökonomischen Ressourcen, Know-how und Technologie, institutionellen Kapazitäten, politischem Willen, Anpassungshindernissen etc.

Da sich die Anpassungskapazität nicht einfach über vorhandene Daten oder Indikatoren abbilden lässt, wurden im Januar und Februar 2022 Experteninterviews mit thematisch erfahrenen Akteuren aus der Region Bayreuth durchgeführt. Ziel war es, die Anpassungskapazitäten für die priorisierten Klimawirkungen in der nahen Zukunft abzuschätzen. Die interviewten Akteure sind in Tabelle 33 aufgelistet.

Für die Klimawirkungen Hitzebelastung für die Bevölkerung und Schäden an Verkehrswegen war je ein weiteres Interview vorgesehen, die jedoch von den angesprochenen Akteuren nicht wahrgenommen werden konnten.

Den interviewten Akteuren wurden folgende Fragen gestellt, die eine Beurteilung der verschiedenen Aspekte der Anpassungskapazität ermöglichten:

- Wie stark ist Ihr Handlungsfeld/Ihre Abteilung/Ihr Fachbereich im Allgemeinen von den negativen Auswirkungen des Klimawandels betroffen und von der Klimawirkung … [akteursabhängig] im speziellen?

- Führen Sie bereits Maßnahmen durch, um sich an den Klimawandel und die Klimawirkung … [akteursabhängig] anzupassen? Planen Sie bzw. Ihre Abteilung/Ihr Fachbereich weitere Maßnahmen gegen die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu ergreifen?
- In wie weit erfahren Sie bei Ihren Bemühungen zur Klimaanpassung Unterstützung von Ihren übergeordneten Stellen/Verbänden/Strukturen?
- Wie groß ist der Handlungsspielraum in Ihrer Abteilung/Ihrem Fachbereich im Hinblick auf rechtliche und organisatorische Rahmenbedingungen, um Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung an die Klimawirkung … [akteursabhängig] zu ergreifen?
- In wie weit verfügen Sie/Ihre Abteilung/Ihr Fachbereich über Know-how bzw. Technologie, um Anpassungsmaßnahmen für die Klimawirkung … [akteursabhängig] zu planen und umzusetzen?
- In wie weit verfügen Sie/Ihre Abteilung/Ihr Fachbereich über finanzielle Ressourcen, um Anpassungsmaßnahmen für die Klimawirkung … [akteursabhängig] zu planen und umzusetzen?
- In wie weit verfügen Sie/Ihre Abteilung/Ihr Fachbereich über personelle Ressourcen, um Anpassungsmaßnahmen für die Klimawirkung … [akteursabhängig] zu planen und umzusetzen?
- Wie groß ist die Akzeptanz der Bevölkerung bzw. der Akteure in Ihrem Handlungsfeld/Ihrer Abteilung/Ihrem Fachbereich zur Planung und Umsetzung von verfügbaren Anpassungsmaßnahmen hinsichtlich der Klimawirkung … [akteursabhängig]?
- Welche Hinderungsgründe gibt es sonst noch? Wie stark schätzen Sie die Hindernisse ein, die Ihrem Handlungsfeld/Ihrer Abteilung/Ihrem Fachbereich bei der Klimaanpassung hinsichtlich der Klimawirkung … [akteursabhängig] im Wege stehen?

Tabelle 33: Interviewpartner zum Thema Anpassungskapazitäten

Klimawirkung	Akteure	Funktion/Behörde
Hitzebelastung für die Bevölkerung	Karin Böhm	Seniorenbeauftragte beim LRA Bayreuth
Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen	Harald Köppel	Geschäftsführer der Geschäftsstelle Bayreuth des Bayerischen Bauernverbandes
	Johannes Scherm	Geschäftsführer des Maschinen- und Betriebshilfsrings Bayreuth-Pegnitz e.V.
Erosive Sturzfluten durch Starkregen	Jürgen Wunderlich	Kreisbrandinspektor im Inspektionsbereich I des Kreisfeuerwehrverbandes Bayreuth e. V.
	Daniel Spaderna	Amt für Ländliche Entwicklung Oberfranken (ALE), Zuständiger für Boden:ständig
Trockenstress auf Waldflächen	Winfried Pfahler und Martin Hendel	Leiter und stellvertretender Leiter des Staatsforstbetriebs Fichtelberg
	Christian Dormann	Vorsitzender der Waldbesitzervereinigung Hollfeld e. V. (1969)
Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser	Ulrich Scheffer	Geschäftsbereichsleiter (u. a. Öffentliche Sicherheit und Ordnung) beim LRA Bayreuth
	Boris Roth	Abteilungsleiter beim Wasserwirtschaftsamt Hof, zuständig für Stadt und LK Bayreuth

Schäden an Verkehrswegen	Roland Kasel	Fachbereichsleiter Tiefbau beim LRA Bayreuth
Beeinträchtigung des Wintertourismus	Andres Munder	Geschäftsführer der Tourismus & Marketing GmbH Ochsenkopf
	Matthias Helldörfer	Leiter der Tourismuszentrale Fränkische Schweiz

Die Experten wurden pro Frage um eine Bewertung auf einer Skala von 1 (gar nicht/keine) bis 5 (sehr stark/sehr viel) und eine kurze Erläuterung gebeten. Über diese wertebasierte Einschätzung und die weiteren Informationen wurde jeder Aspekt der Anpassungskapazität je priorisierter Klimawirkung quantifiziert. Bei mehreren befragten Akteuren pro Thema wurden Mittelwerte gebildet. Falls der Wert für das Feld auf der Kippe zwischen zwei Bewertungsstufen stand (z. B. 3,5), wurde nicht mathematisch gerundet, sondern konservativ entschieden, d. h., für die Kriterien Anpassungsbemühungen, Handlungsspielraum, Anpassungswissen, Finanzen, Personal und Akzeptanz wurde abgerundet, für die Kriterien Betroffenheit und Anpassungshindernisse wurde aufgerundet. Dies diente dazu, einen zusätzlichen Sicherheitsaufschlag für die subjektiven Bewertungen zu berücksichtigen. Zu beachten ist, dass für Betroffenheit und Anpassungshindernisse der Wert 5 die schlechteste Bewertung darstellte, für die restlichen Aspekte jedoch die beste.

Die Ergebnisse der Analyse zeigt Tabelle 34. Alle Akteure geben für ihre Schwerpunktthemen eine Betroffenheit durch die Auswirkungen des Klimawandels an. Positiv zu vermerken ist, dass zu fast allen Klimawirkungen bereits Anpassungsmaßnahmen durchgeführt werden. Dies wurde nur für das Thema Hitzebelastung der Bevölkerung verneint. Dies betrifft jedoch lediglich den Teilbereich der Seniorenarbeit. Interviewpartner aus anderen Teilbereichen standen aufgrund der derzeitigen Arbeitsauslastung bzgl. der Corona-Pandemie für die Interviews zum Thema Hitzebelastung nicht zur Verfügung. Für die meisten Klimawirkungen sind zudem weitere Maßnahmen geplant. Bei den anderen Aspekten zeigt sich ein breites Feld der Einschätzungen zwischen 2 (gering/wenig) und 5 (sehr stark/sehr viel). Im Ergebnis der Bewertung zeigen sich geringe (Hitzebelastung, Schäden an Verkehrswegen), mittlere (Wintertourismus, Überschwemmungen, Trockenstress in der Landwirtschaft) und hohe Anpassungskapazitäten (erosive Sturzfluten, Trockenstress im Wald) bei den priorisierten Klimawirkungen und damit ein geringes bis hohes Anpassungspotenzial. Denn genau das sind sie erst einmal „nur“: Anpassungspotenziale, die letztlich noch aktiviert und in Anpassungsaktivitäten überführt werden müssen.

Tabelle 34: Anpassungskapazitäten bei den priorisierten Klimawirkungen auf Basis der Experteninterviews

Klimawirkung **Fragen an die Akteure** (ausführliche Fragen siehe Seite 137/138)	**Hitzebelastung für die Bevölkerung**	**Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen**	**Erosive Sturzfluten durch Starkregen**	**Trockenstress auf Waldflächen**	**Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser**	**Schäden an Verkehrswegen**	**Beeinträchtigung des Wintertourismus**
Anzahl der Interviews	1	2	2	2	2	1	2
Selbsteinschätzung der Betroffenheit	4	5	4	5	4	3	3
Durchführung von Anpassungsmaßnahmen	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja

Unterstützung der Anpassungsbemühungen	1	3	5	4	4	2	3
Rechtlicher und organisatorischer Handlungsspielraum	2	2	4	3	3	2	3
Anpassungswissen und -technologien	2	3	4	4	4	2	3
Finanzielle Ressourcen	1	4	4	4	4	2	3
Personelle Ressourcen	3	4	5	4	3	2	3
Akzeptanz von Anpassungsmaßnahmen	2	4	4	4	4	3	4
Anpassungshindernisse	4	3	3	3	3	2	3
Anpassungskapazität	**gering**	**mittel**	**hoch**	**hoch**	**mittel**	**gering**	**mittel**

3.6 Vulnerabilitäten hinsichtlich der priorisierten Klimawirkungen

Wie in Kapitel 3.3.2 erläutert, existieren nur wenig belastbare Aussagen, was die künftige Entwicklung der Sensitivitäten der betrachteten Klimawirkungen betrifft. Dies steht im Gegensatz zu den zahlreichen Szenarien und Projektionen für die Klimasignale wie sie auch in Kapitel 3.1 genutzt wurden. Eine zuverlässige Ermittlung der künftigen Betroffenheit bzw. Klimawirkung ist daher nicht möglich und beschränkt sich auf eine qualitative Betrachtung der Trends der Sensitivitäten und projizierten Klimasignale. Um die künftige ***Vulnerabilität*** zu einer Klimawirkung zu ermitteln, bedarf es darüber hinaus Informationen zur Anpassungsfähigkeit bzw. –kapazität (vgl. Abbildung 61). Diese wurden im Projekt über Experteninterviews abgeleitet.

Um die künftige Vulnerabilität für eine Klimawirkung im Landkreis Bayreuth abzuleiten, wurde zuerst mittels Trendbetrachtung abgeschätzt, wie sich in Zukunft die Sensitivität gegenüber dem Klima (z. B. Bevölkerungszahl) wahrscheinlich ändern wird. Für das Klima selbst (z. B. die Hitzetage) liegen Projektionen zur möglichen Entwicklung vor. Für die Klimasignale wurde sich – wo möglich – auf die Projektionen des „Weiter so"-Szenarios (RCP 8.5) gestützt, da es den derzeit wahrscheinlichsten weiteren Verlauf der Treibhausgasemissionen darstellt. Für die Abschätzung der Entwicklung der Sensitivitäten wurde auf Daten des Bayerischen Landesamtes für Statistik, des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen. Wo dies nicht möglich war, wurde eine eigene Einschätzung getroffen.

Die Kopplung der Änderungen von Sensitivität und Klimasignal ergibt einen Hinweis auf die Veränderung der künftigen Klimawirkung. Die Anwendung der Anpassungskapazität aus den Interviews auf die künftige Klimawirkung führte dann zur künftigen Vulnerabilität des Schwerpunktthemas. Da die interviewten Experten die Anpassungskapazität nicht für jede Kommune einzeln beurteilen können und Trends bzw. Projektionen für die Sensitivitäten und Klimasignale nicht räumlich aufgelöst für die Kommunen vorliegen, kann auch die Vulnerabilität nicht auf räumlicher Ebene der Kommunen dargestellt werden. Entsprechend erfolgte die Betrachtung der Vulnerabilität auf Ebene der Klimawirkungen für den gesamten Landkreis für den zeitlichen Horizont der nahen Zukunft. Tabelle 35 gibt einen Überblick über die wahrscheinlichen Veränderungen von Sensitivität, Klimasignal, Klimawirkung sowie die erwartete künftige Vulnerabilität für die priorisierten Klimawirkungen.

Zu sehen ist, dass für die Hitzebelastung für die Bevölkerung die höchste künftige Vulnerabilität erwartet wird. Grund ist die wahrscheinliche Zunahme sowohl von Sensitivitäten als auch Klimasignal sowie eine bisher nur geringe Anpassungskapazität. Auch wenn die Anpassungskapazität derzeit nur für einen Teilbereich bekannt ist, muss auf

diese Klimawirkung künftig ein besonderes Augenmerk im Anpassungsprozess gelegt werden.

Für die Klimawirkungen Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen und Waldflächen sowie erosive Sturzfluten ist eine mittlere Zunahme der Stärke der Klimawirkung wahrscheinlich. Auch wenn sich die Sensitivitäten bei diesen Themen nur leicht verändern könnten, verursachen moderate Zunahmen der Klimasignale eine wahrscheinlich mittlere Verstärkung der Klimawirkungen. Aufgrund der hohen Anpassungskapazitäten für Trockenstress auf Waldflächen und erosive Sturzfluten wird sich wahrscheinlich eine nur geringe Vulnerabilität für diese Klimawirkungen in der nahen Zukunft einstellen. Für die Klimawirkung Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen könnte sie gering bis mittel ausfallen.

Bei der Klimawirkung Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser zeigt sich ebenfalls eine moderate Verstärkung des Klimasignals, jedoch bleibt die Sensitivität vermutlich gleich bis hin zu einer leichten Abnahme, so dass hier insgesamt nur von einer leichten bis mittleren Zunahme der Stärke der Klimawirkung auszugehen ist. Bei einer mittleren Anpassungskapazität ist mit einer nur geringen Vulnerabilität für die nahe Zukunft zu rechnen.

Die Klimawirkung Schäden an Verkehrswegen könnte sich moderat verstärken, da sowohl von einem Ausbau des Verkehrsnetzes auszugehen ist als auch einer Intensivierung der Klimasignale, die auf dieses einwirken (Hitze, Starkregen, evtl. auch Sturmereignisse und Frost-Tau-Wechsel). Dies resultiert unter Annahme einer geringen Anpassungskapazität in einer mittleren bis hohen Vulnerabilität, der zweithöchsten unter den betrachteten Klimawirkungen nach der Hitzebelastung.

Für die Klimawirkung Beeinträchtigungen des Wintertourismus ist die Veränderung der Sensitivitäten (Beschäftigte im Tourismusbereich und Übernachtungszahlen) vermutlich gleichbleibend bis leicht abnehmend während die Schneehäufigkeit und –menge sehr wahrscheinlich moderat bis stark abnehmen werden. In der Folge ist von einer moderaten Zunahme der Stärke der Klimawirkung auszugehen und – gekoppelt mit einer angenommenen mittleren Anpassungskapazität der Akteure – von einer geringen bis mittleren Vulnerabilität in der nahen Zukunft.

Es muss jedoch davor gewarnt werden, die beschriebenen künftigen Vulnerabilitäten als gegeben bzw. sicher eintretend zu verstehen. Man unterliegt dann einem Zirkelschluss: man unterstellt die Aktivierung der Anpassungspotenziale und somit eine geringere Vulnerabilität, obwohl die Aktivierung der Anpassungskapazität und damit die Senkung der Vulnerabilität erst das Ziel der Anpassungsaktivitäten darstellt. In diesem Sinne sind die aufgeführten Vulnerabilitäten nur zu erreichen, wenn die Akteure tatsächlich in den kommenden Jahren zielführende Anpassungsmaßnahmen umsetzen.

Tabelle 35: Künftige Vulnerabilitäten für die priorisierten Klimawirkungen

Klima-wirkung	Wahrscheinliche Veränderung der Stärke der/des			Anpassungskapazität	Künftige Vulnerabilität
	Sensitivität	Klimasignal	Klimawirkung		
Hitzebelastung für die Bevölkerung	• Gesamtbevölkerung wird leicht abnehmen • Ältere Bevölkerung wird leicht zunehmen • Städtisches Überwärmungspotenzial wird durch Flächenversiegelung/ Überbauung zunehmen **→ Sensitivität nimmt leicht zu**	• Starke bis sehr starke Zunahme der Anzahl an Hitzetagen in naher und ferner Zukunft (RCP 8.5) **→ Klimasignal verstärkt sich stark**	**Starke bis sehr starke Zunahme der Klimawirkung**	**gering (Anpassungskapazität nur eines Teilbereiches bekannt)**	**hoch**
Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen	• Angebaute Kulturpflanzen bleiben gleich • Bodeneigenschaften bleiben gleich • Grundwasserverfügbarkeit könnte abnehmen **→ Sensitivität bleibt gleich bis leichte Zunahme**	• Mittlere Abnahme der klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr in naher und ferner Zukunft (RCP 8.5) **→ Klimasignal verstärkt sich moderat**	**Mittlere Zunahme der Klimawirkung**	**mittel**	**gering bis mittel**
Trockenstress auf Waldflächen	• Baumbestand bleibt etwa gleich • Grundwasserverfügbarkeit könnte abnehmen • Bodeneigenschaften bleiben gleich **→ Sensitivität bleibt gleich bis leichte Zunahme**			**hoch**	**gering**

Klima-wirkung	Wahrscheinliche Veränderung der/des			Anpas-sungs-kapazität	Künftige Vulnera-bilität
	Sensitivität	**Klimasignal**	**Klima-wirkung**		
Erosive Sturzfluten durch Stark-regen	• Geländeeigenschaften bleiben gleich • Siedlungs- und Verkehrs-fläche wird zunehmen **→ Sensitivität bleibt gleich bis leichte Zunahme**	• Mittlere Zu-nahme der Starkregen-tage in naher und ferner Zu-kunft (RCP 8.5) • Evtl. Zunahme der Regen-intensität **→ Klimasignal ver-stärkt sich mode-rat**	**Mittlere Zunahme der Klimawirkung**	**hoch**	**gering**
Über-schwem-mungen durch Stark-regen und Hoch-wasser	• Geländeeigenschaften bleiben gleich • Versiegelung/Überbau-ung wird zunehmen • Bodeneigenschaften bleiben gleich, insofern keine Versiegelung er-folgt • Gewässernetz bleibt gleich bis leichte Ver-besserung durch nor-male Gewässerrenatu-rierung und Vergröße-rung von Retentionsräu-men • Kanalnetz bleibt gleich bis leichte Verbesserung durch normale Erneue-rung **→ Sensitivität bleibt gleich bis leichte Abnahme**		**Leichte bis mittlere Zunahme der Klimawirkung**	**mittel**	**gering**
Schäden an Verkehrs-wegen	• Länge und Ausbaugrad des Verkehrsnetzes nimmt zu **→ Sensitivität nimmt leicht zu**	• Starke bis sehr starke Zu-nahme der Anzahl an Hit-zetagen in na-her und ferner Zukunft (RCP 8.5) • Mittlere Zu-nahme der Starkregen-tage in naher und ferner Zu-kunft (RCP 8.5) • Evtl. Zunahme der Regen-intensität • Tendenz der Frost-Tau-Wechsel un-bekannt • Tendenz der der Sturmer-eignisse unbe-kannt **→ Klimasignal ver-stärkt sich mode-rat**	**Mittlere Zunahme der Klimawirkung**	**gering**	**mittel bis hoch**

Klima-wirkung	Wahrscheinliche Veränderung der/des			Anpas-sungs-kapazität	Künftige Vulnera-bilität
	Sensitivität	Klimasignal	Klima-wirkung		
Beein-trächti-gung des Winter-tourismus	• Tendenz der Anzahl der Beschäftigten im Gast-gewerbe unbekannt • Übernachtungen im Winterhalbjahr nehmen ab **→ Sensitivität bleibt gleich bis leichte Abnahme**	• Abnahme der Schnee-menge und Dauer der Schneedecke sehr wahr-scheinlich **→ Klimasignal ver-stärkt sich mode-rat bis stark**	**Mittlere Zunahme der Klimawirku ng**	**mittel**	**gering bis mittel**

4. Gesamtstrategie für die Anpassung an die Folgen der Erderwärmung

4.1 Leitbild für den Anpassungsprozess

Vorwort zum Leitbild

Fakt ist, der Klimawandel ist auch im Landkreis Bayreuth angekommen. In den letzten Jahren haben vor allem Unwetter mit Starkregenereignissen und hierdurch ausgelöste Hochwasser und lokale Überschwemmungen sowie Sturmböen größere Schäden im Landkreis hinterlassen. Auch haben Wald- und Flächenbrände, die durch Trocken- und Hitzeperioden ausgelöst oder zumindest stark begünstigt wurden, den Landkreis getroffen.

Der Klimawandel wird auch in den nächsten Jahren in der Region seine Spuren hinterlassen: In allen drei Naturräumen (Fränkische Alb, Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland und das Thüringische-Fränkische-Mittelgebirge) des Landkreises Bayreuth wird mit einem Anstieg der Jahresmitteltemperatur bis Ende des Jahrhunderts gerechnet. Die ist sowohl auf eine Erhöhung der Winter- wie auch der Sommertemperaturen zurückzuführen. Gleichzeitig kommt es zu einer Zunahme der Sommer- und Hitzetage. Die Jahresniederschlagssumme wird etwa gleichbleiben, wobei für das Winterhalbjahr eine leichte Zunahme vorausgesagt wird. Für Starkregenereignisse wird mit einer leichten bis starken Zunahme der Häufigkeit und Intensität gerechnet. Die Klimatische Wasserbilanz wird im Winterhalbjahr leicht zunehmen, im Sommerhalbjahr dagegen leicht bis stark abnehmen. Letzteres begründet sich vor allem durch die höheren sommerlichen Temperaturen und einer damit stärkeren Verdunstung.

Die Anpassung an den Klimawandel hat daher eine hohe Dringlichkeit im Landkreis Bayreuth. Die Anpassung an den Klimawandel ist kein neues Thema im Landkreis – punktuell wird man bereits diesen Notwendigkeiten gerecht bspw. im Rahmen verschiedener Projekte zur klimaangepassten Land- und Forstbewirtschaftung, einer wasserspeichernden Bodenbearbeitung, einer klimafesten Ausrichtung des Tourismus, insbesondere einer Neuorientierung im Wintertourismus und der Renaturierung von Mooren. Auch die Universität Bayreuth bietet ein breites Spektrum wissenschaftlicher Forschung im Bereich der Klimafolgenanpassung, die für die Region nutzbar ist.

Mit der Etablierung eines Klimaschutzmanagements im Landkreis im Jahr 2015 verfügt der Landkreis sowohl über eine inhaltliche als auch über eine organisatorische Verankerung der großen Herausforderung Klimawandel. Jedoch geht die Anpassung an den Klimawandel weit über den bisherigen Aufgabenbereich des Klimaschutzmanagements hinaus, sie ist eine Querschnittsaufgabe, die viele unterschiedliche Akteure einbinden muss, um erfolgreich zu sein und quer durch alle Handlungsfelder des Landkreises Bayreuth reicht. Insofern ist der mit dem Klimawandel verbundene Planungs- und Umsetzungsprozess als ganzheitliche Aufgabe zu verstehen, die zugleich einen Orientierungsrahmen benötigt. Auf Grundlage der Bestandsanalysen, der bisherigen Aktivitäten des Landkreises und der im Landkreis ansässigen staatlichen Einrichtungen, Initiativen und zivilgesellschaftlichen Gruppierungen wird daher eine übergreifende Gesamtstrategie, ein „Leitbild“, entwickelt, das alle Handlungsfelder umfasst und den integrativen Handlungsrahmen für Vorsorge und Anpassung an den Klimawandel für den Landkreis Bayreuth bildet. Aus diesem Leitbild werden konkrete Anpassungsziele abgeleitet, die Rahmenbedingungen für die künftige Entwicklung des Landkreises bilden.

Warum ein Leitbild?

Ein Leitbild beschreibt einen erstrebenswerten Zukunftszustand und bietet Orientierung für die Ausrichtung der Aktivitäten aller Akteure der Klimaanpassung. Ein Leitbild dient daher als Kompass und „roter Faden" für zukünftige Entscheidungen und Planungen im Rahmen der Klimaanpassung. Es richtet sich in erster Linie an die politischen Entscheidungsträger in den Kreisgremien und an die Mitarbeiter der Kreisverwaltung. Zudem dient es den Verantwortlichen in den kreisangehörigen Kommunen, Verbänden, Initiativen und der Wirtschaft und den Bürgern als Richtschnur für ihre Aktivitäten. Konkretisierende Leitlinien schaffen Bezug zu den herausgearbeiteten Klimarisiken und verdeutlichen die angestrebte Richtung der Anpassung.

Mit dem Leitbild soll gleichzeitig ein (Fach-)Diskurs angestoßen werden, um das Thema Anpassung an den Klimawandel in Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit präsent zu machen und dauerhaft zu verankern.

Leitbild und Leitlinien der Klimaanpassung im Landkreis Bayreuth

Leitbild: Durch die Klimaanpassungsstrategie entwickelt sich der Landkreis Bayreuth schrittweise zu einer widerstandsfähigen und anpassungsfähigen Region, die für die Folgen des Klimawandels gut gerüstet ist und nachfolgenden Generationen einen attraktiven und intakten Lebensraum bietet. Dabei geht Agieren klar vor Reagieren. Die Maßnahmen des Landkreises zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen werden weiter engagiert umgesetzt. Klimaschutz und Klimaanpassung gehen also Hand in Hand.

Die folgenden sieben Leitlinien konkretisieren das Leitbild und ergänzen dessen Aussagen auf der Maßnahmenebene.

1. Schutz vor Hitze und Überwärmung: Der Landkreis Bayreuth sichert Gesundheit und Wohlbefinden, insbesondere der verwundbaren Bevölkerungsgruppen und ergreift Maßnahmen, um Gebäude, Infrastruktur und Verkehrswege vor Hitzeschäden zu schützen.
2. Wasserversorgung zukunftsfähig gestalten: Der Landkreis fördert Maßnahmen zum sorgsamen Umgang mit der Ressource Wasser und unterstützt den Ausbau von Rückhaltemöglichkeiten.
3. Anpassung an die zunehmende Trockenheit: Der Landkreis initiiert Maßnahmen zur Kompensation und Vermeidung von Trockenstress auf Landwirtschafts-, Wald- und (kommunalen) Grünflächen, um hierdurch die Lebensmittel-Versorgungssicherheit zu stärken sowie den natürlichen Klimaschutz, die Biodiversität und den Naturschutz zu fördern.
4. Vorsorge für Starkregenereignisse, erosive Sturzfluten und Hochwasser: Der Landkreis ergreift Maßnahmen zur Minimierung von Überschwemmungen, zur Erhöhung der Wasseraufnahmekapazitäten der Landschaft, zum Schutz der Sachgüter (Gebäude und Verkehrsinfrastruktur) und gewährleistet Versorgung und Erreichbarkeit.
5. Kommunikation bei Gefahrensituationen: Der Landkreis prüft Abläufe auf Tauglichkeit bei Klimagefahren und optimiert die Kommunikationsabläufe.
6. Öffentlichkeitsarbeit und Information: Der Landkreis sensibilisiert informiert die allgemeine Bevölkerung und Risikogruppen für die Gefahren der Erderwärmung und informiert über entsprechende Anpassungsmöglichkeiten.
7. Tourismus und Naherholung klimafest machen: Der Landkreis unterstützt die Tourismusregionen bei Maßnahmen gegen die Beeinträchtigung des Tourismus

durch schneeärmere Winter und sommerliche Hitze. Hierdurch können neue Wertschöpfungspotenziale realisiert werden.

Zehn Grundsätze der Klimaanpassung für den LK-Bayreuth

Aufbauend auf dem übergeordneten Ziel des Landkreises und seiner Leitlinien sind zehn Grundsätze in der Klimaanpassung richtungsweisend und handlungsleitend.

1. Klimaschutz und Klimaanpassung zur Sicherung der Lebensgrundlage

Der Landkreis ist sich seiner Verantwortung bewusst und unternimmt vorsorgende Kraftanstrengungen im Bereich des Klimaschutzes und der Klimaanpassung zur Sicherung der Lebensgrundlagen heutiger und zukünftiger Generationen. Beide Aufgaben sind daher langfristig zu gestalten und dauerhaft generationenübergreifend sowie in einem konsensorientierten Dialog der Anspruchsgruppen durchzuführen. Klimaanpassungsmaßnahmen dienen dem Schutz vor den Folgen zunehmender Hitze, Dürre und Starkregenereignisse sowie dem Schutz der Naturgüter. Ein fach- und sektorenübergreifender Handlungsansatz zielt auf den Schutz der Landkreisbevölkerung vor klimawandelbedingten Gefahren und umfasst Siedlungs- und Freiraumstrukturen, (kritische) Infrastruktur, Gebäudebestand und land- und forstwirtschaftliche Flächen sowie Grünflächen.

2. Maximale Ausschöpfung der Handlungsspielräume in den eigenen Aufgabengebieten

Im Bereich der Klimaanpassung wird der Landkreis seine Handlungsspielräume maximal ausschöpfen. Die Klimaanpassungsmaßnahmen sollen langfristig sowohl die natürlichen Ressourcen (Boden, Wasser, Luft) als auch die finanziellen Grundlagen sichern. Dafür kooperieren die Mitarbeitenden der einzelnen Fachbereiche der Landkreisverwaltung eng miteinander. Die Bestandserhebung der Fachplanungen mit Bezügen zur Klimaanpassung hat hierfür inhaltliche Schnittmengen gezeigt. In dem Bewusstsein, vorsorgend, verantwortungsbewusst und zukunftsgestaltend zu handeln, setzen sich die politischen Entscheidungsträger konsequent für Klimaschutz und Klimaanpassung im Landkreis ein, schaffen hierfür die erforderlichen Strukturen und stellen entsprechende Ressourcen bereit.

3. Vorbild in der Klimaanpassung und neuerster Stand der Planung und Technik

Der Landkreis ist sich seiner Vorbildfunktion bewusst. Daher zielt sein Handeln in erster Linie auf den eigenen Wirkungskreis – zum Beispiel den Energie- und Ressourcenverbrauch, die Treibhausgas-Emissionen eigener Liegenschaften und Fahrzeuge sowie die Bereiche Beschaffung und Auftragsvergaben. Neu- und Umbauten der Liegenschaften der Landkreisverwaltung werden zum Schutz der Mitarbeitenden und Besucher mit Hitzeschutz-Maßnahmen ausgestattet. Infrastruktur (z.B. Kreisstraßen und überörtlicher Radverkehr), Fachplanungs- und Schutzbereiche (Katastrophenschutz, Zivilschutz, etc.) im Verantwortungsbereich des Landkreises mit Bezug zur Klimaanpassung werden (soweit wie möglich) auf den neuesten Stand der Planung und Technik gebracht.

„No regret"-Maßnahmen und kurzfristige wirkende („quick wins")-Maßnahmen, die schnell mit vorzeigbaren Ergebnissen umsetzbar sind und bestenfalls wenig kosten, tragen dazu bei, dass das Thema Anpassung in die Öffentlichkeit gebracht wird. No-regret-Maßnahmen beruhen auf Strategien, die mit oder ohne Folgen des Klimawandels ökonomisch, ökologisch und sozial sinnvoll sind. Bei diesen Maßnahmen übersteigt bereits unter den heutigen Klimabedingungen der zu erwartende Nutzen die anfallenden Kosten der Maßnahme.

4. Impulse geben und Motivation für Klimaanpassung

Durch die indirekten Einflussmöglichkeiten der Kreisverwaltung werden andere regionale Akteure zur Umsetzung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen motiviert. Auch Land- und Forstwirte, Betreiber von sozialen Infrastruktureinrichtungen, Gewerbetreibende und (Groß-)Unternehmen, Vereine und Verbände sollen angeregt werden, in ihrem Verantwortungsbereich Maßnahmen der Klimaanpassung zu erarbeiten. Der Landkreis kann hier initiierend und unterstützend tätig werden – z. B. in Form von Beratung oder durch die Vermittlung von Förderprogrammen und der Initiierung von Fachdiskursen. Zudem ist daran zu denken, Akteure einzubinden, die neue Ideen und Vorstellungen einbringen können – z.B. Pioniere des Wandels, junge im Bereich des Klimaschutzes aktive Menschen, alternativ wirtschaftende Landwirte, etc. Mit der Akteurseinbindung im Rahmen der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes ist ein erster Schritt getan, der aber verstetigt werden muss.

5. Landkreis und kreisangehörige Kommunen Hand in Hand bei der Klimaanpassung

Der Landkreis setzt sich dafür ein, dass die kreisangehörigen Kommunen und kommunalen Unternehmen in ihrem Verantwortungsbereich Klimaanpassungsmaßnahmen durchführen, – diese können reichen von planerischen Aufgaben und Grundsätzen (z. B. flächensparende Siedlungsentwicklung nach dem Grundsatz der „Innenentwicklung vor Außenentwicklung bzw. zwingend notwendige Neubaugebiete klimaschonend und klimaangepasst zu entwickeln) über die Aufrechterhaltung und Schaffung ausreichenden Grüns und biodiverser Freiflächen und der Anpassung der Straßen- und Kanalsysteme an Starkregenereignisse sowie die Wasserversorgung an Dürresituationen bis hin zu klimaangepassten Umbaumaßnahmen in den kommunalen Liegenschaften. Der Landkreis unterstützt und befähigt seine kreisangehörigen Kommunen bei der Durchführung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Auf bestehende Organisations- und Steuerungsstrukturen in der Mehrebenenverflechtung kann zurückgegriffen werden (siehe Kapitel 5 zur Verstetigungsstrategie).

6. Vorsorge vor Reaktion

Durch vorausschauende Klimaschutz-Maßnahmen sollen die finanziellen Ressourcen der Region nachhaltig positiv beeinflusst werden. Gleiches gilt für vorausschauende Klimaanpassungsmaßnahmen, die zwar Kosten verursachen und daher einer Kosten-Nutzen-Betrachtung unterzogen werden müssen, aber in der Regel schlimme Katastrophen, Unfälle, Krankheiten abwenden, deren Behebung sonst noch kostenintensiver wäre – vom menschlichen Leid ganz abgesehen.

7. Kommunikative und partizipative Umsetzung der Klimaanpassungsstrategie

Die Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen kann durch eine transparente Kommunikation und durch Partizipationsangebote erleichtert werden. Der Landkreis will daher durch Öffentlichkeitsarbeit, Informationsbereitstellung, Netzwerkarbeit und durch seine indirekten Einflussmöglichkeiten als Kreisverwaltung auch andere regionale Akteure zur Umsetzung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen motivieren. Denn Anpassung an den Klimawandel kann nur in einem wertschätzenden Miteinander der Akteure der Landkreisgesellschaft in einer interdisziplinären Herangehensweise gelingen. Die Kommunikationsstrategie (siehe Kapitel 7) ist hierfür richtungsweisend.

8. Klimaanpassung greift auf Erprobtes zurück und verbreitert es im Landkreis

Viele Instrumente und Maßnahmen zur Klimawandelanpassung sind nicht grundsätzlich neu im Landkreis Bayreuth und bereits punktuell erprobte Praxis. Wie die Bestandsaufnahme von aktuellen Projekten im Bereich der Klimaanpassung in der Region gezeigt hat, gibt es bereits viele vielversprechende Ansätze, die es einerseits weiterzuentwickeln und andererseits als Best-Practice zu verbreiten gilt.

Insoweit knüpfen neue Maßnahmen im Idealfall an in der Region vorhandene Erkenntnisse, Erfahrungen und Instrumente an. Im Kontext der Klimaanpassung mit ihrem dynamischen Verlauf erlangen sie aber neue Bedeutung, müssen angepasst, ergänzt und insbesondere in die Breite getragen und zur Routine im gesamten Landkreis werden. Modellprojekte helfen Erfahrungen zu sammeln, eine Kommunikation der Erkenntnisse sorgt für eine Verbreitung der Praxis und trägt zur Akzeptanz durch Machbarkeit (und Finanzierbarkeit) bei.

9. Klimaschutz und Klimaanpassung sind wertschöpfungsfördernd

Der Klimaschutz und die Klimaanpassung stellen auch aus wirtschaftlicher Sicht eine wichtige Aufgabe zur Steigerung von regionaler Wertschöpfung dar – insbesondere, wenn bei der Durchführung der Maßnahmen regionale Handwerks-, Tourismusbetriebe und Unternehmen einbezogen und beauftragt werden. Klimaanpassung dient auch dem Erhalt bzw. der Steigerung der Attraktivität des Landkreises. Mit der Verfolgung von Klimaanpassungsstrategien wird auch ein „Mehr an Lebensqualität in der Region Bayreuth“ möglich.

10. Klimaanpassung nutzt Synergien und arbeitet ganzheitlich nach dem Prinzip des Mehrgewinns

Klimaanpassungsstrategien sind auf ein synergetisch-integratives Vorgehen ausgerichtet, halten die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Sektoren im Blick und suchen nach Mehrgewinnstrategien. Zwei Beispiele: Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität und der landwirtschaftlichen Nutzung können mit dem Ausbau von Erneuerbaren Energien im Rahmen von Agri-PV verbunden sein. Die Steigerung der Wasserrückhaltefähigkeit von Böden kann verbunden werden mit neuen Formen der Landbewirtschaftung im Sinne von Permakultur und Agroforst. Diese Maßnahmenansätze gilt es mit den innovativ denkenden und handelnden Menschen in der Region zu entwickeln.

Mit dem Klimaanpassungskonzept erweitert der Landkreis Bayreuth seine Bemühungen im Klimaschutz um zukunftsgerichtete Lösungsansätze, die Folgen des Klimawandels einzudämmen, die wir trotz weiterhin intensiver Klimaschutzmaßnahmen nicht aufhalten können.

Der Landkreis knüpft mit seinen Leitlinien und den Grundsätzen der Klimaanpassung an die sowohl in der Deutschen Anpassungsstrategie 2008 als auch in der Bayerischen Klimaanpassungsstrategie 2016 identifizierten Handlungsbereiche an – wie z.B. Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei, Biologische Vielfalt, Menschliche Gesundheit, Verkehr und Verkehrsinfrastruktur, Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Boden, Tourismus, Industrie und Gewerbe und Energiewirtschaft – und erarbeitet ein Bündel an Anpassungsmaßnahmen (siehe Maßnahmenkatalog), um die Verwundbarkeit der Region zu reduzieren. Wie auch schon im Klimaschutz wird auch im Bereich der Klimaanpassung mit der Europäischen Metrolpolregion Nürnberg zusammengearbeitet.

4.2 Synergien zum Natürlichen Klimaschutz und zu Erhalt und Stärkung der Biodiversität

Das Ziel der Klimaanpassungsstrategie ist es, dass der Landkreis Bayreuth sich zu einer für die Folgen des Klimawandels gut gerüsteten Region entwickelt. Die Klimaanpassungsmaßnahmen sollen gleichzeitig möglichst auch Beiträge zum natürlichen Klimaschutz sowie zum Erhalt und zur Stärkung der Biodiversität leisten, um für die nachfolgenden Generationen einen attraktiven und intakten Lebensraum zu erhalten.

Zentrale Säulen sind die Erhaltung, Renaturierung und Wiederherstellung von naturnahen Ökosystemen. Diese bieten eine Grundlage für eine reichhaltige und vielfältige Tier- und Pflanzenwelt und können gleichzeitig Kohlendioxid aus der Atmosphäre entnehmen und Kohlenstoff langfristig binden.

Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass naturnahe, vielfältige Ökosysteme den Veränderungen durch die Klimakrise in aller Regel besser standhalten können. Außerdem tragen naturnahe Ökosysteme durch ihre höhere Fähigkeit, Wasser zu speichern, dazu bei, die Folgen von Extremwetterereignissen, vor allem Starkregen und Dürreperioden, abzufedern.

Im Folgenden sind Synergien zwischen den im Konzept beschriebenen Klimaanpassungsmaßnahmen zu natürlichem Klimaschutz und zum Erhalt und zur Steigerung der Biodiversität dargestellt (Übersicht dazu siehe Tabelle 36):

In Siedlungs-, Gewerbe- und Industriegebieten leisten **Gebäudebegrünung, Grünflächen, eine flächensparende Bauweise und eine Reduzierung der Bodenversiegelung** einen wichtigen Beitrag, um ökologische Bodenfunktionen und Vegetation zu erhalten und Kohlenstoff zu binden (vgl. Maßnahmen 0.1, 1.2, 1.3, 1.5, 3.1, 3.4, 4.1, 4.5, 4.6, 5.2).

Eine gezielte **Auswahl der Bepflanzung**, die gleichzeitig trockenresistent ist und Nahrung für Insekten und Vögel bietet, sowie eine **vielschichtige Grün-Gestaltung** mit unterschiedlichen Höhen (Bäume, Stauden, Hecken, Gräser/Kräuter) trägt nicht nur dazu bei Wasser zu speichern, sondern leistet einen Beitrag zum Erhalt und zur Steigerung der Biodiversität und zum Erosionsschutz (vgl. Maßnahmen 0.1, 1.2, 1.3, 1.5, 2.2, 2.3, 3.2, 3.4).

Entsiegelung und Grünflächen können die Auswirkungen von Starkregenereignissen durch verbesserte Versickerung abmildern und tragen in Hitzeperioden durch natürliche Verdunstung und Schattenwurf zur Kühlung der Umgebung bei. Durch **Wasserflächen und Überflutungsräume** in Siedlungen oder in Siedlungsnähe kann zusätzlicher Lebensraum für eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt geschaffen werden. Gleichzeitig wird die Umgebungstemperatur durch Gewässer verringert und somit kann der Energieaufwand für Kühlungssysteme in Gewässernähe gesenkt werden, was zur Treibhausgasminderung und damit zum Klimaschutz beitragen kann. Wichtig ist dabei die naturnahe Gestaltung für einen möglichst großen Beitrag zum Artenschutz und dem Erhalt der Biodiversität: **Strauch und Baumbepflanzungen** in der Nähe schaffen Nahrung sowie Brut-, Nist- und Versteckmöglichkeiten für viele Tierarten. Sie bieten Ansitzwarten für Greifvögel oder Singwarten für Singvögel. **Stein und Schotterschüttungen** und vegetationsarme Bereiche bieten Lebensraum für wärmeliebende Tierarten wie Laufkäfer oder Eidechsen (vgl. Maßnahme 0.1, 1.5, 3.2, 3.4)

Ein **naturnaher Wasserhaushalt**, der das Wasser in der Landschaft hält, ist eine Voraussetzung für die Wiedervernässung von Mooren und anderen Feuchtgebieten. Die Renaturierung von Gewässern und Feuchtgebieten schafft nicht nur Wasserrückhaltevolumen als Schutz und Vorbeugung vor lokalen Überschwemmungen nach Starkregenereignissen, sondern bietet Rückzugsgebiete für eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt, hält das Wasser in der Landschaft und beugt dadurch Dürren vor, die in Zukunft voraussichtlich häufiger und stärker auftreten werden. Durch eine **strukturell vielfältige Gestaltung der Gewässerufer** kann der positive Effekt für die Artenvielfalt zusätzlich gesteigert werden und auch ein wertvoller Beitrag zum Schutz klimavulnerabler Arten, wie Amphibien geleistet werden (vgl. Maßnahme 2.4, 3.2).

Auf bewirtschaften Flächen werden durch den Übergang zu **nachhaltigen und naturnahen Nutzungsformen** natürliche Lebensräume bewahrt und wieder neu geschaffen. Die **Reduzierung von Entwässerung großer Flächen** sowie eine **bodenfreundliche Bewirtschaftung** von landwirtschaftlichen Flächen, die den **Humusaufbau** fördert, tragen zu einem naturnahen Wasserhaushalt bei, fördern die Grundwasserneubildung und schaffen ein größeres und gleichmäßigeres Wasserangebot in der Fläche. Sie erhöhen zudem die CO_2-Bindung im Boden und leisten einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität in den Böden. Auch die **Etablierung regional angepasster Sorten oder von neuen Landwirtschaftsmodellen**, wie z. B. Agroforstsysteme, können einen wertvollen Beitrag zur Biodiversität durch Erhöhung einer größeren Abwechslung der Lebensräume in der Landschaft leisten. Sie können auch mit anderen biodiversitätssteigernden Maßnahmen kombiniert werden, z. B. Blühstreifen (vgl. Maßnahme 0.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5).

Klimaangepasste Wälder spielen für den Wasserhaushalt eine zentrale Rolle, da diese den schnellen Oberflächenabfluss verhindern und somit maßgeblich zur Grundwasserneubildung beitragen. Sie haben aber auch ein großes Potenzial für den Artenschutz und den Erhalt der Biodiversität. Ein klimaangepasster (Misch-)Wald mit ausgewogener Altersstruktur der Bäume, in dem auch Totholz einen Platz hat, bietet für Tier, Pflanzen und Pilzarten einen wertvollen Rückzugsort und Lebensraum. Ein klimaangepasster Wald trägt außerdem zur Bindung von CO_2 bei und leistet somit einen Beitrag zu natürlichem Klimaschutz und dient idealerweise als CO_2-Senke (vgl. Maßnahme 0.1, 2.1, 2.3, 2.6).

Tourismus-, Kultur und Bildungsangebote, sowie gezielte **Öffentlichkeitsarbeit** können auf die Synergien zwischen Klimaanpassung, natürlichem Klimaschutz und Erhalt der Biodiversität aufmerksam machen. Sie greifen best-practice Beispiele aus der Region auf und machen dadurch die Synergien sichtbar und erfahrbar (vgl. Maßnahme 0.1, 5.1, 5.3).

Tabelle 36 bietet eine Zusammenfassung der möglichen Nutzung naturbasierter Lösungen in den einzelnen Maßnahmen, sowie Synergien zum natürlichen Klimaschutz und der begleitenden Öffentlichkeitsarbeit zu naturbasierten Lösungen.

Tabelle 36: Übersicht zur möglichen Nutzung naturbasierter Lösungen in den einzelnen Maßnahmen, Synergien zum natürlichen Klimaschutz und begleitende Öffentlichkeitsarbeit.

		Welche naturbasierten Lösungen können genutzt werden?											Synergien zum natürlichen Klimaschutz		Ist Öffentlichkeitsarbeit zu naturbasierten Lösungen in der Maßnahme vorgesehen?				
Nr	Maßnahme	Frischluftschneisen freihalten	grün-blaue Infrastrukturen stärken	Ausbau / Umgestaltung von Grünflächen (vielschichtige Begrünung)	Bodenversiegelung reduzieren	Wasserflächen, Wasserrückhalteflächen oder Überflutungsräumen mit naturnaher, vielschichtiger Ufergestaltung anlegen	Umstrukturierung von Wäldern (Mischwald mit klimaangepassten Arten, gemischte Altersstruktur, Unterholz, Totholz)	Renaturierung von Fließgewässern und Moorböden, naturnahe, vielschichtiger Ufergestaltung	schonende, klimafreundlichen Bodenbearbeitung	Aufwertung des Landschaftsbildes z.B. durch Anpflanzung von Hecken oder Blühwiesen	Förderung eines naturbezogenen, klimaangepassten Tourismus	klimaangepasste Landwirtschaft, (neue Sorten und Bewirtschaftungsmethoden etablieren)	CO2-Bindung	Reduzierung von Kühl- und Energiekosten	Informations-kampagne zu den naturbasierten Lösungen	Veranstaltungen mit Fokus auf naturbasierte Lösungen	Führungen, Ausstellungen und andere Formate zu naturbas. Lösungen	Förderprogramme zu naturbas. Lösungen	Beratungsangebote zu naturbas. Lösungen
0.1	„Sicher in die Zukunft“ – Informations- und Bewusstseinskampagne																		
1.1	„Katastrophenvorsorge“ Infrastrukturen und Entscheidungswege auf Klimaveränderungen vorbereiten“																		
1.2	„kühler Kopf in sozialen Einrichtungen“																		
1.3	Sommerlicher Wärmeschutz in öffentlichen Gebäuden																		
1.4	Erarbeitung eines Hitzeaktionsplanes																		
1.5	Klimaangepasste Planung und Bauleitplanung																		

		Frischluftschneisen	grün-blaue Infrastrukturen	Ausbau / Umgestaltung von Grünflächen	Bodenversiegelung reduzieren	Wasserflächen, mit naturnaher, Ufergestaltung	Umstrukturierung von Wäldern	Renaturierung von Fließgewässern und Moorböden	klimafreundlichen Bodenbearbeitung	Landschaftsbild aufwerten	naturbezogenen, klimaangepassten Tourismus	klimaangepasste Landwirtschaft	CO2-Bindung	Reduzierung von Energiekosten	Informations-kampagne zu den naturbas. Lösungen	Veranstaltungen mit Fokus auf naturbas.Lösungen	Führungen, Ausstellungen und andere Formate zu naturbas. Lösungen	Förderprogramme zu naturbas. Lösungen	Beratungsangebote zu naturbas. Lösungen
2.1	„Klimagerechter Waldumbau“																		
2.2	„Dass der Boden da bleibt, wo er hingehört“																		
2.3	Zukunftsfähige Landnutzung Modellprojekt „Landschaft 2030“ Etablierung von Agroforstsystemen																		
2.4	Entwicklung eines Wassermanagementplans																		
2.5	Etablierung klimaangepasster Sorten und Arten																		
2.6	Waldbinnenklima schützen																		

		Frischluftschneisen	grün-blaue Infrastrukturen	Ausbau / Umgestaltung von Grünflächen	Bodenversiegelung reduzieren	Wasserflächen, mit naturna-her, Ufergestaltung	Umstrukturierung von Wäldern	Renaturierung von Fließgewäs-sern und Moorböden	klimafreundlichen Bodenbear-beitung	Landschaftsbild aufwerten	naturbezogenen, klimaange-passten Tourismus	klimaangepasste Landwirt-schaft	CO2-Bindung	Reduzierung von Energiekos-ten	Informations-kampagne zu den naturbas. Lösungen	Veranstaltungen mit Fokus auf naturbas.Lösungen	Führungen, Ausstellungen und andere Formate zu naturbas. Lösungen	Förderprogramme zu natur-bas. Lösungen	Beratungsangebote zu natur-bas. Lösungen
3.1	„Schwammstadt“ – Blau-Grüne Infrastruktu-ren fördern																		
3.2	„Natürliche Gewässer zur Klimaanpassung“ – Erhalt und Entwicklung naturnaher Gewässer sowie Moor- und Auen-schutz																		
3.3	Anpassung der Abwas-serentsorgungsinfrastruk-turen an veränderte An-forderungen																		
3.4	Anlage von Notentwäs-serungsstrukturen																		
3.5	Hochwasservorberei-tung – Beseitigung von Abflusshindernissen																		
3.6	Erarbeitung von Infor-mationsgrundlagen zu Überflutungsschwer-punkten																		

		Frischluftschneisen	grün-blaue Infrastrukturen	Ausbau / Umgestaltung von Grünflächen	Bodenversiegelung reduzieren	Wasserflächen, mit naturna-her, Ufergestaltung	Umstrukturierung von Wäldern	Renaturierung von Fließgewäs-sern und Moorböden	klimafreundlichen Bodenbear-beitung	Landschaftsbild aufwerten	naturbezogenen, klimaange-passten Tourismus	klimaangepasste Landwirt-schaft	CO2-Bindung	Reduzierung von Energiekos-ten	Informations-kampagne zu den naturbas. Lösungen	Veranstaltungen mit Fokus auf naturbas.Lösungen	Führungen, Ausstellungen und andere Formate zu naturbas. Lösungen	Förderprogramme zu natur-bas. Lösungen	Beratungsangebote zu natur-bas. Lösungen
4.1	„ÖPNV mit kühlem Kopf“																		
4.2	Wege wetterfest gestalten																		
4.3	Resiliente Energieversorgung																		
4.4	Verkehr während Hitze-perioden reduzieren																		
4.5	Leitfaden zur Klimafol-genanpassung in Unter-nehmen																		
4.6	Modellprojekt „Grünes bzw. klimaangepasstes Gewerbegebiet“ im Landkreis Bayreuth																		
5.1	„Tourismus in die klima-wandelgeprägte Zu-kunft führen“																		
5.2	„Hotspots kühlen“																		
5.3	Klimawandel und Klima-anpassung in Kultur- und Bildungsangeboten																		

4.3 Anpassungsziele und Erfolgsindikatoren

Zur Anpassung an die Folgen der Erderwärmung bedarf es neben dem Wissen um die wesentlichen Klimafolgen, die in Kapitel 3.3 analysiert wurden, übergeordneter Ziele für den Anpassungsprozess. Sie bilden den angestrebten Zustand ab, der mittels der Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen erreicht werden soll. Idealerweise sollte die Erreichung dieser Anpassungsziele mittels Erfolgsindikatoren überprüfbar sein, um den Akteuren aufzuzeigen, wie weit der Anpassungsprozess vorangeschritten ist und wo es ggf. vermehrter Anstrengungen bedarf.

Die Definition von Zielen für den Anpassungsprozess wurde für die priorisierten Klimawirkungen durchgeführt. Die Ziele verkörpern einerseits den wünschenswerten zu erreichenden Zustand, dienen aber gleichzeitig der Prioritätensetzung im Planungsprozess, z. B. wenn es um die Auswahl geeigneter Anpassungsmaßnahmen geht. Diese dienen dann idealerweise der Zielerreichung für die Problemlage (in diesem Fall die jeweilige Klimawirkung).

Anpassungsziele drücken auch Werthaltungen aus. Sie sind damit normativ und müssen von den Akteuren der Workshops gemeinsam erarbeitet und mitgetragen werden (RPG-SWT 2015). Im Rahmen der fünf Maßnahmen-Workshops wurden Zielvorschläge zur Diskussion gestellt und von Workshop-Teilnehmern diskutiert und weiterentwickelt. Zudem wurden seitens der Teilnehmer weitergehende Vorschläge eingebracht, die später integriert wurden. Dies umfasst auch Anpassungsziele und Indikatoren für drei Klimawirkungen, für die keine Detailanalyse vorlag, jedoch Anpassungsziele und Maßnahmen mit aufgenommen werden sollten (vgl. Kennzeichnung mit * in Tabelle 37). Das Ergebnis sind die in Tabelle 37 aufgeführten, gemeinsam erarbeiteten Anpassungsziele. Durch die aktive Beteiligung von Akteuren der verschiedenen Handlungsfelder und Interessenvertretungen des Landkreises Bayreuth bzw. deren Möglichkeit dazu, repräsentieren die festgelegten Ziele einen gemeinsam ausgehandelten Willen.

Gleichzeitig wurden, in Vorbereitung auf das spätere Controlling der Anpassungsmaßnahmen, mit den Zielen auch mögliche Erfolgsindikatoren zur Zielerreichung vorgestellt und diskutiert. Um der Prozessorientierung strategischer Planung hinreichend Rechnung zu tragen, müssen die Ziele für die einzelnen Klimawirkungen so gewählt sein, dass der Erfolg von ihnen zugeordneten Maßnahmen evaluierbar ist. In Abhängigkeit vom erzielten oder nicht erzielten Umsetzungserfolg sind dann entweder zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen oder aber die Ziele anzupassen.

Die Beschreibung der Erfolgsindikatoren geschah qualitativ, d. h. auf eine Angabe von absoluten oder prozentualen Zielwerten wurde verzichtet. Diese sind zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht bekannt, da sie sich nach den Gegebenheiten vor Ort richten. Dieser Schritt der Quantifizierung unterliegt den eingebundenen Akteuren im Rahmen der Maßnahmenumsetzung am jeweiligen Umsetzungsort. Während der Diskussion der Anpassungsziele und Erfolgsindikatoren wurden von den Akteuren auch erste mögliche Handlungsoptionen genannt und diskutiert, die in die spätere Maßnahmenentwicklung einflossen (vgl. Kapitel 4.4). Im Ergebnis wurden zahlreiche Ideen für Erfolgsindikatoren für die priorisierten Klimawirkungen genannt und diskutiert, die in Tabelle 37 aufgeführt sind. Diese wurden im Rahmen der Maßnahmenerarbeitung weiter konkretisiert (vgl. Tabelle 44).

Tabelle 37: Vorschläge für Anpassungsziele und Erfolgsindikatoren für die priorisierten Klimawirkungen

Klimawirkung	Anpassungsziel	Mögliche Erfolgsindikatoren
Hitzebelastung für die Bevölkerung	Die Hitzebelastung der Bevölkerung sollte verringert werden.	• Überprüfung der Umsetzung von Ziel(wert)en in städtischen Satzungen, Fachplänen und -konzepten • Temperatur- und Luftfeuchtemessungen und Anzahl der Überschreitung von definierten Schwellwerten in hitzebelasteten Gebäuden (Verwaltung, Kitas, Senioreneinrichtungen etc.) und Außenbereichen (Fußgängerzone, Stadtpark)
	Die sommerliche Hitzebelastung für ÖPNV-Bedienstete und Fahrgäste sollte reduziert werden.	• Befragung der ÖPNV-Bediensteten und Fahrgäste zur Stärke der empfundenen Hitzebelastung • Entwicklung der Fahrgastzahlen in Sommermonaten
	Die sommerliche Hitzebelastung für Arbeitnehmer sollte reduziert werden.	• Befragungen in Unternehmen
	Die sommerliche Hitzebelastung der Touristen sowie für Mitarbeitende der Tourismusbranche, z. B. in besonders betroffenen Gebieten wie der Fränkischen Schweiz, sollte minimiert werden.	• Monatliche Übernachtungszahlen im Sommerquartal • Teilnehmerzahlen von (geführten) Touren/Aktivitäten • Befragungen von Mitarbeitenden der Tourismusbranche
	Die Kompetenzen zur Klimafolgenanpassung bei Verantwortlichen in der Verwaltung und in öffentlichen Einrichtungen sollten durch Bewusstseinsbildung und Sensibilisierung erhöht werden.	• Überprüfung der Umsetzung in städtischen Satzungen, Fachplänen und -konzepten • Häufigkeit der Teilnahmen an themenspezifischen Weiterbildungen
Gefahr für Bevölkerung und Infrastrukturen durch Extremereignisse*	Die Bevölkerung sollte über die Auswirkungen von und den Selbstschutz bei extremen Wetterereignissen wie Starkregen, Hochwasser, Sturm, Hitzewellen aufgeklärt werden.	• Zugriffszahlen für Info-PDFs auf der Webseite des Landratsamtes • Anzahl bestellter bzw. verteilter Info-Broschüren • Haushaltsbefragungen
	Kritische Infrastrukturen, z. B. Krankenhäuser und Energieversorgung, sollten gegen Auswirkungen extremer Wetterereignisse geschützt und entsprechende Abläufe im Katastrophenschutz geprüft und ggf. angepasst werden.	• Prüfung vorhandener Einsatzpläne des Katastrophenschutzes • Anzahl von Einsatzübungen (z. B. zu Blackouts, Hochwasser) • Prüfung von Versicherungsdaten (Schadensfälle und -summen)
Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen	Die Ertragsstabilität auf Landwirtschaftsflächen soll gesichert und nachhaltig organisiert werden.	• Ertragsentwicklung bei den Landwirten
	Die veränderten Anbaubedingungen sollen für den Anbau alternativer, trockenresistenter Kulturen genutzt werden.	• Ertragsentwicklung bei den Landwirten • Prozentualer Anteil standortgerechter Kulturen ohne Bewässerungsbedarf
	Der Boden soll bodenschonend und wassersparend bearbeitet werden (z. B. mittels Mulchverfahren und pflugloser Technik), so dass möglichst viel Bodenwasser für die angebauten Kulturen zur Verfügung steht.	• Vergleich von relevanten Parametern auf Ackerflächen (z. B. Pflanzenverfügbares Wasser) • Umfrage unter Landwirten zu (Änderung) der Bewirtschaftungsmethoden

Klimawirkung	Anpassungsziel	Mögliche Erfolgsindikatoren
Erosive Sturzfluten durch Starkregen	Die Gefahr von sowie die Schäden durch Sturzfluten (in Siedlungsnähe) sollen reduziert werden.	• Anzahl der Einsätze zur Straßengrabenreinigung • Anzahl von Bürgerbeschwerden über verschmutzte Straßen/Siedlungsflächen • Befragung der Landwirte bzgl. Auftretens erosiver Sturzfluten • Zeitreihenvergleich über die ABAG-Erosionsmodellierung der LfL
Trockenstress auf Waldflächen	Die Vitalität des Waldes soll erhalten bzw. verbessert werden.	• Prozentualer Anteil der Waldfläche mit (nicht) naturnaher Reinbestockung sowie Mischbestockung • Erfassung von Parametern zur Vitalität (Anzahl der Arten, Totholzanteil, Zeitpunkt des Laubfalls, Schädlingsbefall etc.)
	Die Ertragsstabilität auf Forstflächen soll gesichert werden.	• Ertragsentwicklung auf den Forststandorten
Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser	Die potenziellen Schäden durch Überschwemmungen nach Starkregen und Hochwasser sollen minimiert werden.	• Anzahl der Feuerwehreinsätze • Prüfung von Versicherungsdaten (Schadensfälle und -summen) und/oder Hochwasserbeihilfezahlungen • Vergleich fortlaufender Abflussmodellierungen
	Der Regenwasserrückhalt in der Fläche soll gestärkt werden, u. a. in der Landwirtschaft.	• Anzahl der Feuerwehreinsätze • Zeitreihenvergleich zum Versiegelungsgrad im Siedlungsbereich • Erfassung von umgesetzten Retentionsmaßnahmen
	Das Kanalsystem soll, v. a. in Bereichen mit häufigen Überschwemmungsproblemen, an die veränderten Anforderungen angepasst werden, z. B. durch Auslegung auf ein 3-5-jährliches Niederschlagsereignis.	• Ausbaufortschritt des Kanalsystems in Metern • Anzahl der Feuerwehreinsätze an den Problemstellen
	Das Thema Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser soll stärker bei (kommunalen) Planungen und Baumaßnahmen berücksichtigt werden.	• Anzahl der Feuerwehreinsätze • Überprüfung kommunaler Planungsunterlagen
Niedrigwasser in sommerlichen Trockenzeiten*	Die langfristige Wasserverfügbarkeit für Trinkwasser- und Brauchwasserversorgung (z. B. in der Landwirtschaft) soll gewährleistet werden.	• Wasserpegel und Entnahmemengen von Grund- und Oberflächenwasserreservoirs
Schäden an Verkehrswegen durch Hitze, Starkregen und Sturm	Die klimabedingten Schäden am Verkehrsnetz sollen reduziert werden.	• Entwicklung des jährlichen Unterhaltungsaufwands zur Behebung von Straßenschäden • Anzahl der Feuerwehreinsätze
	Die klimabedingten Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen sollen reduziert werden.	• Prüfung von Versicherungsdaten (Schadensfälle und -summen) • Anzahl der Feuerwehreinsätze • Erfassung umgesetzter Anpassungsmaßnahmen
Beeinträchtigung des Wintertourismus	Die wirtschaftlichen Einbußen im Winter durch den Rückgang des Schneetourismus, z. B. im Fichtelgebirge, sollen geringgehalten und durch andere Tourismusarten ausgeglichen werden.	• Monatliche Übernachtungszahlen im Winterquartal • Beschäftigte im Gastgewerbe (im Winterquartal) • Befragungen der Tourismusbetriebe • Erfassung von Tagesgästen bei (geführten) Touren o. ä.

Klimawirkung	Anpassungsziel	Mögliche Erfolgsindikatoren
Zunahme des Ganzjahres-tourismus*	Die entstehenden Chancen für den Ganzjahrestourismus durch die Erderwärmung sollen in den jeweils unterschiedlichen Naturräumen genutzt werden.	• Monatliche Übernachtungszahlen im Frühjahrs-, Sommer- und Herbstquartal • Beschäftigte im Gastgewerbe (im Frühjahrs-, Sommer- und Herbstquartal) • Befragungen der Tourismusbetriebe

*zusätzliche Klimawirkungen, für die Anpassungsziele und Erfolgsindikatoren in den Workshops genannt wurden

4.4 Erarbeitung des Maßnahmenkataloges

Die im folgenden aufgeführten Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sind in einem partizipativ-dialogischen Verfahren mit Akteuren aus dem Landkreis entstanden bzw. aus Einrichtungen und Ämtern, die für den Landkreis Bayreuth zuständig sind. Bereits bei der Auftaktveranstaltung im Mai 2021wurden die Teilnehmenden gebeten bzw. auf der Internetseite des Klimaschutzmanagements aufgerufen, Ideen und Anregungen für passgenaue Klimaanpassungsmaßnahmen an die Verfasser der Studie weiterzugeben. Diese Liste wurde mit Handlungsvorschlägen aus dem Expertenwissen der Verfasser und der Mitarbeitenden des Klimaschutzmanagements ergänzt. Eine erste Sammlung von Maßnahmen wurde in fünf Online-Workshops in den Themenfeldern „Tourismus“, „Wasserhaushalt und -wirtschaft“, „Land- und Forstwirtschaft“, „Verkehr, Infrastruktur und Gewerbe“ sowie „Menschliche Gesundheit und Bevölkerungsschutz“ Anfang Juli 2021 mit den regionalen Experten intensiv diskutiert, auf die regionale Umsetzbarkeit geprüft und daraufhin die Maßnahmen konkretisiert und erweitert. Auch wurden mit den Experten in den Workshops sogenannte Schlüsselmaßnahmen definiert. Schlüsselmaßnahmen zeichnen sich dadurch aus, dass sie auf bestimmte, in der Region vorhandene, Herausforderung besonders eingehen. Sie antworten auf die Dringlichkeit. Sie haben eine Leuchtturmwirkung und sind im Idealfall auch übertragbar. Ihre Umsetzbarkeit ist gegeben, indem sich hierfür Akteure engagieren sowie personelle Ressourcen und Finanz- und Fördermittel vorhanden sind. Schlüsselmaßnahmen können technische Maßnahmen sein, aber auch strategisch-konzeptionelle Projekte sowie Fachanalysen zur Schließung von Erkenntnislücken, auf denen dann wiederum mit weiteren Maßnahmen aufgebaut werden kann.

Insgesamt wurden 27 Maßnahmen, davon zehn Schlüsselmaßnahmen, ausgearbeitet (siehe Tabelle 38). Der Konkretisierungsgrad der Schlüsselmaßnahmen ist hoch, so dass mit der Umsetzung der Maßnahme als bald begonnen werden kann. Flankiert werden diese Schlüsselmaßnahmen durch weitere Maßnahmenvorschläge, die erst im weiteren Verlauf der Klimaanpassungsstrategie ausgearbeitet werden. Alle Maßnahmen befinden sich in detaillierter Beschreibung sowohl im Anhang (A.2) als auch in einem für die konkrete Umsetzung geeigneten separatem Maßnahmendokument. Letzteres ermöglicht einen schnellen Zugriff der Akteure auf die wichtigsten Informationen zu den erarbeiteten Klimaanpassungsmaßnahmen.

Die Umsetzung des erarbeiteten Maßnahmenkatalogs ist personalintensiv. Analog des Klimaschutzmanagements wird daher angeraten, personelle Ressourcen für Projektanbahnung, -koordination und -management dieses Klimaanpassungskonzepts bereitzustellen. Ohne eine adäquate Personalstruktur wird das Klimaanpassungskonzept nicht umsetzbar sein. Die Aufgabenfelder im Bereich der Klimaanpassung stellen sich wie folgt dar:

- Koordination des gesamten Prozesses im Bereich Klimaanpassung des Landkreises und Impulsgebung
- Mitwirkung an der Umsetzung, Schnittstelle zum Klimaschutzmanagement

- Koordination der Mitwirkenden in den Schlüsselprojekten
- Ansprechpartner für die einzelnen Fachabteilungen des Landratsamts und der im Landkreis ansässigen Verwaltungen bzw. der übergeordneten Behörden sowie für die Kommunen des Landkreises
- Bewusstseinsbildung und Öffentlichkeitsarbeit
- Monitoring & Evaluierung des Klimaanpassungskonzepts

Aufgrund der thematischen Nähe zum Klimaschutzmanagement, empfiehlt es sich, die Personalstelle ebenfalls in der Regionalen Entwicklungsagentur des Landkreises anzusiedeln. Die Personalkosten werden zum Zeitpunkt der Finalisierung des Konzepts vom Bund mit 80 Prozent gefördert.

Die weiteren Kosten für einzelne Maßnahmen sind jeweils unter „Aufwand“ eingeordnet, stellen zu diesem Zeitpunkt jedoch lediglich eine Schätzung dar und orientieren sich an folgenden Kostenklassen:

- Maßnahmen mit geringem Kostenaufwand: Nur geringfügige Mittel notwendig (ca. 1.000 bis ca. 10.000 Euro), die in der Regel aus dem laufenden Haushalt heraus aufgebracht werden können (organisatorische Maßnahmen, informationsbezogene Maßnahmen).
- Maßnahmen mit moderatem Kostenaufwand: Größerer finanzieller Aufwand (ca. 10.000 bis ca. 100.000 Euro), für den Mittel aber in der Regel für das kommende Haushaltsjahr bereitgestellt werden können (vorübergehende personalbezogene Maßnahmen, Aufträge an Dritte, kleinere Investitionen).
- Maßnahmen mit hohem Kostenaufwand: Erhebliche finanzielle Mittel notwendig (über 100.000 Euro), die eine langjährige Finanzplanung notwendig machen (größere Investitionen in Infrastruktur, langfristige personalbezogene Maßnahmen, Entschädigungsleistungen usw.)

Tabelle 38: Mit den Akteuren in den Workshops identifizierte Maßnahmen für den Landkreis Bayreuth

Handlungsfeld	Nr.	Maßnahme / Schlüsselmaßnahme	Seite
0	0.1	„Sicher in die Zukunft“ – Informations- und Bewusstseinskampagne für die breitere Bevölkerung (Sofortmaßnahme)	276
1	1.1	„Katastrophenvorsorge“ - Kritische Infrastrukturen und administrative Entscheidungswege auf Auswirkungen der Klimaveränderungen vorbereiten	278
	1.2	„Anleitung und Modellprojekt für einen kühlen Kopf in sozialen Einrichtungen“ - Praxisleitfaden „Soziale Einrichtungen an die Wärmebelastung anpassen“	280
	1.3	Sommerlicher Wärmeschutz in öffentlichen Gebäuden	283
	1.4	Erarbeitung eines Hitzeaktionsplanes	284
	1.5	Klimaangepasste Planung und Bauleitplanung	285
2	2.1	„Klimagerechter Waldumbau“ – Beratung und Weiterbildung zur Anpassung des Waldes an zukünftige Klimabedingungen	286
	2.2	„Dass der Boden da bleibt, wo er hingehört“: Erosions-Schwerpunkte aufdecken und gezielt erweiterten Bodenschutz voranbringen	289
	2.3	Zukunftsfähige Landnutzung - Modellprojekt „Landschaft 2030“ und Etablierung von Agroforstsystemen	291
	2.4	Entwicklung eines Wassermanagementplans	294
	2.5	Etablierung klimaangepasster Sorten und Arten	295
	2.6	Waldbinnenklima schützen	295
3	3.1	„Schwammstadt“ – Blau-Grüne Infrastrukturen fördern	296
	3.2	„Natürliche Gewässer zur Klimaanpassung“ – Erhalt und Entwicklung naturnaher Gewässer sowie Moor- und Auenschutz	299
	3.3	Anpassung der Abwasserentsorgungsinfrastrukturen an veränderte Anforderungen	302
	3.4	Anlage von Notentwässerungsstrukturen	302
	3.5	Hochwasservorbereitung – Beseitigung von Abflusshindernissen	303
	3.6	Erarbeitung von Informationsgrundlagen zu Überflutungsschwerpunkten	304
4	4.1	„ÖPNV mit kühlem Kopf“ – Mobilitätsstationen und ÖPNV für Einheimische und den Tourismus klimagerecht gestalten	305
	4.2	Wege wetterfest gestalten – Optimierungen bei Bau, Kontrolle und Instandhaltung der Verkehrswege	307
	4.3	Resiliente Energieversorgung – Schutz kritischer Infrastrukturen vor Extremwetter	307
	4.4	Verkehr während Hitzeperioden reduzieren	308
	4.5	Leitfaden zur Klimafolgenanpassung in Unternehmen	308
	4.6	Modellprojekt „Grünes bzw. klimaangepasstes Gewerbegebiet“ im Landkreis Bayreuth	309
5	5.1	„Tourismus in die klimawandelgeprägte Zukunft führen“ - Tourismuskonzepte und Ganzjahresangebote auf Klimaanpassung überprüfen	310
	5.2	„Hotspots kühlen“ - Identifizierung von Hitzeinseln	313
	5.3	Klimawandel und Klimaanpassung in Kultur- und Bildungsangeboten	313

Für jede Maßnahme wird darüber hinaus unter „Zeitraum“ eine Einschätzung der Projektlaufzeit aufgezeigt, welche sich an folgenden Einteilungen bzgl. der Zeitschiene orientieren:

- kurzfristig: Zugeordnete Maßnahmen kann relativ kurzfristig, d.h. innerhalb von einigen Wochen oder Monaten umgesetzt werden, weil nur geringe Ressourcen dafür aufgewendet werden müssen und/oder weil eine Abstimmung nur mit wenigen Akteuren notwendig ist und/oder weil die Maßnahme auf schnell veränderbare Rahmenbedingungen abzielt (z. B. Druck von Informationsbroschüren).
- mittelfristig: Zugeordnete Maßnahmen können mittelfristig, d.h. innerhalb von einigen Monaten oder Jahren umgesetzt werden, weil Ressourcen dafür aufgewendet werden müssen, die nicht sofort zur Verfügung stehen und/oder weil bei der Umsetzung der Maßnahme Konflikte zu erwarten sind, die eine Abstimmung mit verschiedenen Akteuren notwendig machen und/oder weil die Maßnahme auf nur mittelfristig veränderbare Rahmenbedingungen abzielt (z. B. Tätigung von Investitionen).
- langfristig: Zugeordnete Maßnahmen können langfristig, d.h. innerhalb von einigen Jahren oder Jahrzehnten umgesetzt werden, weil erhebliche Ressourcen dafür aufgewendet werden müssen, die nicht sofort zur Verfügung stehen und/oder weil bei der Umsetzung der Maßnahme erhebliche Konflikte zu erwarten sind, die eine Abstimmung mit verschiedenen Akteuren notwendig machen und/oder weil die Maßnahme auf nur sehr langsam veränderbare Rahmenbedingungen abzielt (z. B. Veränderung der Siedlungsstruktur).

4.5 Maßnahmenpriorisierung und Umsetzungsplan

Da die Erderwärmung bereits im vollen Gange ist, wäre es wichtig, grundsätzlich alle vorgeschlagenen Maßnahmen auch umzusetzen, um die erwartbaren Risiken zu begrenzen und Chancen zu nutzen. Zudem setzt die Wirkung bestimmter Maßnahmen (z. B. Waldumbau) erst verzögert ein. Die in den Kapiteln 3.4 und 3.6 dargestellten Anpassungserfordernisse bzw. Vulnerabilitäten werfen aber die Frage auf, welche Maßnahmen für den Fall von beschränkten finanziellen und personellen Ressourcen prioritär anzugehen sind. Hier werden orientierende Hinweise dazu gegeben.

Schlüsselmaßnahmen

Im Rahmen der Erarbeitung von Anpassungsmaßnahmen für den Landkreis Bayreuth und deren Abstimmung in den Workshops mit den regionalen Akteuren wurden bereits Schlüsselmaßnahmen erarbeitet und in Kapitel 4.4 erläutert. Diese sind aufgrund ihrer Leuchtturmwirkung, Übertragbarkeit und dem Stand der Ausarbeitung zuerst umzusetzen.

Stärke der Klimawirkungen und Vulnerabilitäten

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Maßnahmenumsetzung ist, welche Klimawirkungen bereits heute problematisch sind und künftig stark zunehmen werden bzw. eine hohe Vulnerabilität erwarten lassen. Hier sind vor allem die Themen Hitzebelastung für die Bevölkerung und Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen und Waldflächen zu nennen. Diese Themen sind bereits heute kritisch in ihren Auswirkungen auf die Gesellschaft bzw. lokale (Land-)Wirtschaft und werden durch die fortschreitenden Auswirkungen des Klimawandels an Brisanz zunehmen.

Synergien der Umsetzung

Auch zu berücksichtigen ist die synergetische Wirkung der Maßnahmen. Dies bedeutet, dass vorrangig Optionen umgesetzt werden sollten, die sich auf mehrere Schwerpunktthemen positiv auswirken, also multifunktional sind. Dies ist den Maßnahmensteckbriefen zu entnehmen. Beispiele sind Maßnahme 0.1 (Informations- und Bewusstseinskampagne für die breitere Bevölkerung), die drei Schwerpunktthemen adressiert oder Maßnahme 1.1 (Kritische Infrastrukturen und administrative Entscheidungswege auf Auswirkungen der Klimaveränderungen vorbereiten) mit ebenfalls drei Schwerpunktthemen.

Ortsspezifische Ausgangslage

Der Landkreis Bayreuth ist kein homogenes Gebiet. Es gibt städtisch und ländlich geprägte Gemeinden mit unterschiedlichen Klimafolgen bzw. typischen Klima-Themen. Dementsprechend müssen auch die Prioritäten der Maßnahmenumsetzung dem Charakter der Gemeinde und ihrem Klimafolgenprofil angemessen sein sowie identifizierte Hotspots der Klimawirkungen berücksichtigt werden. Z. B. zielen hitzespezifische Maßnahmen vor allem auf städtische Bereiche und touristische Infrastrukturen ab, Bodenerosion betreffende Maßnahmen eher auf ländlich geprägte Gemeinden mit ausgeprägtem Relief. Die verschiedenen Klimafolgen und deren Hotspots lassen sich den Karten und „Hotspot"-Erläuterungen der Kapitel 3.3.3 bis 3.3.9 sowie Tabelle 32 entnehmen.

Umsetzungsplan

An die obigen Überlegungen anknüpfend sind es folgende Maßnahmen und Gemeinden bzw. gemeindefreien Gebiete, die sich für eine prioritäre Maßnahmenumsetzung bzgl. der untersuchten Klimawirkungen besonders empfehlen (Tabelle 39). Die Umsetzungshorizonte für die Anpassungsziele sind in kurz- (bis drei Jahre), mittel- (drei bis sieben Jahre) und langfristige (mehr als sieben Jahre) Ziele unterteilt. Ihre Umsetzung stellt einen wichtigen Schritt hin zu einem klimaresilienten Landkreis Bayreuth dar.

Tabelle 39: Umsetzungsplan für die Klimaanpassung für den Landkreis Bayreuth

Priorisierte Klimawirkung	Wichtigste Anpassungsziele und Umsetzungshorizonte	Wichtigste Maßnahmen	Gemeinden bzw. gemeindefreie Gebiete mit hoher Klimawirkung bzw. Sensitivität*
Hitzebelastung für die Bevölkerung	• Kurzfristig: Die Bevölkerung sollte über die Auswirkungen von und den Selbstschutz bei extremen Wetterereignissen aufgeklärt werden. • Mittelfristig: Die Kompetenzen zur Klimafolgenanpassung bei Verantwortlichen in der Verwaltung und in öffentlichen Einrichtungen sollten durch Bewusstseinsbildung und Sensibilisierung erhöht werden. • Langfristig: Die sommerliche Hitzebelastung der Bevölkerung, der Arbeitnehmenden und der Touristen sollte verringert werden.	• „Sicher in die Zukunft" – Informations- und Bewusstseinskampagne für die breitere Bevölkerung (0.1) • „Anleitung und Modellprojekt für einen kühlen Kopf in sozialen Einrichtungen - Praxisleitfaden „Soziale Einrichtungen an die Wärmebelastung anpassen" (1.2) • Erarbeitung eines Hitzeaktionsplanes (1.4) • Klimaangepasste Planung und Bauleitplanung (1.5) • „Hotspots kühlen" - Identifizierung von Hitzeinseln (5.2)	Pegnitz, Bindlach, Weidenberg, Speichersdorf, Hollfeld, Gefrees, Creußen, Bad Berneck, Eckersdorf, Pottenstein, Mistelgau

Priorisierte Klimawirkung	Wichtigste Anpassungsziele und Umsetzungshorizonte	Wichtigste Maßnahmen	Gemeinden bzw. gemeindefreie Gebiete mit hoher Klimawirkung bzw. Sensitivität*
Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen	• Langfristig: Die Ertragsstabilität auf Landwirtschaftsflächen soll gesichert und nachhaltig organisiert werden. • Langfristig: Die veränderten Anbaubedingungen sollen für den Anbau alternativer, trockenresistenter Kulturen genutzt werden.	• Zukunftsfähige Landnutzung - Modellprojekt „Landschaft 2030“ und Etablierung von Agroforstsystemen (2.3) • Entwicklung eines Wassermanagementplans (2.4) • Etablierung klimaangepasster Sorten und Arten (2.5)	Weidenberg, Eckersdorf, Prebitz, Goldkronach, Seybothenreuth, Bad Berneck, Gefrees, Emtmannsberg, Pegnitz, Pottenstein, Creußen, Hollfeld
Erosive Sturzfluten durch Starkregen	• Mittelfristig: Die Gefahr von sowie die Schäden durch Sturzfluten (in Siedlungsnähe) sollen reduziert werden.	• „Sicher in die Zukunft“ – Informations- und Bewusstseinskampagne für die breitere Bevölkerung (0.1) • „Dass der Boden da bleibt, wo er hingehört“ – Erosions-Schwerpunkte aufdecken und gezielt erweiterten Bodenschutz voranbringen (2.2)	Gefrees, Bad Berneck, Weidenberg, Bindlach, Schnabelwaid, Seybothenreuth, Pegnitz, Creußen
Trockenstress auf Waldflächen	• Langfristig: Die Ertragsstabilität auf Forstflächen soll gesichert werden. • Langfristig: Die Vitalität des Waldes soll erhalten bzw. verbessert werden.	• Klimagerechter Waldumbau – Beratung und Weiterbildung zur Anpassung des Waldes an zukünftige Klimabedingungen (2.1) • Waldbinnenklima schützen (2.6)	Veldensteiner Forst, Forst Neustädtlein am Forst, Prüll, Warmensteinacher Forst-Nord, Heinersreuther Forst, Hollfeld, Pottenstein, Waischenfeld, Betzenstein, Neubauer Forst-Nord, Pegnitz, Aufseß

Priorisierte Klimawirkung	Wichtigste Anpassungsziele und Umsetzungshorizonte	Wichtigste Maßnahmen	Gemeinden bzw. gemeindefreie Gebiete mit hoher Klimawirkung bzw. Sensitivität*
Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser	• Mittelfristig: Der Regenwasserrückhalt in der Fläche soll gestärkt werden. • Mittelfristig: Das Thema Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser soll stärker bei (kommunalen) Planungen und Baumaßnahmen berücksichtigt werden. • Langfristig: Die potenziellen Schäden durch Überschwemmungen nach Starkregen und Hochwasser sollen minimiert werden.	• „Sicher in die Zukunft“ – Informations- und Bewusstseinskampagne für die breitere Bevölkerung (0.1) • Katastrophenvorsorge - Kritische Infrastrukturen und administrative Entscheidungswege auf Auswirkungen der Klimaveränderungen vorbereiten (1.1) • Klimaangepasste Planung und Bauleitplanung (1.5) • „Schwammstadt“ – Blau-Grüne Infrastrukturen fördern (3.1) • Natürliche Gewässer zur Klimaanpassung – Erhalt und Entwicklung naturnaher Gewässer sowie Moor- und Auenschutz (3.2)	Starkregenüberflutungen: Bindlach, Weidenberg, Goldkronach, Prebitz und Gesees; Flusshochwasser: Bad Berneck, Bindlach, Pegnitz, Waischenfeld, Hollfeld, Speichersdorf, Heinersreuth und Plankenfels
Schäden an Verkehrswegen	• Mittelfristig: Die klimabedingten Schäden am Verkehrsnetz (inkl. Gebäuden und Infrastrukturen) sollen reduziert werden.	• Klimaangepasste Planung und Bauleitplanung (1.5) • Wege wetterfest gestalten – Optimierungen bei Bau, Kontrolle und Instandhaltung der Verkehrswege (4.2)	Pegnitz, Bindlach, Fichtelberg, Gefrees, Haag, Speichersdorf, Creußen, Plech, Weidenberg, Bad Berneck, Goldkronach, Heinersreuth, Bischofsgrün, Pottenstein, Betzenstein, Mistelgau
Beeinträchtigung des Wintertourismus	• Langfristig: Die wirtschaftlichen Einbußen im Winter durch den Rückgang des Schneetourismus sollen geringgehalten und durch andere Tourismusarten ausgeglichen werden.	• „ÖPNV mit kühlem Kopf“ – Mobilitätsstationen und ÖPNV für Einheimische und den Tourismus klimagerecht gestalten (4.1) • Tourismus in die klimawandelgeprägte Zukunft führen - Tourismuskonzepte und Ganzjahresangebote auf Klimaanpassung überprüfen (5.1)	Bischofsgrün, Fichtelberg, Warmensteinach, Pottenstein, Pegnitz, Plech, Bad Berneck, Betzenstein

* für Gemeinden, für die aufgrund fehlender Datengrundlagen keine Klimawirkung bestimmt werden konnte

5. Verstetigungsstrategie

Ziel einer Verstetigungsstrategie ist die Entwicklung von geeigneten Organisationsstrukturen, Festlegung von Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten, sowie von Maßnahmen zur Vernetzung innerhalb der Verwaltung, mit den Landkreis-Kommunen sowie in der Europäischen Metropolregion Nürnberg. Darüber hinaus sollen die zu erwartenden positiven Effekte durch die Umsetzung des Anpassungskonzepts dargestellt werden.

5.1 Organisationsstrukturen, Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten

Organisatorische Einbindung des Klimaschutzmanagements in die Landkreisverwaltung und Festlegung von Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten

Wie bereits das Klimaschutzmanagement, das seit 2015 etabliert ist, soll auch das künftige Klimaanpassungsmanagement des Landkreises in der Regionalen Entwicklungsagentur des Landkreises verankert werden (siehe Abbildung 83). Als Stabsstelle ist diese direkt dem Landrat zugeordnet. Sie verfolgt mit einem strategischen und querschnittsorientierten Arbeitsansatz das Ziel einer nachhaltigen Regionalentwicklung und ist daher bestmöglich für Koordinierungs- und Steuerungsfunktionen im Bereich der Klimaanpassung geeignet.

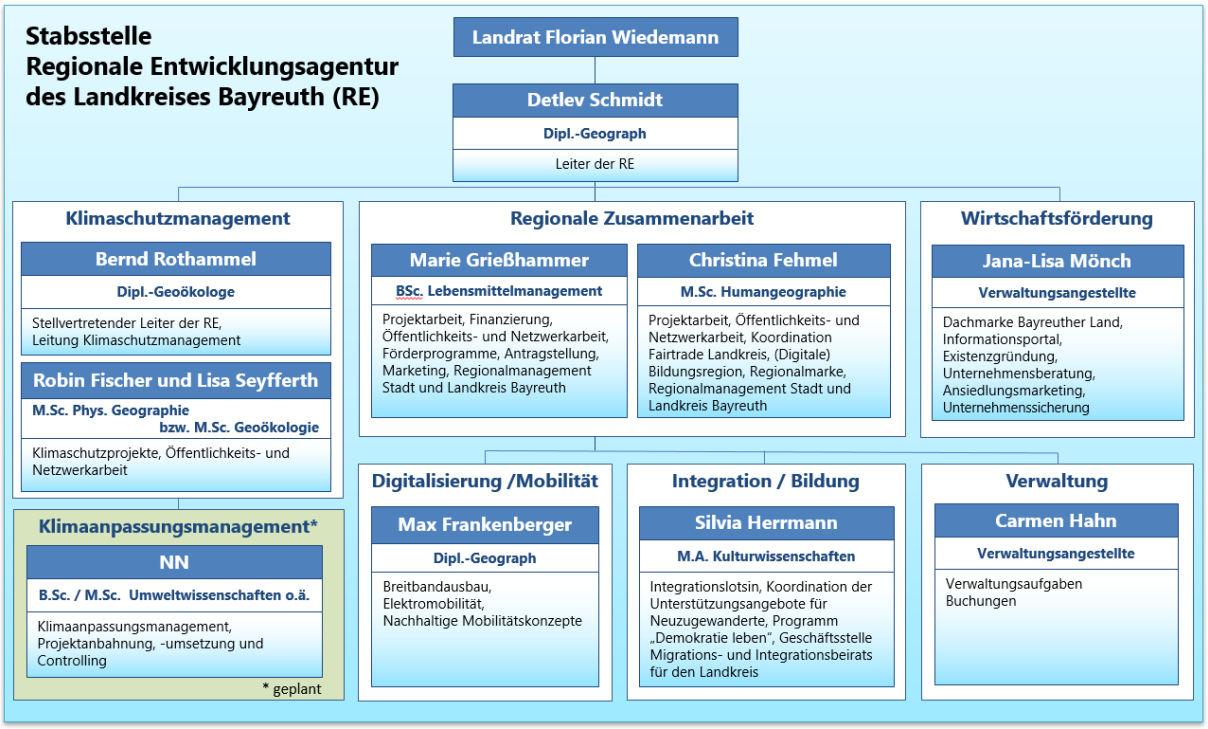


Abbildung 83: Verankerung des Klimaanpassungsmanagement in der Regionalen Entwicklungsagentur des Landkreises Bayreuth (Quelle: Landratsamt Bayreuth 2022)

Grundlage für die Arbeit des Klimaanpassungsmanagements bilden Beschlüsse des Kreistages und seiner Ausschüsse, insbesondere des Ausschusses für Klima, Umwelt und Landwirtschaft sowie des Kreisausschusses und des Ausschusses für Regionalentwicklung: Auf Beschluss der Kreisgremien wird aktuell das Klimaanpassungskonzept erstellt. Der Beschluss zur Einrichtung einer Personalstelle für Klimaanpassungsmanagement soll voraussichtlich im 4. Quartal 2022 erfolgen – der Beschluss zur Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes incl. des Maßnahmenpakets im April / Mail 2022.

Die Personalstelle wird wie oben geschildert in der Stabsstelle Regionale Entwicklungsagentur eingerichtet. Dort werden Klimaschutz- und Klimaanpassungsmanagement eng zusammenarbeiten. Der/die Klimaanpassungsmanager*in ist dem Leiter der Regionalen Entwicklungsagentur unterstellt und verantwortlich für Projektmanagement,

Netzwerk- und Öffentlichkeitsarbeit sowie das Controlling von Zielen und Maßnahmen.(Abbildung 84).

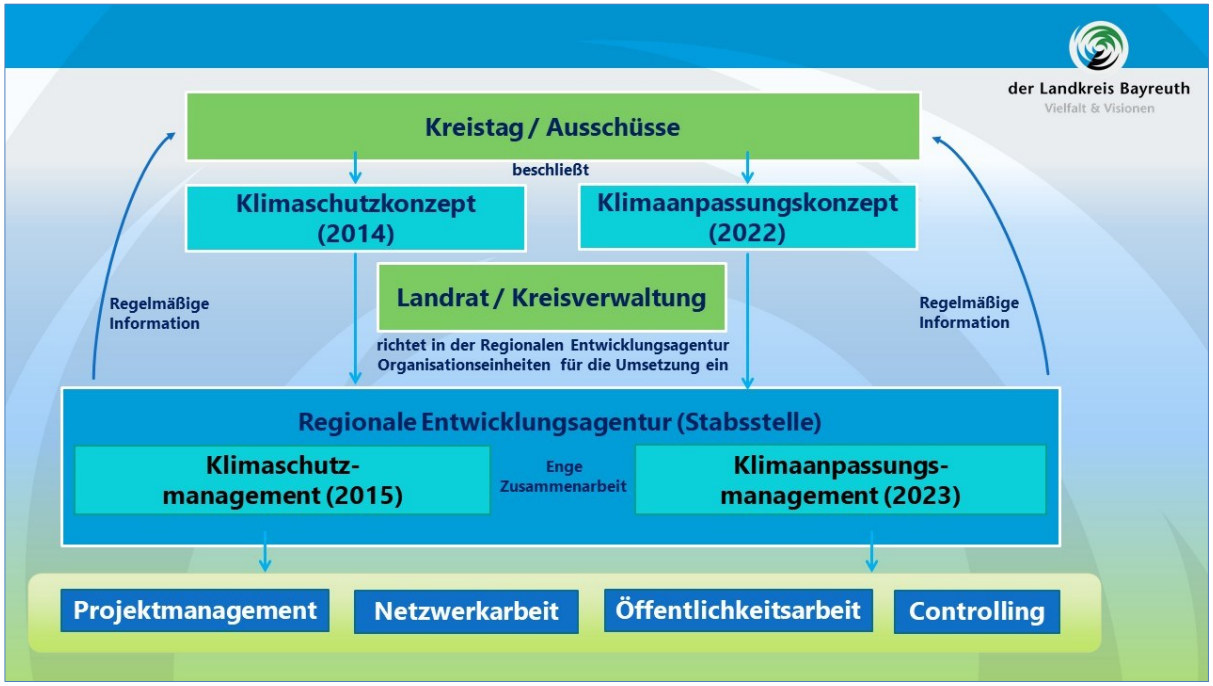


Abbildung 84: Aufgabenfelder, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten des Klimaanpassungsmanagements

Synergien und Schnittstellen innerhalb der Kreisverwaltung

Das Organigramm des Landratsamtes in Abbildung 85 und Tabelle 40 mit den Zuständigkeiten der Fachbereiche für Aspekte der Klimaanpassung bzw. des Klimaschutzes verdeutlichen, dass fast alle Fachbereiche des Landratsamtes Bayreuth in ihren Zuständigkeiten von Aspekten des Klimaschutzes und der Klimaanpassung betroffen sind. Aufgabe des Klimaanpassungsmanagements und des Klimaschutzmanagements ist es, den Informationsfluss sicherzustellen, Synergieeffekte herzustellen und das vorhandene Know-How der Fachbereiche bestmöglich für die Maßnahmenumsetzung zu nutzen.

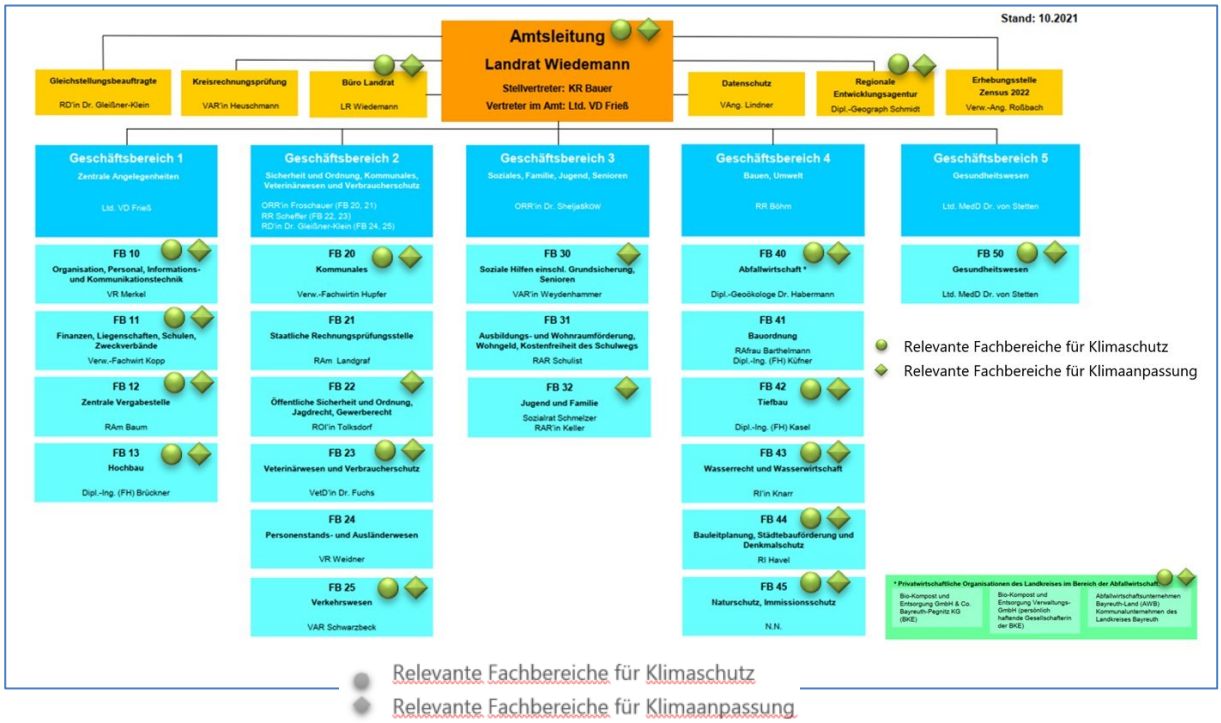


Abbildung 85: Organigramm des Landratsamts Bayreuth mit Kennzeichnung relevanter Fachbereiche für Klimaschutz und Klimaanpassung (Quelle: Landratsamt Bayreuth 2022)

Die folgende Tabelle 40 listet im Detail die Zuständigkeiten für die Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung auf.

Tabelle 40: Fachabteilung der Landkreisverwaltung und Zuständigkeiten für Klimaschutz und –anpassung (Quelle: Landratsamt Bayreuth 2022)

Landkreis Bayreuth	Zuständigkeiten für Aspekte des Klimaschutzes und der Klimaanpassung
Stabsstellen	
Stabsstelle Büro Landrat	Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit, Organisation der Sitzungen der Kreisgremien
Stabsstelle Regionale Entwicklungsagentur	Klimaschutzmanagement, Klimaanpassungsmanagement, Umweltrelevante Projekte, Verkehr (Planungsaufgaben im Bereich ÖPNV, SPNV, Straße und Schiene, Luftverkehr), Wirtschaftsförderung, Tourismus und Naherholung, Raumordnung und Landes- und Kreisplanung, Gesundheitsmanagement, kommunale Zusammenarbeit (mit Stadt Bayreuth, interkommunalen Zusammenschlüssen und Nachbarlandkreisen), Digitalisierung, Breitbandausbau, Regionale Dachmarke, Fairtrade-Landkreis, Integration von Geflüchteten
Geschäftsbereich 1: Zentrale Angelegenheiten	
FB 10 Organisation, Personal, Kommunikationstechnik	Klima- und Nachhaltigkeitscheck für Maßnahmen des Landkreises, Personalauswahl, Entscheidungen über EDV-Technik sowie Gebäude- und Büroausstattung
FB 11 Finanzen, Liegenschaften, Schulen, Zweckverbände	Beschaffungswesen, Liegenschaftsverwaltung (Energieeffizienz, Energieerzeugung auf eigenen Liegenschaften), Fuhrpark, Verwaltung kreiseigener Schulen, Geschäftsführung von Zweckverbänden (Gesamtschule Hollfeld, Therme Obernsees, Förderung Fremdenverkehr und Wintersport im Fichtelgebirge), Controlling
FB 12 Zentrale Vergabestelle	Beratung bei klimarelevanten Vergabeverfahren
FB 13 Hochbau	Bau, Sanierung und Unterhalt kreiseigener Gebäude
Geschäftsbereich 2: Sicherheit und Ordnung, Kommunales, Veterinärwesen und Verbraucherschutz **Leitung Führungsgruppe Katastrophenschutz**	
FB 20 Kommunales	Kommunales Finanzwesen, Bundes- und Landeszuwendungen für gemeindliche Hoch- und Tiefbaumaßnahmen, staatliche Zuwendungen für Erwachsenenbildung, Wirtschaftsförderung, Sport- und Freizeitanlagen sowie für Baulandbeschaffung und -erschließung
FB 22 Öffentliche Sicherheit und Ordnung	Forstwesen, Brand- und Katastrophenschutz, Rettungsdienst, Feuerwehrangelegenheiten, Luftbeobachtung, ziviler Alarmplan, Zivilschutz, Versorgung der Bevölkerung, zivilmilitärische Zusammenarbeit, Vollzug des Infektionsschutzgesetzes, Seuchenhygiene, Schornsteinfegerwesen, Gewerbeangelegenheiten, Gaststättenwesen, Landwirtschaft
FB 23 Veterinärwesen und Verbraucherschutz	Verbraucherschutz, Zoonosen Überwachung, Maßnahmen gegen klimawandelbedingte Ausbreitung von Tierkrankheiten und -seuchen, Überprüfung landwirtschaftlicher Betriebe, Tierschutz, Futtermittelrecht, Überwachung tierischer Nebenprodukte, Lebensmittelüberwachung und Verbraucherschutz, Hygieneüberprüfungen, Verbraucherinformation
FB 25 Verkehrswesen	Straßenverkehrswesen, Personenbeförderung, Güterkraftverkehr, Gefahrguttransport auf der Straße, Straßen- und Wegerecht, Luft- und Schienenverkehr, Bergbahnen
Geschäftsbereich 3: Soziales, Familie, Jugend, Senioren	

Landkreis Bayreuth	Zuständigkeiten für Aspekte des Klimaschutzes und der Klimaanpassung
FB 30 Soziale Hilfen	Wohnqualität im Alter und bei Behinderung, seniorenpolitisches Gesamtkonzept, Altenclubs, Freiwilligenzentrum, Senioren-Service-Zentrum, Pflegeeinrichtungen, Stellungnahmen zur Barrierefreiheit (Bau und ÖPNV), Familienprogramm, Hausnotrufsystem, Förderungen
FB 32 Jugend und Familie	Familienbildung, Kommunale Jugendarbeit, Kitas, Kreisjugendring
Geschäftsbereich 4: Bauen, Umwelt	
FB 40 Abfallwirtschaft	Abfallvermeidung, Recycling, Kompostierung, Kreislaufwirtschaft, Abfallbeseitigung, Abfallberatung, Öffentlichkeitsarbeit, Deponien, Bodenschutz, Umweltmanagement, Lokale Agenda 21
FB 42 Tiefbau	Radwege, Wanderwege, Bau- und Unterhalt Kreisstraßen, Winterdienst, Arbeitssicherheit, Kreisbauhöfe (Fahrzeug- und Gerätepark)
FB 43 Wasserrecht und Wasserwirtschaft	Wasserkraftanlagen, Geothermie, Hochwassernachrichtendienst, Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen, Umweltverträglichkeitsprüfung, Umweltinformation
FB 44 Bauleitplanung, Städtebauförderung, Denkmalschutz	Bauleitplanung, Prüfung gemeindlicher Bauvorhaben, Städtebauförderung, Denkmalschutz
FB 45 Naturschutz, Immissionsschutz	Naturschutz, Immissionsschutz, Umweltinformation, Umweltverträglichkeit, Grünplanung an kreiseigenen Gebäuden, Beratung der Gemeinden und Unterstützung der Vereine bei Grünordnung und Landschaftspflege, Betreuung Naturparke, Bürgerberatung zu Gartenbau und Naturschutz, Ausbildung von Baumwarten und Gartenpflegern, Schulung der Öffentlichkeit (Ökologie, Gartenbau, Gesundheit), Nährstoffkreisläufe im Gartenbau, energetische Sanierung denkmalgeschützter Gebäude, Wettbewerbe (z. B. unser Dorf), Biodiversität
Geschäftsbereich 5: Gesundheitswesen	
FB 50 Gesundheitswesen	Gesundheitsförderung, -aufklärung und -beratung, Jugendgesundheitspflege, Seuchenhygiene, Mitwirkung im Zivil- und Katastrophenschutz, Umwelthygiene, Ortshygiene, Aufsicht über Berufe und Einrichtungen des Gesundheitswesens, Überwachung von Trinkwasserversorgungsanlagen, Kassen(zahn-) ärztliche Versorgung, Öffentlichkeitsarbeit.

Zukünftig soll im Kontext der Klimaanpassung insbesondere mit folgenden Fachbereichen im Bereich der Klimaanpassung zusammengearbeitet werden:

- FB 10 Organisation, Personal, Kommunikationstechnik
- FB 22 Öffentliche Sicherheit und Ordnung
- FB 40 Abfallwirtschaft
- FB 42 Tiefbau
- FB 43 Wasserrecht und Wasserwirtschaft
- FB 44 Bauleitplanung, Städtebauförderung, Denkmalschutz
- FB 45 Naturschutz, Immissionsschutz und
- FB 50 Gesundheitswesen

Diese Fachbereiche unterstützen bereits die Erarbeitung des Klimaanpassungskonzepts substanziell. Der Fachbereich 50 Gesundheitswesen konnte sich aufgrund der Corona-Pandemie personell wenig in das Anpassungskonzept einbringen, jedoch ist zukünftig die enge Kooperation geplant.

Im Rahmen eines "Runden Tisch Klimaanpassung der Fachbereiche des Landratsamts Bayreuth", der zeitnah zum Beginn der Arbeitsaufnahme des Klimaanpassungsmanagements initiiert werden soll, werden eine Agenda der Zusammenarbeit aufgestellt,

d.h. Inhalte der Kooperation, Umsetzungsschritte und Verantwortliche für den Umsetzungshorizont und die Aufgaben der im Maßnahmenkatalog beschriebenen Anpassungsmaßnahmen benannt.

Schnittstellen zu den regionalen Akteuren und Multiplikatoren

Das Klimaanpassungsmanagement soll neben der Optimierung der internen Schnittstellen im Landratsamt ein Netzwerkmanagement unter Einbeziehung der in Tabelle 41 genannten Akteure aufbauen.

Maßnahmen und Organisationsstrukturen zur Vernetzung

Als Maßnahmen zur Vernetzung können Rundmails an gezielte Verteiler Newsletter, Netzwerktreffen und themenspezifische Veranstaltungen wie z.B. Events, Fachveranstaltungen wie das Klimaschutz- und Klimaanpassungssymposium dienen.

Bestehende Vernetzungsstrukturen sollen für die Belange der Klimaanpassung im Landkreis genutzt werden. Die bestehende Lenkungsgruppe Klimaschutz und der bestehende Arbeitskreis Kommunaler Klimaschutzbeauftragte (AK KKSB) werden inhaltlich um das Thema Klimaanpassung erweitert. Beide Kreise tagen mindestens zwei Mal jährlich.

Tabelle 41: Zu berücksichtigende Akteure für das Netzwerkmanagement

Regierung von Oberfranken	Verbraucherzentrale Bayern	Tourismuseinrichtungen
Bezirk Oberfranken	Landesamt für Umwelt	Sozialverbände
Kreistag und Ausschüsse Landkreis (insb. Aus-schuss für Klima, Umwelt, Landwirtschaft)	Wasserwirtschaftsamt	Krankenhäuser, Alten- und Pflegeheime
Kreisangehörige Kommunen	Staatliche Forstverwaltung und Waldbesitzervereinigungen	Feuerwehren
Interkommunale Zusammenschlüsse im Landkreis	Amt für Ländliche Entwicklung	Technisches Hilfswerk
Stadt Bayreuth	Amt für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten	Umwelt-, Verkehr- und Klimaschutzorganisationen
Nachbarlandkreise	Landwirtschaftliche Selbsthilfeorganisationen	Industrie- und Handelskammer
Universität Bayreuth	Landwirtschaftsverbände	Handwerkskammer
Schulamt, Schulen und Kitas	Landschaftspflegeverbände	
Energieagenturen	Naturparke, Geopark, Ökomodell-region Fränkische Schweiz	

Die Lenkungsgruppe Klimaschutz des Landkreises Bayreuth dient seit dem Jahr 2016 als Multiplikatorengremium für den Klimaschutzgedanken, es unterstützt den Informationsaustausch und wirkt als Ideenschmiede. In der Lenkungsgruppe Klimaschutz sind Expert*innen aus Bildung und Forschung, von Energieversorgern, Behörden, Umweltorganisationen, Kommunen, der Landwirtschaft, dem Kreistag, der IHK und der HWK sowie aus dem Bereich Kunst und Kultur vertreten.

Die Kommunalen Klimaschutzbeauftragten werden von den Kommunen benannt und fungieren als zentrale Ansprechpartner*innen für das Klimaschutzmanagement des Landkreises sowie die Menschen vor Ort. Die regelmäßigen Treffen des Arbeitskreises dienen dem Informations- und Erfahrungsaustausch.

So können das Thema der Klimaanpassung organisatorisch in den Kommunen verankert werden und kontinuierlich Beiträge zur Strategieentwicklung, Umsetzung der Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen und Informationsweitergabe geleistet werden.

Darüber hinaus stehen das Klimaschutz- und das Klimaanpassungsmanagement jederzeit für alle Netzwerkpartner zur Verfügung und streuen regelmäßig Informationen zu aktuellen Veranstaltungen, Fortbildungs-, Beratungs- und Beteiligungsangeboten, Projektfortschritten, Fördermöglichkeiten, etc.

Mittels dieser Maßnahmen und Organisationsstrukturen kann gewährleistet werden, dass sich sowohl Klimaschutz als auch Klimaanpassung über die jeweiligen Managements gut in den regionalen Multiplikatorennetzwerken verankern und in den Kommunen vor Ort politischer Rückhalt – nicht zuletzt auch durch die Umsetzung der Kommunikationsstrategie (vgl. Kapitel 7) – erzeugt wird.

5.2 Erwartete positive Effekte der Umsetzung des Anpassungskonzepts

Positive Effekte durch die Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts sind in folgenden Bereichen zu erwarten:

Wertschöpfungseffekte

Grundsätzlich sind Maßnahmen zur Klimaanpassung eine gute „Investition", da sie künftige materielle Schäden, die z.B. Extremereignisse an Gebäuden, Infrastruktur und landwirtschaftlich bzw. forstwirtschaftlich genutzten Flächen verursachen, abmildern.

Darüber hinaus kann Wertschöpfung vor allem im Bereich der Land- und Forstwirtschaft gesichert werden, da durch klimaangepasste Bewirtschaftungsformen (wie z. B. Pflanzen von klimaangepassten Kulturpflanzen) ein Beitrag zum Erhalt der natürlichen Grundlagen (Boden, Wasser) als Basis der regionalen Lebensmittelversorgung geleistet wird. Dieser Effekt geht Hand in Hand mit den Bestrebungen der in der Region ansässigen Unternehmen und Initiativen zur Erlangung von Ernährungssouveränität durch das Schließen von Lücken in der Wertschöpfungskette Ernährung (wie z.B. Regionalwert AG Oberfranken, Ernährungsamt Oberfranken, Ökomodellregion Fränkische Schweiz). Gekoppelt mit dem Ausbau der Erneuerbaren Energien auf landwirtschaftlich genutzten Flächen (Agri-PV) werden zusätzliche Wertschöpfungspotenziale erschlossen, die noch gesteigert werden, wenn heimische Handwerksbetriebe für den Bau und die Wartung der Freiflächen-PV-Anlagen verpflichtet werden. Auch stellt der Waldumbau in der Region – sowohl der Privat- als auch der Staatsforst – eine wesentliche Grundlage für eine zukünftige – auch gewinnbringende – Bewirtschaftung dar.

Zudem können durch klimaanpassungsbedinge Investitionen im Bereich des Tourismus Wertschöpfungspotenziale realisiert werden – insbesondere dann, wenn diese mit der Erneuerung des Beherbergungs- und Gastronomieangebots (Stichwort: Auflösung des Sanierungsstaus) verbunden werden.

Steigerung der Naherholungsmöglichkeiten

Durch die Förderung und den Ausbau von Retentionsflächen sowie Projekten zum Erhalt des heimischen Waldes und zur Steigerung der Biodiversität wird die Aufenthaltsqualität der Landschaft deutlich gesteigert. Naherholungsmöglichkeiten für die einheimische Bevölkerung werden verbessert.

Imagegewinn

Mit der Umsetzung der Schlüsselprojekte – insbesondere von modellhaften Vorhaben wie z.B. „Landschaft 2030" – oder innovativen Bauprojekten zu einem klimagerechten Wohnen und Arbeiten kann der Landkreis seine überregionale Bekanntheit steigern und anderen Kommunen ein Vorbild sein.

Fördermittelakquise

Basierend auf dem vorliegenden Klimaanpassungskonzept und den bereits aufgebauten und noch zu vertiefenden Netzwerkstrukturen kann zukünftig schnell auf Förderaufrufe reagiert werden, um so zielorientiert Fördermittel für den Landkreis zu akquirieren, die einer klimaschutz- und klimaanpassungsorientierten Regionalentwicklungsstrategie zugutekommen.

Es können zum Beispiel Fördermittel aus folgenden Programmlinien abgerufen werden:

- Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz.
- KommKlimaFör: "Klimaschutz in Kommunen" im Klimaschutzprogramm Bayern 2050 durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz gefördert.
- Klimaanpassungs-Maßnahmen über den Fonds für Klimaschutz- und Nachhaltige Entwicklung der Europäischen Metropolregion Nürnberg.
- Klimaanpassungs-Maßnahmen über die LEADER Region Bayreuth - die Förderperiode 2023 bis 2027 ist in Bayern auf die Steigerung der regionalen Widerstandskraft und Wandlungsfähigkeit (Resilienz) ausgerichtet. Klimaschutz und Klimaanpassung sind Leitgedanken in der neuen Förderperiode.
- Grenzüberschreitende Klimaanpassungs-Maßnahmen im Rahmen von Interreg (europäische territoriale Zusammenarbeit).

Dem neu einzurichtenden Klimaanpassungsmanagement fällt dabei die Aufgabe des Fördermittelscoutings zu – und zwar in Kooperation mit den anderen Fachbereichen der Landkreisverwaltung bzw. den oben genannten Netzwerkpartnern zum Zweck der Erschließung von neuen Finanzmitteln für den Landkreis.

6. Controllingkonzept

6.1 Rahmenbedingungen der Erfolgsprüfung

Zur Prüfung der Wirksamkeit geeigneter Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel für den Landkreis Bayreuth sind lokal angepasste Indikatoren notwendig. Daneben ist die weitere messbare klimatische Entwicklung fortzuschreiben. Setzen sich die klimatischen Trends durch den bereits stattfindenden Klimawandel fort oder werden diese teilweise noch verstärkt?

Damit die Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes gewährleistet wird, müssen Maßnahmen zur Kontrolle des Projektfortschritts durchgeführt werden. Hierfür sollte ein regelmäßiges Monitoring eingerichtet und entsprechende Prüfberichte vorgelegt werden (Abbildung 86). Ein sogenannter Maßnahmenbericht sollte möglichst im Jahresrhythmus verfasst werden und auf den Umsetzungsstand einzelner Maßnahmen sowie des strategischen Umsetzungsplans (siehe Tabelle 39) eingehen. Alle zwei bis vier Jahre ist eine ausführlichere Betrachtung der Klimaanpassungsaktivitäten im Landkreis sowie eine Fortschreibung der klimatischen Entwicklung unter Berücksichtigung neuer fachlicher Erkenntnisse empfehlenswert. Eine Fortschreibung des eigentlichen Klimaanpassungskonzeptes (durch Externe) empfiehlt sich aufgrund des damit verbundenen finanziellen Aufwandes nur etwa alle zehn Jahre. Es kann sich jedoch anbieten, zwischenzeitlich einzelne Schwerpunktthemen bei Bedarf mittels Teilstudien bzw. Fachkonzepten vertiefend zu bearbeiten, z. B. Hitzeaktionsplan, Stadtbaumkonzept, Starkregengefahrenkarte.

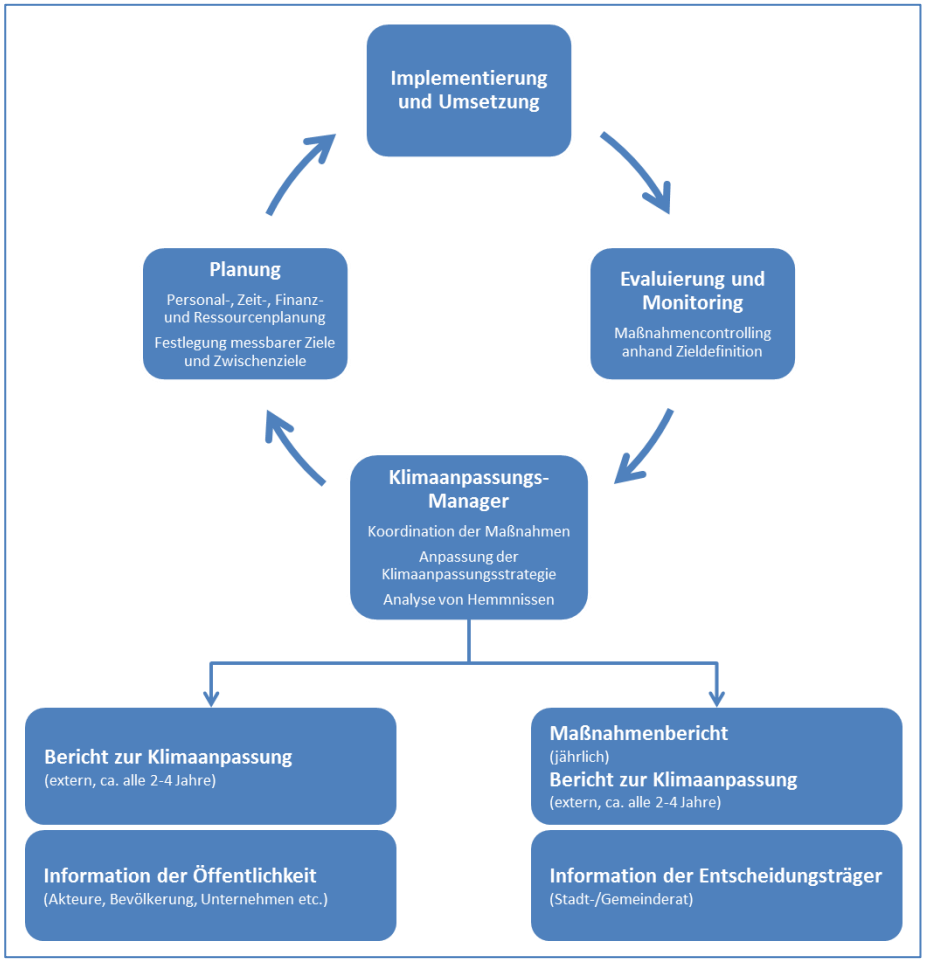


Abbildung 86: Controlling des Klimaanpassungskonzeptes (Quelle: www.klimascout.de, verändert)

Wurden die geplanten Maßnahmen im Rahmen der Klimaanpassung (teilweise) umgesetzt, muss überprüft werden, ob diese die erhoffte Wirkung entfalten und ob die definierten Maßnahmen- und Anpassungsziele erreicht wurden/werden. Dies kann mit Hilfe des Controllings überprüft werden. Das Controlling erfüllt dabei mehr als einen Soll-Ist-Vergleich. Es handelt sich um einen Kreislauf, in dem die Situation des Landkreises regelmäßig analysiert und Empfehlungen zur Modifikation oder Beibehaltung bisheriger Instrumente gegeben werden. Davon ausgehend werden die definierten Ziele und die Planung (Personal, Zeit, Finanzen und Ressourcen) an die aktuelle Situation angepasst.

Das Controlling bezieht sich somit auf zwei wesentliche Aspekte: einerseits das Monitoring der klimatischen Entwicklung, andererseits die Überprüfung des Umsetzungsstandes der Anpassungsmaßnahmen und des Gesamtfortschritts. Laut Umweltbundesamt (UBA 2015a) sind Impakt- und Response-Indikatoren für das Monitoring der Auswirkung des Klimawandels bzw. der Wirksamkeit der Anpassungsmaßnahmen auf verschiedene Handlungsfelder geeignet.

6.2 Impakt-Indikatoren

Mittels Impakt-Indikatoren werden die fortschreitenden Auswirkungen des Klimawandels auf eine Region geprüft. Ihre zeitlichen Veränderungen geben Auskunft darüber, wie erfolgreich Klimaschutzmaßnahmen in den letzten Jahrzehnten gewirkt haben und entlang welcher projizierten Szenarios sich die klimatische Realität entwickelt.

Grundsätzlich eignen sich die, als Klimasignal für die Analyse verwendeten bzw. vorgeschlagenen, Klimakennwerte des LfU auch als Impakt-Indikatoren für das Controlling,

sowohl in der Fortschreibung der Messdaten als auch bei der Auswertung neuester Klimaprojektionen:

- Hitzebelastung für die Bevölkerung: mittlere jährliche Anzahl an Hitzetagen,
- Trockenstress auf Wald- und Landwirtschaftsflächen: mittlere Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr (April-September),
- Erosive Sturzfluten auf Ackerflächen sowie Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser: mittlere jährliche Anzahl an Starkregentagen,
- Schäden an Verkehrswegen: mittlere jährliche Anzahl an Heißen Tagen, Starkregentagen, Schneetagen, Frost-Tau-Wechseln und Sturmtagen (letzte drei: falls verfügbar),
- Beeinträchtigung des Wintertourismus: mittlere jährliche Anzahl an Schneetagen und Schneedeckendauer (beide: falls verfügbar).

Aber auch allgemeinere Klimakennwerte wie die mittlere jährliche Lufttemperatur und die Jahresniederschlagssumme geben Hinweise auf die klimatische Veränderung in der Region.

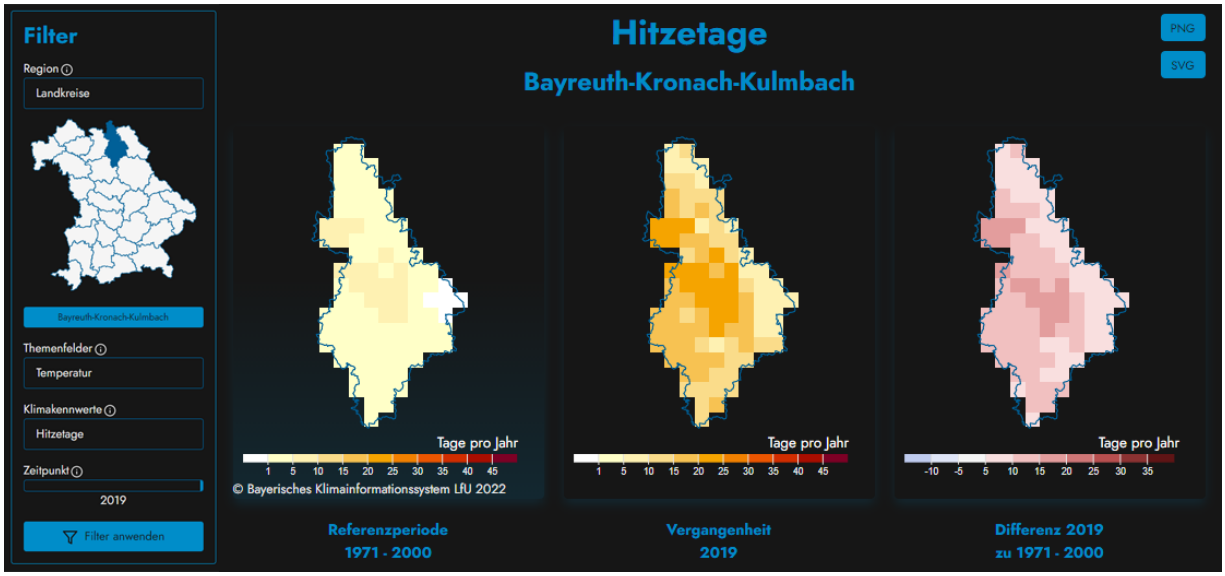


Abbildung 87: Abfrage eines Klimakennwertes im Bayerischen Klimainformationssystem (BayKIS) (Quelle: LfU 2022, https://klimainformationssystem.bayern.de)

Die Veränderung dieser Klimakennwerte kann mittels des seit 2021 bestehenden Bayerischen Klimainformationssystems (BayKIS) unter https://klimainformationssystem.bayern.de einfach nachvollzogen werden. Hier können sowohl Veränderungen der Klimakennwerte in der Vergangenheit nachgeschlagen (vgl. Abbildung 87) als auch projizierte Entwicklungen für die Zukunft betrachtet werden.

Als Anhaltspunkt für ergänzende Impakt-Indikatoren können jene der Machbarkeitsstudie „Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern" des LfU dienen (LfU 2018). Diese orientieren sich an den Handlungsfeldern der Bayerischen Klimaanpassungsstrategie (BayKLAS) und umfassen derzeit 18 umgesetzte Impakt-Indikatoren und weitere 27 Indikator-Ideen (Tabelle 42).

Tabelle 42: Übersicht über Indikatoren und Indikationsideen in den Handlungsfeldern der BayKLAS (Quelle: LfU 2018, S. 23)

Handlungsfelder der BayKLAS	gesamt	Impact		Response	
(Kürzel der Handlungsfelder)		Ideen	Umsetzung	Ideen	Umsetzung
Wasserwirtschaft (WW)	15	9	2	3	1
Landwirtschaft (LW)	2 (+ ?)	Noch unvollständig	1	Noch unvollständig	1
Wald und Forstwirtschaft (FW)	9	5	1	2	1
Naturschutz (NA)	7	2	2	3	-
Bodenschutz und Georisiken (BO)	5	3	2	-	-
Menschliche Gesundheit (GE)	5	2	3	-	-
Katastrophenschutz (KS)	1	-	1	-	-
Raumordnung (RO)	2	-	-	1	1
Städtebau / Bauleitplanung (SB)	3	1	-	-	2
Bauwesen (BA)	1	-	-	-	1
Straßenbau und Verkehr (VE)	4	2	2	-	-
Energiewirtschaft (EW)	7	2	2	3	-
Industrie und Gewerbe (IG)	2	1	-	-	1
Tourismus (TO)	-	-	-	-	-
Finanzwirtschaft (FI)	3	-	2	1	-
Gesamt	**66**	**27**	**18**	**13**	**8**

Die Indikatoren sind in der Veröffentlichung kurz erläutert und meist mit Datenquelle sowie einer Aufwandsschätzung versehen (Tabelle 43). Auch wenn diese Indikatoren nicht explizit für den Landkreis Bayreuth erhoben werden, kann sich an den Trends für Bayern orientiert und die Entwicklung plausibel auf die Region Bayreuth übertragen werden.

Tabelle 43: Impakt-Indikator und Indikationsidee für das Handlungsfeld Landwirtschaft (Quelle: LfU 2018, S. 27)

Code I=Impact	Titel Kurzbeschreibung	Aufwands-schätzung	Erläuterung
I-LW-1	Dauer der landwirtschaftlichen Vegetationsperiode Dauer zwischen Beginn und Ende der landwirtschaftlichen Vegetationsperiode	Mittel	Methodischer Vorschlag ist noch nicht getroffen; für Berechnung der Vegetationsdauer gibt es sehr unterschiedliche Ansätze, die auf Schwellenwerten der Temperatur oder Temperatursummen und / oder phänologischen Beobachtungsdaten beruhen; ein einheitlicher Standard existiert nicht.
I-LW-2	**Verschiebung agrarphänologischer Phasen** Mittlerer Zeitpunkt des Blühbeginns von Winterraps und Apfel im Mittel Bayerns	Mittel, ca. 4 Stunden	Indikator wurde bereits umgesetzt; Der Indikator „Beginn der Apfelblüte“ wird im Umweltindikatorensystem Bayern genutzt und jährlich aktualisiert. www.lfu.bayern.de/umweltdaten/indikatoren/klima_energie/klimawandel_vegetationsentwicklung Für die Fortschreibung der Daten zum Blühbeginn des Winterraps müssen große Datenmengen verarbeitet werden.

Eine weitere und zudem einfache Möglichkeit, die Auswirkungen der Erderwärmung nachzuverfolgen, besteht in der Auswertung der Tagespresse auf Meldungen bzgl. Wetterextremereignissen ähnlich wie in Kapitel 2.2 im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführt. Dies empfiehlt sich aufgrund der begrenzten thematischen Abdeckung jedoch eher als zusätzliche Informationen zum Monitoring einzelner Klimawirkungen wie Überschwemmungen durch Starkregen oder Windwurf bei Sturmereignissen.

Das Zusammentragen und Prüfen der Impakt-Indikatoren sollte ca. alle zwei bis vier Jahre durch das Klimaanpassungsmanagement des Landkreises mit vertretbarem Zeitaufwand (drei bis vier Arbeitstage Recherche) realisiert und in einem Kurzbericht zur Klimaanpassung für Verwaltung und Öffentlichkeit aufbereitet werden (weitere zwei bis drei Arbeitstage). Da das Klimaanpassungsmanagement haushaltsfinanziert wäre,

würden hier auch keine weiteren (externen) Kosten anfallen. Im Ergebnis des Monitorings kann es nötig sein, weiterführende Teilkonzepte als Vertiefung des Klimaanpassungskonzeptes anzugehen, wenn z. B. die klimatische Entwicklung bestimmte Handlungsfelder oder Klimafolgen in den Fokus rückt.

6.3 Response-Indikatoren

Response-Indikatoren fungieren als Erfolgsindikatoren zum Umsetzungsstand der Anpassungsmaßnahmen. Hierfür wurden in den Akteursworkshops Ideen für Erfolgsindikatoren diskutiert (vgl. Kapitel 4.2) und später bei der Erarbeitung der Steckbriefe der Schlüsselmaßnahmen festgehalten. Jeder Maßnahme sind entsprechende Indikatoren beigefügt, die den Umsetzungsstand messbar machen. Diese Erfolgsindikatoren sind in Tabelle 44 gebündelt dargestellt. Es handelt sich dabei – wie auch bei den Erfolgsindikatoren in Tabelle 37 – um Vorschläge für Indikatoren, die – je nach Lage vor Ort – von den Akteuren weiter angepasst und verfeinert werden müssen. Dies betrifft insbesondere die Zielwerte für die Indikatoren, die durch die Maßnahmenumsetzung erreicht werden sollen. Diese konnten nicht festgelegt werden, da auch die Ausgangswerte vor Ort nicht bekannt sind und diese zudem innerhalb des Landkreises unterschiedlich ausgeprägt sind. Hier ist es an den Akteuren, die für ihre Stadt/Gemeinde sinnvollen Ausgangs- und Zielwerte zu bestimmen und bei der Maßnahmenplanung festzuschreiben.

Tabelle 44: Erfolgsindikatoren für die Schlüsselmaßnahmen

Nr.	Maßnahmentitel	Erfolgsindikatoren
0.1	„Sicher in die Zukunft“ – Informations- und Bewusstseinskampagne für die breitere Bevölkerung (Sofortmaßnahme)	• Besucherzahlen auf betreffenden Internetseiten • Zahl der angeforderten Broschüren • Anzahl an Personen, die an Beratungen und Weiterbildungen teilnehmen
1.1	Katastrophenvorsorge - Kritische Infrastrukturen und administrative Entscheidungswege auf Auswirkungen der Klimaveränderungen vorbereiten	• Regelmäßige Überprüfung der Einsatzpläne des Katastrophenschutzes • Anzahl durchgeführter Informationsveranstaltungen • Auflagenhöhe bzw. Menge von an die Bevölkerung verteilten Flyern
1.2	Anleitung und Modellprojekt für einen kühlen Kopf in sozialen Einrichtungen - Praxisleitfaden „Sozi-ale Einrichtungen an die Wärmebelastung anpassen“	Teilmaßnahme 1: • Anzahl der sozialen Einrichtungen im Landkreis, die an den Klimawandel angepasst sind • Temperaturmessung in den Einrichtungen an Sommertagen Teilmaßnahme 2 & 3: • Besucherzahlen auf betreffenden Internetseiten des Landratsamtes • Teilnehmerzahlen an Führungen durch Vorbildgebäude • Anzahl an Personen, die an Beratungen und Weiterbildungen teilnehmen
2.1	Klimagerechter Waldumbau – Beratung und Weiterbildung zur Anpassung des Waldes an zukünftige Klimabedingungen	Teilmaßnahme 1: • Anzahl der Demonstrationsflächen im Landkreis • Teilnehmerzahlen der Vor-Ort-Termine Teilmaßnahme 2: • Teilnehmerzahlen der Informationsveranstaltungen und Vor-Ort-Termine • Anteil klimaresilienter Baumarten auf den Forstflächen (Jahreszeitreihe)

Nr.	Maßnahmentitel	Erfolgsindikatoren
2.2	„Dass der Boden da bleibt, wo er hingehört“ – Erosions-Schwerpunkte aufdecken und gezielt erweiterten Bodenschutz voranbringen	• ggfs. Initiierung einer Begleitforschung durch Universität Bayreuth bzw. GeoTeam möglich
2.3	Zukunftsfähige Landnutzung - Modellprojekt „Landschaft 2030“ und Etablierung von Agroforstsystemen	Teilmaßnahme 1 & 2: • Anzahl und Flächengröße der modellhaften Projekte
3.1	„Schwammstadt“ – Blau-Grüne Infrastrukturen fördern	Teilmaßnahme 1: • Ergebnisse Machbarkeitsanalyse Gründach-Potenzial auf kommunalen Dächern • Anzahl Kommunen die Anpassungen ihrer Satzungen o.Ä. vornehmen • Teilnehmer Expertenworkshop (Vertreter aus mind. 15 Kommunen) Teilmaßnahme 2: • Teilnehmer Infoveranstaltungen (Ziel: mind. Je 25 Teilnehmende) • Anzahl Beratungsgespräche bei Beratungsnachmittagen (Ziel: min. 12 Teilnehmende) • Social-Media-Reaktionen auf Kampagnen-Motive und Slogans • Besucher auf Websites • Interessierte Kommunen, die Infos auf ihren Seiten aufnehmen
3.2	Natürliche Gewässer zur Klimaanpassung – Erhalt und Entwicklung naturnaher Gewässer sowie Moor- und Auenschutz	Teilmaßnahme 1: • Teilnehmerzahl der Informationsveranstaltung Teilmaßnahme 2 & 3: • Länge renaturierter Gewässerabschnitte • Größe erworbener Flächen bzw. erweiterter Retentionsräume • Erfolgskontrolle auch über Monitoring der Vegetation Teilmaßnahme 4: • Messung der Wiedervernässung in Mooren gibt einen Hinweis zur Menge an gebundenem Kohlenstoff
4.1	„ÖPNV mit kühlem Kopf“ – Mobilitätsstationen und ÖPNV für Einheimische und den Tourismus klimagerecht gestalten	• Anzahl umgesetzter Mobilitätsstationen • Frequentierung der Halte- und Sammelpunkte durch Touristen und Einheimische
5.1	Tourismus in die klimawandelgeprägte Zukunft führen - Tourismuskonzepte und Ganzjahresangebote auf Klimaanpassung überprüfen	Teilmaßnahme 1: • Besucherzahlen vor und nach Anpassungsmaßnahmen für witterungsbedingt kritische Tourismusangebote • monatliche Übernachtungszahlen touristisch wichtiger Orte Teilmaßnahme 2: • inhaltliche Prüfung der Tourismuskonzepte ist abgeschlossen Teilmaßnahme 3: • Veranstaltung ist durchgeführt bzw. Informationsbroschüre ist erarbeitet und verteilt

Über diese für die Schlüsselmaßnahmen abgestimmten Erfolgsindikatoren hinaus, bietet die bereits erwähnte Machbarkeitsstudie „Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern“ des LfU (LfU 2018) weitere acht Response-Indikatoren bzw. 13 Ideen

zu solchen an (Tabelle 45). Diese können bei Bedarf zusätzlich für die Schlüsselmaßnahmen verwendet werden oder falls im Anpassungsprozess neue Maßnahmen ausgearbeitet werden, z. B. für andere Handlungsfelder oder Klimafolgen.

Tabelle 45: Response-Indikatoren für das Handlungsfeld Städtebau/Bauleitplanung (Quelle: LfU 2018, S. 35)

Code R= Response	Titel Kurzbeschreibung	Aufwands-schätzung	Erläuterung
R-SB-1	**Flächenverbrauch** Mittlere tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV)	Gering, ca. 2 Stunden	Indikator wurde bereits umgesetzt. Der Indikator „Flächenverbrauch" wird im Umweltindikatorensystem Bayern sowie im Flächenverbrauchs-Bericht jährlich aktualisiert. www.lfu.bayern.de/umweltdaten/indikatoren/ressourcen_effizienz/flaechenverbrauch/index.htm Daten des Landesamtes für Statistik aus der Flächennutzungsstatistik werden verarbeitet.
R-SB-2	**Erholungsfläche in Städten** Anteil der Erholungs- und Friedhofsfläche in Städten	Gering, ca. 2 Stunden	Indikator wurde bereits umgesetzt; Daten des Statistischen Bundesamtes aus der Flächennutzungsstatistik werden verarbeitet.

Das Zusammentragen und Prüfen der Response- bzw. Erfolgsindikatoren erfolgt idealerweise einmal jährlich und mündet in einen Maßnahmenbericht für die Verwaltung. Die Aufbereitung kann das Klimaanpassungsmanagement übernehmen. Anders als bei den Impakt-Indikatoren ist hier mit einem erhöhten Arbeitsaufwand von vier bis fünf Arbeitstagen für die Recherche und weiteren zwei bis drei Arbeitstagen für die Berichtserstellung zu rechnen, in Abhängigkeit davon, wie schnell und vollständig die entsprechenden Angaben von den, die Maßnahmen umsetzenden Stellen, bereitgestellt werden und wie viele Maßnahmen zum Zeitpunkt in Umsetzung sind. Entspricht die Entwicklung der Erfolgsindikatoren für eine oder mehrere Maßnahmen nicht den Erwartungen oder Maßnahmenzielen, kann es notwendig werden, mögliche Hindernisse bei der Umsetzung der Maßnahmen zu prüfen und ggf. mittels angepasster Verantwortlichkeiten und/oder zusätzlicher Prozessschritte nachzusteuern.

Neben der Prüfung des Umsetzungsstandes von Einzelmaßnahmen sollte das Klimaanpassungsmanagement weiterhin prüfen, wie weit die Umsetzung der kurz-, mittel- und langfristigen Anpassungsziele für die priorisierten Klimawirkungen fortgeschritten ist (siehe Tabelle 39, ein bis zwei Arbeitstage). Damit wird neben den Einzelmaßnahmen auch das strategische Ziel des Umsetzungsplans im Auge behalten und es kann ggf. nachgesteuert werden bei der Prioritätensetzung der vorhandenen bzw. neuer Einzelmaßnahmen. Die Ergebnisse der strategischen Prüfung zum Anpassungsfortschritt werden ebenfalls im jährlichen Maßnahmenbericht dargelegt und an die Entscheidungsträger in der Kreisverwaltung kommuniziert. Für diese Arbeiten sollten weitere zwei bis drei Arbeitstage eingeplant werden.

6.4 Zeit- und Budgetaufwand

Der nach jetzigem Stand abschätzbare Zeitaufwand für die Aufgaben des Klimaanpassungsmanagements im Bereich Controlling ist in Tabelle 46 zusammengefasst. Es handelt sich dabei um Schätzungen, die je nach Qualifikation des Personals nach oben oder unten abweichen können. Kostenschätzungen für diesen Arbeitsteil des Klimaanpassungsmanagements können an dieser Stelle nicht gegeben werden, da die tarifliche Einstufung derzeit nicht bekannt ist und auch Fördermittel für die Personalstelle eingeworben werden sollen.

Investitionen in Messtechnik sind beim Klimaanpassungsmanagement für die Durchführung des Controllings nicht notwendig, da hier auf bestehende Daten und Veröffentlichungen Dritter zurückgegriffen wird (für Impakt-Indikatoren) bzw. von den Maßnah-

menumsetzenden aktuelle Indikatorenwerte abgefragt werden (für Response-Indikatoren). Die Investitionen beschränken sich demnach auf eine normale Büroausstattung (Laptop, Bürosoftware etc.).

Ein jährliches Zeit- und Finanzbudget sollte jedoch für regelmäßige fachliche Weiterbildungen, z. B. in Fachwissen und Software, vorgehalten werden.

Tabelle 46: Zeitaufwand des Klimaanpassungsmanagements im Bereich Controlling

Aufgabe	Arbeitsaufwand (Arbeitstage)	Turnus
Recherche der Impakt-Indikatoren	3-4	ca. alle 2-4 Jahre
Erstellung des Berichts zur Klimaanpassung	2-3	
Recherche der Response- bzw. Erfolgsindikatoren	4-5	jährlich
Bestimmung des Stands des Umsetzungsplans	1-2	
Erstellung des Maßnahmenberichts	2-3	
Berichterstattung in Gremien	Je nach Anzahl der Termine	
Fachliche Weiterbildungen	Je nach Grund-Qualifikation	

6.5 Management und Zertifizierung

Bei der Durchführung des Controllings und der Verstetigung des Anpassungsprozesses kann die Kreisverwaltung auch professionelle Unterstützung in Anspruch nehmen. Hierfür bietet sich im Bereich der Klimafolgenanpassung die Teilnahme am und Zertifizierung durch den European Climate Adaptation Award (eca, www.european-climate-award.de) an. Der European Climate Adaptation Award (eca) ist das Gegenstück zum allseits bekannten Eurpoean Energy Award (eea), ein Qualitätsmanagementsystem zur kommunalen Klimaanpassung. Hierbei begleitet der eca-Beratende die Kommune bzw. den Landkreis bei der Aufstellung eines klimaanpassungspolitischen Arbeitsprogrammes, der Umsetzung der Maßnahmen aus diesem und prüft weiterhin den Umsetzungsstand und fertigt Fortschrittsberichte an. Bei nachweisbarem Erfolg der umgesetzten Maßnahmen, Projekte und Aktivitäten wird die Kommune bzw. der Landkreis mit dem European Climate Adaptation Award zertifiziert und ausgezeichnet. Derzeit (März 2022) existiert der eca nur für die kommunale Anwendung. Es ist aber davon auszugehen, dass die Anwendung künftig auch für kommunale Zusammenschlüsse, wie sie Landkreise darstellen, verfügbar sein wird, ähnlich wie beim European Energy Award (eea).

7. Kommunikationsstrategie

Mit der Kommunikationsstrategie werden Anregungen gegeben, wie der Landkreis die Notwendigkeit, sich an den Klimawandel anzupassen und seine Anpassungsaktivitäten an Zielgruppen innerhalb und außerhalb seines Zuständigkeits- und Verantwortungsbereichs, kommunizieren kann. Ziel der Kommunikation ist es, Dritte zu sensibilisieren und über die getroffenen Maßnahmen zu informieren und mit ihnen gemeinsam die Umsetzung zu gestalten.

Während der Erarbeitung des Klimaanpassungskonzepts hat es sich gezeigt, dass bei der Kommunikation das Thema Klimaanpassung häufig mit Klimaschutz verwechselt wird. Obwohl beides natürlich Hand in Hand gehen muss, erfordert die Kommunikation von Klimaanpassung eine spezielle Strategie. Um eine wirksame Öffentlichkeitsarbeit zu erreichen, müssen deshalb die Teilaspekte – Starkregen, Hitzeeinwirkung, Trockenheit und deren Auswirkungen auf Landschaft, Infrastruktur und private Haushalte – vermittelt, die Betroffenheit des Einzelnen erklärt und unterschiedliche Zielgruppen in geeigneter Weise angesprochen werden.

Auch wenn, spätestens durch die Hochwasserkatastrophe im Juli 2022 in Teilen Nordrhein-Westfalens, Rheinland-Pfalz und Bayerns, die Sensibilität der Bevölkerung gegenüber Klimaanpassungsmaßnahmen gestiegen ist, bedarf es einer weiteren und dauerhaften Aufklärung über die Notwendigkeit, in den unterschiedlichen Handlungsfeldern und Zuständigkeiten, stringente Klimaanpassungsmaßnahmen vorzunehmen und private Vorsorgemaßnahmen zu treffen. So ziehen sich durch alle entwickelten Schlüsselmaßnahmen Elemente der Kommunikation im Sinne der Sensibilisierung, Aufklärung, Wissensvermittlung und Beratung, mittels derer die Notwendigkeit der Anpassung thematisiert wird. Am deutlichsten wird dies in der Schlüsselmaßnahme „Sicher in die Zukunft“ – Informations- und Bewusstseinskampagne für die breitere Bevölkerung“. Kommunikation muss aber auch als Querschnittsthema behandelt werden, das über die einzelnen (Schlüssel-)maßnahmen hinausgeht und sich durch alle Anpassungsbereiche zieht und in einem guten Zusammenspiel im Mehrebenensystem des Landkreises kooperativ und synergetisch bearbeitet wird.

Unter den Begriff der „kommunikativen Maßnahmen“ fallen informatorische Maßnahmen, Beratung, Aufklärung, Demonstrationsvorhaben und Überzeugungsarbeit.

7.1 Bisherige Zielgruppen, Kommunikationswege und Ressourcen des Klimaschutzmanagements des Landkreises Bayreuth

Im Kommunikationskonzept geht es in einem ersten Schritt um die Analyse der lokalen Verhältnisse hinsichtlich Zielgruppen, Kommunikationswegen und Ressourcen des Landrats-amts/Landkreises. Kommunikationsmaßnahmen im Rahmen der Klimaanpassung werden im Landkreis sehr eng mit Kommunikationsmaßnahmen im Bereich des Klimaschutzes thematisiert. Das Klimaschutzmanagement adressiert bisher folgende Zielgruppen im Rahmen von kommunikativen Maßnahmen:

- Private Haushalte
- Kommunen
- Kommunalpolitiker/innen, Abgeordnete
- Schulen und Kindertagestätten
- Umweltorganisationen
- Touristen, Touristinfos (KlimaTour) im Landkreis
- Unternehmen / regionale Wirtschaft

- Fachbereiche der Kreisverwaltung (Regionale Entwicklungsagentur, Büro Landrat (ÖA), Hochbau, Tiefbau, Naturschutz/Immissionsschutz, Wasser-recht/Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Informations- und Kommunikationstechnik, Finanzen).

Bisher bedient sich das Klimaschutzmanagement folgender Kommunikationswege und -medien:

- Pressemitteilungen
- Anzeigen, Radiospots
- Klima-Newsletter
- Newsletter der Region Bayreuth
- Plakate
- Broschüren, Faltblätter
- Gemeindliche Mitteilungsblätter
- Internetauftritt des Landkreises Bayreuth: www.landkreis-bayreuth.de und hier: Klima.landkreis-bayreuth.de, Zukunft.landkreis-bayreuth.de
- Projekt des Initiativkreises der Klimaschutzmanager*innen der Metropolregion Nürnberg: www.co2challenge.net
- Facebookseite des Landkreises Bayreuth
- Facebookseite der Bioenergieregion Bayreuth
- (Fach-)zeitschriften
- Klima-Gewinnspiel
- Persönliche Kontakte bei Fachveranstaltungen, Netzwerktreffen, Arbeitskreisen, Runde Tischen etc.

Im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit des Landratsamtes arbeiten zwei Vollzeitkräfte, die jedoch auch organisatorische Aufgaben im Büro des Landrats wahrnehmen müssen. Im Klimaschutzmanagement sind zwei Vollzeitäquivalente vorhanden. Für Öffentlichkeitsarbeit wird davon ca. 1/3 Arbeitsstelle eingesetzt.

Das jährliche Budget für Öffentlichkeitsarbeit im Klimaschutzmanagement beträgt zurzeit 13.000 Euro. Durch staatliche Fördermittel kann sich dieser Betrag in einzelnen Jahren erhöhen. Veranstaltungsräume im Landratsamt (Sitzungssaal, Besprechungszimmer) können i.d.R. kostenlos genutzt werden.

7.2 Kommunikationsleitfaden Klimaanpassung im Landkreis Bayreuth

Der Leitfaden beschreibt Kommunikationsziele und legt Wege zur Zielerreichung fest. Hierfür werden Kommunikationsprinzipien festgelegt, Zielgruppen definiert und geeignete Kommunikationskanäle vorgeschlagen. Auf dieser Basis werden zielgruppenspezifische Vorschläge zur Informationsvermittlung an die Öffentlichkeit gemacht.

Kommunikationsziele der Klimaanpassung und deren Vermittlung

Die Zielgruppen sind informiert über folgende Kernbotschaften:

- Klimaschutz und Klimaanpassung müssen Hand in Hand gehen.
- Die Klimakrise bringt konkrete Gefahren mit sich – je nach Zielgruppe unterschiedliche.
- Man kann sich vor den Gefahren der Klimakrise schützen und Vorsorge treffen.

- In der Region werden bereits Klimaanpassungsmaßnahmen umgesetzt oder geplant.
- Die Kommunikation schafft Akzeptanz für Klimaanpassungsmaßnahmen
- Menschen und Institutionen werden motiviert, sich aktiv einzubringen.
- Durch die Kommunikationsmaßnahmen sollen möglichst alle definierten Zielgruppen erreicht werden.

Diese Kommunikationsziele sollen wie folgt „transportiert" werden (siehe https://www.psychologistsforfuture.org/klima-kommunikation sowie „Fakten besser vermitteln – so geht´s", www.klimafakten.de):

- Bei der Kommunikation der Gefahren durch die Klimakrise soll das Problem dargestellt werden, aber nicht dessen ursächliche Einzelheiten. Im Anschluss daran sollen genaue Handlungsmöglichkeiten mit Wirksamkeitsbelegen aufgezeigt werden. Erst mit dieser Kombination entsteht Motivation zu langfristigem Handeln.
- Bei der Kommunikation sollen Menschen in ihren Werten nicht persönlich angegriffen und in ihren Lebensweisen kritisiert werden. Stattdessen soll nach gemeinsamen Werten gesucht werden, die deutlich machen, dass es eine gemeinsame Basis gibt, die ein Gefühl der Verbundenheit erzeugt. Dass wir uns alle zum Beispiel um künftige Generationen sorgen oder dass die Erhaltung unseres Lebensraums ein wichtiger gemeinsamer Wert ist.
- Die Kommunikation soll vom praktischen Beispiel ausgehen und die konkreten Lebens- und Arbeitsbedingungen der jeweiligen Zielgruppen aufgreifen. Soweit möglich, sollten Vertreter der Zielgruppen direkt eingebunden werden, z.B. als Interviewpartner in Podcasts, Testimonials etc.
- Bei der Kommunikation soll der Effekt der Nähe hergestellt werden. Dies kann zum Beispiel durch das Aufzeigen regionaler Betroffenheit und Best-Practice-Beispielen erreicht werden.
- In der Kommunikation sollen Emotionen genutzt werden, aber nur so weit, wie sie zum Verständnis des Problemwissens beitragen. Der Fokus soll auf Handlungswissen und Lösungsansätzen liegen. Menschen leben von der Zuversicht. Nur wer trotz eines Problems die Zuversicht nicht verliert, ist auch motiviert zu handeln.
- Für die Kommunikation sollen nur wissenschaftlich fundierte Fakten verwendet werden. Aktuelle Forschungsergebnisse werden berücksichtigt und kommuniziert.
- Grafiken sollen verständlich und zielgruppenspezifisch gestaltet werden und eine klare Botschaft vermitteln (siehe http://guidance.climatesciencecognition.com/#Guidelines).
- Um zu vermeiden, dass sich Gerüchte oder Falschinformation verbreiten, sollten sie möglichst nicht wiederholt werden. Falls dies unumgänglich ist, sollte unmittelbar ein klarer Hinweis gegeben werden, dass die jeweilige Information falsch oder irrelevant ist. Wichtig ist, dass ein widerlegtes Gerücht im Kopf keine „Lücken" hinterlässt. Neben Erklärungen für widerlegte Informationen ist es daher gut, Motive dafür zu benennen, warum das Gerücht überhaupt verbreitet wurde (z. B. Falschinformationen aus wirtschaftlichen Interessen). Es empfiehlt sich, dabei nicht zu viele Informationen aufzuzählen, sondern sich auf die wichtigste Botschaft zu fokussieren.

- Die Kommunikationskanäle verschiedener Fachbereiche der Landkreisverwaltung sollen beim Thema Klimaanpassung aufeinander abgestimmt agieren.

Zielgruppen der Kommunikation zur Klimaanpassung

Die oben genannten Botschaften werden an die in der Kommunikationsmatrix gelisteten Zielgruppen adressiert (siehe

Tabelle 47).

Kommunikationskanäle und -medien

Um möglichst viele Adressaten und neue Zielgruppen zu erreichen, werden eine Vielzahl eigener Kommunikationskanäle sowie vorhandene Kanäle der Projekt- und Netzwerk-partner genutzt (Siehe „Kommunikationsmatrix“ in

Tabelle 47). Darüber hinaus soll eine übergreifende zentrale Plattform (Website) geschaffen werden zur Bündelung der Klimaanpassungsprojekte, -infos und -beratungsangebote aller Akteure im Netzwerk. Von dort wird für weitergehende Infos auf die Webangebote der Netzwerkpartner verlinkt.

Tabelle 47: Kommunikationsmatrix für den Landkreis Bayreuth

Kommunikationsmatrix

Kommunikationskanäle und Zielgruppen

Angegeben sind jene Kanäle, mit welchen die jeweilige Zielgruppe **in erster Linie** erreicht werden kann.

(die Zahlen hinter den Zielgruppen verweisen auf Erläuterungen im anschließenden Text)

	Journalisten (Medienpartnerschaft) 1)	Private Haushalte im Landkreis / allg. Öffentlichkeit 2)	Am Thema besonders interessierte Menschen 3)	Lenkungsgruppe Klimaschutz- und Klimaanpassung 4)	Sonstige Arbeitskreise (Klimaschutz/-anpassung) 4)	Kreisgremien 4)	(Kommunal-)politiker/innen (Bgm., Abgeordnete) 4)	Landwirte, Waldbesitzer 3)	Touristen, Touristinfos 3)	Kitas, Schulen und Bildungseinrichtungen 3)	Feuerwehr / Hilfsorganisationen / Katastrophenschutz	Umweltorganisationen 5)	Kliniken / Seniorenheime / Pflegeeinrichtungen 3)	Fachbehörden, -institutionen 5)	Unternehmen 2)	Wasserversorger 5)	Netzwerkpartner bei Maßnahmenumsetzung 3)	Beteiligte Fachbereiche der Kreisverwaltung 6)	Beschäftigte der Kreisverwaltung 7)	Beschäftigte der Kommunalverwaltungen 3)	Schüler/innen, Studierende, Azubis 2) 3)
PRINT																					
Pressemitteilungen	•																				
Print- und Web-Anzeigen		•	•												•						•
Zeitung, Lokalradio		•	•						•												•
Plakate, Infoscreens		•	•						•												•
Landkreis Magazin						•	•		•			•			•	•					
Broschüren, Faltblätter		•	•						•												•
Mitteilungs- u. Amtsblätter		•						•												•	
Artikel in Fachzeitschriften		•						•				•		•							•
Newsletter Region Bayreuth			•												•						
Rundmails, Serienbriefe	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Gewinnspiele		•							•												•
ONLINE																					
Klima-Newsletter d. Landkreises			•					•				•		•					•		
Mitarbeiter Newsletter Landkreis																	•	•			
Newsletter Netzwerkpartner			•					•	•	•	•	•	•	•	•				•		•
Intranet des Landkreises																	•	•			
Eigene Webseiten		•	•								•								•		
Webseiten der Region BT		•	•												•				•		•
Webseiten Netzwerkpartner		•	•						•	•	•	•	•	•	•				•		•
Eigene Social-Media Kanäle		•	•																•		•
Andere Social-Media Kanäle		•	•						•			•	•	•	•				•		•
Podcasts, Spots		•																			•
Apps		•							•			•	•								•
Image-Filme		•							•						•						•
Session (Sitzungsdienst)						•															
PERSÖNLICH																					
Pressegespräche	•																				
Eigene Fachveranstaltungen		•					•	•		•		•	•	•	•	•	•	•	•		•
Vorträge, Präsentationen		•	•				•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Netzwerktr., Arbeitskreise, Bespr.		•		•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Runde Tische		•					•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Beratungen, Workshops		•	•					•		•											•

Erläuterungen und Ergänzungen zur Kommunikationsmatrix

Zu 1) Journalisten

Um die Inhalte der Klimaanpassung gut in die Breite zu kommunizieren, empfiehlt es sich, Kontakte zu den Vertretern der örtlichen Presse aufzubauen und zu pflegen sowie eine Medienpartnerschaft einzugehen, so dass regelmäßig über die Veranstaltungen des neu einzurichtenden Klimaanpassungsmanagements bzw. über den Umsetzungsfortschritt der Schlüsselmaßnahmen berichtet wird.

Zu 2) Private Haushalte im Landkreis / allgemeine Öffentlichkeit / Unternehmen

Allgemeine Kampagnen gehen oft in der Vielfalt und Anzahl der täglichen Meldungen unter. Nachhaltige Wirkung wird dann erzielt, wenn die Bürger in ihrem unmittelbaren Lebensumfeld abgeholt werden. Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse des Klimaanpassungskonzepts erfolgen in einer leicht verständlichen Sprache. Klimaanpassungskommunikation ist umso wirksamer, wenn sie nicht kontinuierlich eingesetzt wird (hier entsteht leicht ein Gewöhnungseffekt), sondern Gelegenheitsfenster genutzt werden – wie z.B. Hitzeperioden im Sommer oder nach einem Starkregenereignis. Aktionen sind bspw. die Begehung von öffentlichen Plätzen oder Haltestellen des ÖPNVs, aber auch von Kindergärten, Schulen und Pflegeheimen durch die Nutzer und die Beschäftigten im Rahmen von Bürgerbeteiligungsveranstaltungen, um z. B. Orte mit besonderer Hitzebelastung herauszufinden und entsprechende Maßnahmen zu entwickeln.

Informationen über geeignete Verhaltensweisen sind ein wesentlicher Bestandteil der Klimaanpassungskommunikation. Besonders exponierte Bevölkerungsgruppen sind ältere Menschen und Kinder. Allgemeine Informationen sind Bestandteil des Themenkalenders (siehe oben). Zielgerichtete Informationen werden im „Hitzeaktionsplan" aufgenommen.

Zudem bedarf es auch der aktiven Mitwirkung der Bevölkerung, insbesondere vor, während und nach Krisen- und Extremwetterereignissen. So gilt es die Bevölkerung – auch in Kooperation mit den örtlichen Feuerwehren – zu schulen, welche Vorsorgeaktivitäten in Krisen unterstützend wirken. Zudem muss die Bevölkerung in Risikogebieten besonders intensiv adressiert und geschult werden (siehe Maßnahme „Katastrophenvorsorge - Kritische Infrastrukturen und administrative Entscheidungswege auf Auswirkungen der Klimaveränderungen vorbereiten").

In Kooperation mit der Stadt Bayreuth, die derzeit ein Klimaschutzkonzept erarbeitet, wird im Rahmen der Umsetzung von Maßnahmen zur „grün-blauen Infrastruktur" in den Jahren 2022 bis 2024 in Stadt und Landkreis eine Design- und Marketing-Agentur beauftragt, die Kampagnenmotive und einen Slogan Klimaschutz und Klimaanpassung erarbeiten. Damit treten Stadt und Land unter einem Motto auf und symbolisieren ein konzertiertes Vorgehen im Rahmen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung.

Zu 3) Am Thema besonders interessierte Menschen; Landwirte, Waldbesitzer; Touristen, Touristinfos; Kitas, Schulen und Bildungseinrichtungen; Umweltorganisationen, Kliniken / Seniorenheime / Pflegeeinrichtungen; Netzwerkpartner bei Maßnahmenumsetzung, Beschäftigte der Kreisverwaltung und Kommunalverwaltung

Auch gilt es eine für die Maßnahmenumsetzung flankierende Öffentlichkeitsarbeit und eine Berichterstattung über Fortschritte und Erfolge in der Maßnahmenumsetzung des Klimaanpassungskonzepts zu erarbeiten. Diese zielt vor allem auf die Menschen, die ein Interesse am Thema „Klimaanpassung haben. Das Klimaanpassungsmanagement kann die Umsetzungsakteure durch Maßnahmen unterstützen, die die Projekte in der

interessierten Öffentlichkeit bekannt machen (z.B. durch projetbezogene Flyer, Ankündigungen auf den oben genannten Homepages, Aufnahme im Newsletter, etc.) bzw. auch kommunikative Maßnahmen, durchführen, die die Zielgruppen der Schlüsselmaßnahmen adressieren. So können bspw. Mitarbeitende in sozialen und pflegerischen Einrichtungen oder Tourismuseinrichtungen oder Land- und Forstwirte über die Auswirkungen des Klimawandels und die sich dadurch verändernden Rahmenbedingungen in ihren Aufgabenbereichen informiert und beraten werden.

Eine wesentliche Zielgruppe sind auch die im Beteiligungsverfahren zur Erarbeitung des Klimaanpassungskonzepts bereits angesprochenen Personen, Einrichtungen, Initiativen und zivilgesellschaftlichen Gruppierungen. Sie gilt es auf dem Laufenden zu halten und sich ihrer Mitwirkungsbereitschaft sichern.

Zu 4) Lenkungsgruppe Klimaschutz- und Klimaanpassung, Sonstige Arbeitskreise, Kreisgremien, Kommunalpolitiker

Das Klimaschutzmanagement hält jetzt bereits intensiven Kontakt zu politischen Entscheidungsträgern auf Landes-, Kreis- und kommunaler Ebene. Ein zu den Landkreis-Kommunen, insbesondere durch die direkte Ansprache der Bürgermeister und durch die Möglichkeiten des leichten Informationstransfers in der regelmäßig stattfindenden Bürgermeister-Dienstbesprechung und im Arbeitskreis der Kommunalen Klimaschutzbeauftragten. Die Mitteilungsblätter der Kommunen sind ein geeignetes (weil vielgelesenes) Kommunikationsmedium für Klimaschutz- und zukünftig auch Klimaanpassungsthemen. Das Klimaanpassungsmanagement kann die klimaanpassungsbezogene Kommunikation der Kommunen unterstützen durch bspw. Zulieferung von Infomaterial, Hinweisen zu Veranstaltungen und Berichten wie z.B. über Fachveranstaltungen sowie konkreten Tipps „Was tun bei Starkregen“ für die Mitteilungsblätter der Kommunen.

Wesentliche Zielgruppe sind die Entscheidungsträger und Mitarbeitenden der Verwaltung in kreisangehörigen Kommunen. Sie gilt es für die Belange der Klimaanpassung zu sensibilisieren, Schulungen und Fortbildungen anzubieten bzw. über andere Träger zu vermitteln, so dass sie Aspekte der Klimaanpassung systematisch in ihren Aufgabenbereich integrieren können und so, dass sie kompetente Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner für ihre Bevölkerung vor Ort sind.

Zu 5) Feuerwehr / Hilfsorganisationen / Katastrophenschutz; Umweltorganisationen; Fachbehörden, -institutionen; Wasserversorger

Von besonderer Bedeutung für die Kommunikation der Klimaanpassung ist der Aufbau eines Netzwerks bzw. einer Kooperationsstruktur mit staatlichen Stellen, Initiativen und zivil-gesellschaftlichen Gruppierungen, die eigene Kommunikations- und Öffentlichkeitsarbeit durchführen. Die Ziele sollten sein: Sich gegenseitig bestätigen, unterstützen und sich in den jeweiligen inhaltlichen Zielen flankieren.

Ein Runder Tisch Öffentlichkeitsarbeit – einberufen durch das Klimaanpassungsmanagement des Landkreises – kann zu einer kooperativen und arbeitsteiligen Struktur führen, die die jeweiligen Ressourcen und Kanäle der beteiligten Partner optimal zu nutzen vermag.

Auch kann im Rahmen des Netzwerks ein umfassendes Portfolio in der Beratung aufgebaut werden. Das Beratungsangebot sollte dezentral organisiert und in bestehende Angebote, wie z. B. im Bereich Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Bauen oder Kinder und Senioren integriert werden. Dabei sollten bestehende Beratungsangebote (wie sie z.B. im Bereich des klimagerechten Umbaus des Forstes oder der Verbesserung der Regenrückhaltefähigkeit des Bodens (AELF Bayreuth-Münchberg - Initiative Zukunftswald (IZW) oder ALE Oberfranken boden:ständig) berücksichtigt werden. Die Aufgabe der

Koordination der Beratungsangebote ist im Verantwortungsbereich des Klimaanpassungsmanagements des Landkreises.

Zu 6) Beteiligte Fachbereiche der Kreisverwaltung

Hausintern sollen in Zukunft Kooperationen zu folgenden Fachbereichen vertieft bzw. ausgebaut werden – einerseits um die Maßnahmen des Klimaanpassungskonzepts umzusetzen und andererseits unterstützend in der Kommunikation der Zielsetzungen der anderen Fachbereiche zu wirken:

- Stabsstelle Büro Landrat
- Stabsstelle Regionale Entwicklungsagentur
- FB 22 Öffentliche Sicherheit und Ordnung
- FB 30 Soziale Hilfen
- FB 43 Wasserrecht / Wasserwirtschaft
- FB 44 Bauleitplanung
- FB 45 Naturschutz / Immissionsschutz
- FB 50 Gesundheitswesen

Zu 7) Beschäftigte der Kreisverwaltung

Im Rahmen der Erarbeitung des Klimaanpassungskonzepts hat sich zudem herausgestellt, dass in einigen Fachbereichen Beratungsbedarfe vorhanden sind, wie zum Beispiel der zunehmenden Erwärmung im Landkreis strategisch in den sozialen Einrichtungen (z. B. der Altenpflege und Kinderbetreuung) begegnen werden kann. Hier kann das Klimaanpassungsmanagement Beratungen bzw. Schulungen organisieren bzw. im begrenzten Umfang selbst durchführen.

8. Schlussbemerkungen

Das vorliegende Klimaanpassungskonzept ergänzt die Klimaschutzaktivitäten des Landkreises. Im Konzept wurden die bereits eingetretenen und projizierten klimatischen Veränderungen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts dargestellt und für sieben, für den Landkreis besonders relevante, Klimafolgen Detailanalysen durchgeführt. Mit den Klimadaten des Landesamts für Umwelt stand eine gute Datengrundlage zur projizierten klimatischen Entwicklung in der Region Bayreuth zur Verfügung. Diese zeigen in Verbindung mit den realen Messdaten der letzten Jahrzehnte, dass die klimatische Entwicklung teilweise bereits heute über den projizierten Aussagen des „worst case"-Szenarios (PRC8.5) des Weltklimarates (IPCC) liegen. Eine entschlossene Umsetzung von Klimaschutzaktivitäten ist damit heute umso wichtiger. Gleichzeitig müssen die unabwendbaren Folgen der Erderwärmung auf den Landkreis abgemildert und seine Klimaresilienz gestärkt werden.

Das erarbeitete Anpassungskonzept kann nicht als abschließend betrachtet werden. Es stellt eine Basis für die weitere Beschäftigung mit dem Thema dar, nicht deren Ende. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden werden auch in Zukunft das Verständnis um Zusammenhänge, Entwicklungen und Handlungsoptionen erweitern. Die Notwendigkeit zur Beschäftigung mit dem Thema Klimafolgenanpassung sowie der Übertragung neuer Erkenntnisse in die Kreis- und kommunale Praxis bleibt damit auch nach Fertigstellung des Anpassungskonzeptes bestehen.

Klimafolgenanpassung ist ein insgesamt dynamischer Prozess, der von dem stetig wachsenden Wissen um Prozesszusammenhänge ebenso profitiert wie von kontinuierlicher Reflexion zu der Angemessenheit bestehender Handlungsansätze. Gleichwohl macht es die Dynamik des Klimawandels erforderlich, auch auf Basis beschränkter Sicherheit über absehbare Klimafolgen, bereits jetzt zu handeln, um unumkehrbare Folgen der Erderwärmung zu begrenzen, da Anpassung, z. B. in der Forstwirtschaft oder der Siedlungsentwicklung, sehr zeitaufwändig ist. Der Schwerpunkt der Handlungsempfehlungen liegt daher vor allem auf sogenannten „no-regret-Maßnahmen", also Anpassungsmaßnahmen, die sich multifunktional begründen lassen und auch unabhängig von den konkret eintretenden Folgen des Klimawandels bereits für die heutige Bevölkerung des Landkreises einen Nutzen versprechen.

Der Landkreis Bayreuth ist im Bereich Klimaschutz stark engagiert und in diesem Kontext vielen anderen Kreisen ein gutes Beispiel. Ohne von diesen Ambitionen abzuweichen wird jedoch zunehmend deutlich, dass die Auswirkungen des Klimawandels bereits heute enorme Auswirkungen auf zahlreiche Lebensbereiche haben. Diese werden sich insbesondere in einigen zentralen Bereichen weiterhin verstärken und stellen die Region vor immer größere Herausforderungen. Dafür braucht es nun ein engagiertes und sofortiges Anpacken und die Zusammenarbeit der relevanten Akteure. Die Ambitionen und das Engagement der Kreisverwaltung, der regionalen Akteure in vorhandenen Institutionen und der engagierten Bürgerschaft lassen darauf hoffen, dass der Landkreis Bayreuth auch bei dem Thema Klimafolgenanpassung beispielhaft voranschreiten wird, die notwendigen Anpassungsmaßnahmen ergreift und somit allen jetzigen und künftigen Bürgern ein lebenswertes Zuhause bieten kann.

Quellen

AELF-BM - Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Bayreuth-Münchberg (Hrsg.) (o. J.): Unser Wald. Online unter: https://www.aelf-by.bayern.de/forstwirtschaft/wald/index.php (Letzter Zugriff: 21.04.2021)

BA – Bundesagentur für Arbeit (Hrsg.) (o.J.): Statistiken: Arbeitsmarkt im Überblick - Berichtsmonat März 2021 - Bayern, Land. Nürnberg. Online unter: https://statistik.arbeitsagentur.de/Auswahl/raeumlicher-Geltungsbereich/Politische-Gebietsstruktur/Bundeslaender/Bayern.html?nn=25856&year_month=202103 (letzter Zugriff: 13.04.2021)

BBD - Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel; vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen. Berlin. Online unter http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf (Letzter Zugriff: 14.04.2021)

BBD - Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel; vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen. Berlin Online unter https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf (Letzter Zugriff: 14.04.2021)

BfN – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2012a): Landschaftssteckbrief Obermainisches Hügelland. Bonn. Online unter: https://www.bfn.de/landschaften/steckbriefe/landschaft/show/7100.html?tx_lsprofile_pi1%5Bbundesland%5D=2&tx_lsprofile_pi1%5BbackPid%5D=13857&cHash=4a8d761674e27a9f4b9dd26413964a56 (letzter Zugriff: 13.04.2021)

BfN – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2012b): Landschaftssteckbrief Nördliche Frankenalb. Bonn. Online unter: https://www.bfn.de/landschaften/steckbriefe/landschaft/show/8000.html?tx_lsprofile_pi1%5Bbundesland%5D=2&tx_lsprofile_pi1%5BbackPid%5D=13857&cHash=b9bea3429d34afa50afd7b2b0366f495 (letzter Zugriff: 13.04.2021)

BfN – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2012c): Landschaftssteckbrief Hohes Fichtelgebirge. Bonn. Online unter: https://www.bfn.de/landschaften/steckbriefe/landschaft/show/39400.html?tx_lsprofile_pi1%5Bbundesland%5D=2&tx_lsprofile_pi1%5BbackPid%5D=13857&cHash=e259946239f938041ae1edee08111326 (letzter Zugriff: 13.04.2021)

BMEL- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Dem Wandel begegnen - Maßnahmen für die Anpassung von Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel vom Oktober 2020. Online unter: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/klimaanpassung-dem-wandel-begegnen.html (Letzter Zugriff: 12.12.2023)

BMUV- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz, Kabinettsbeschluss vom 29. März 2023. Online unter: https://www.bmuv.de/publikation/aktionsprogramm-natuerlicher-klimaschutz (Letzter Zugriff: 12.12.2023)

BMVBS - Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2010): Klimagerechte Stadtentwicklung – Planungspraxis - aktualisierte Fassung der BBSR-Online_Publikkation, Nr. 25/2009. BMVBS-Online-Publikation 11/2010. Berlin. Online unter https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Kommunaler_Klimaschutz/Wissensportal/Klimaanpassung/BBSR_Klimawandelgerechte_Stadtentwicklung_Planungspraxis2010.pdf (Letzter Zugriff: 14.04.2021)

Essl, F. & Rabitsch, W. (2013): Biodiversität und Klimawandel: Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa.

Falk, W.; Dietz, E.; Grünert, S.; Schultze, B. & C. Kölling (2008): Wo hat die Fichte genügend Wasser? Neue überregional gültige Karten des Wasserhaushalts von Fichtenbeständen verbessern die Anbauentscheidung. In: LWF aktuell 66, S. 21-25. Online unter https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/boden-klima/dateien/a66_wo-hat_die-fichte_gen__gend_wasser.pdf (Letzter Zugriff 14.04.2021)

FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V, Online Artikel zum Thema Klimaangepasstes Waldmanagement, Hintergrund Online unter: https://www.klimaanpassung-wald.de/hintergrund (Letzter Zugriff: 12.12.2023)

Hansestadt Hamburg - Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft- Unterhaltung von naturnahen Rückhaltebecken (RHB) Arten- und Biotopschutz richtig berücksichtigen - 12 Juli 2023. Online unter:

https://www.hamburg.de/contentblob/17307824/3fb3e325c91d9a03f7360338d10c583b/data/leitfaden-naturnahe-rueckhaltebecken-2023.pdf (Letzter Zugriff: 24.11.2023)

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2007): Klimaänderung 2007. Synthesebericht. Stuttgart. Online unter https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/IPCC2007-SYR-german.pdf (Letzter Zugriff 14.04.2021)

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2014a): Klimaänderung 2014. Folgen, Anpassung und Verwundbarkeit. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. Berlin. Online unter https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/AR5-WGII_SPMgerman.pdf (Letzter Zugriff 14.04.2021)

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2014b): Climate Change 2014: Impacts, adaption, and vulnerability. Kernbotschaften des Berichts. Yokohama. Online unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/ipcc_sachstandsbericht_5_teil_2_bf.pdf (Letzter Zugriff 14.04.2021)

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2021): Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Yokohama. Online unter https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1 (Letzter Zugriff 17.02.2022)

KFV – Kreisfeuerwehrverband Bayreuth e. V. (Hrsg.) (2021): Aktuelles. Online unter: https://www.kfv-bayreuth.de/aktuelles/ (letzter Zugriff: 13.04.2021)

LDBV – Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (Hrsg.) (o. J.): BayernAtlas. München. Online unter: https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?topic=umwe&lang=de&bgLayer=atkis (letzter Zugriff: 13.04.2021)

LFL Bayern Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft „Bedeutung des Humus für die Bodenfruchtbarkeit“ Online unter: https://www.lfl.bayern.de/iab/boden/031060/index.php (Letzter Zugriff: 12.12.2023)

LfStat- Bayerisches Landesamt für Statistik (Hrsg.) (2020a): Statistische Berichte: Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung in Bayern zum Stichtag 31. Dezember 2019, S. 12-13. Fürth. Online unter: https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroffentlichungen/statistische_berichte/a5111c_201900.pdf (letzter Zugriff: 13.04.2021)

LfStat- Bayerisches Landesamt für Statistik (Hrsg.) (2020b): Beiträge zur Statistik Bayerns, Heft 553: Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für Bayern bis 2039 – Demographisches Profil für den Landkreis Bayreuth, S. 4-5. Fürth. Online unter: https://www.statistik.bayern.de/mam/statistik/gebiet_bevoelkerung/demographischer_wandel/demographische_profile/09472.pdf (letzter Zugriff: 13.04.2021)

LfStat- Bayerisches Landesamt für Statistik (Hrsg.) (2020c): Statistische Berichte: Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer in Bayern am 30. Juni 2019 – Teil I der Ergebnisse der Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit. Fürth. Online unter: https://www.statistik.bayern.de/mam/produkte/veroffentlichungen/statistische_berichte/a6501c_201900.pdf (letzter Zugriff: 13.04.2021)

LfStat- Bayerisches Landesamt für Statistik (Hrsg.) (2020d): Bevölkerung: Gemeinden, Altersgruppen. Online unter: https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis//online/data?operation=table&code=12411-004r&levelindex=0&levelid=1619078459016 (letzter Zugriff: 13.04.2021)

LfStat – Bayerisches Landesamt für Statistik (Hrsg.) (2021a): Unternehmensregister. Anteil der abhängig Beschäftigten in Niederlassungen1) (sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte) aus dem Wirtschaftsabschnitt I "Gastgewerbe" an allen abhängig Beschäftigten2) 2019 in den Gemeinden im Landkreis Bayreuth (Stand 30.09.2020). Fürth.

LfStat – Byerisches Landesamt für Statistik (Hrsg.) (2021b): Tourismus: Gemeinden, Ankünfte, Übernachtungen, Herkunft der Gäste, Jahr. Fürth. Online unter: https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis//online/data?operation=previous&levelindex=1&step=0&titel=Statistik+%28Tabellen%29&levelid=1618313358298&levelid=1618313220523 (letzter Zugriff: 13.04.2021)

LfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2018): Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern – Machbarkeitsstudie. Augsburg. Online unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00151.htm (Letzter Zugriff: 14.04.2021)

LfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2019): Pilotstudie - Klimawirkungskarten Bayern – Machbarkeitsstudie. Augsburg. Online unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00168.htm (Letzter Zugriff: 14.04.2021)

LfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2020a): LfU-Infoblatt zu Klimadaten. Beobachtungsdaten, Klimaprojektionsensemble und Klimakennwerte für Bayern. Augsburg.

LfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2020b): Niedrigwasser 2018 und 2019. Analysen und Auswirkungen für Bayern. Augsburg. Online unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00198.htm (Letzter Zugriff: 21.04.2021)

LfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (o.J.): Karte der Naturraum-Haupteinheiten und Naturraum-Einheiten in Bayern. Augsburg. Online unter: https://www.lfu.bayern.de/natur/naturraeume/doc/haupteinheiten_naturraum.pdf (Letzter Zugriff: 14.04.2021)

LfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (o.J.): Erläuterung zu Wassersensiblen Bereichen. Umweltatlas Bayern. Online unter: https://www.umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/lfu_naturgefahren_ftz/index.html?lang=de (Letzter Zugriff: 21.04.2021)

LFU Bayern- Bayerischen Landesamts für Umwelt 2022 „Maßnahmen der grünen und blauen Infrastruktur zur Klimaanpassung im besiedelten Bereich" Online unter: https://www.lfu.bayern.de/download/werkzeuge/klimaanpassung/klimaanpassung_barrierearm.pdf (Letzter Zugriff: 24.11.2023)

LFW - Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) (o.J.): Metadaten Wasserhaushalt. Freising.

LKB – Landkreis Bayreuth (Hrsg.) (2014): Integriertes Klimaschutzkonzept. Maßnahmenkatalog. Bayreuth. Online unter: https://klima.landkreis-bayreuth.de/media/1559/massnahmenkatalog.pdf (Letzter Zugriff: 15.04.2021)

LKB - Landkreis Bayreuth (Hrsg.) (2021a): Allgemeine Informationen. Online unter: https://www.landkreis-bayreuth.de/der-landkreis/landkreis/allgemeine-informationen (letzter Zugriff: 13.04.2021)

LKB - Landkreis Bayreuth (Hrsg.) (2021b): Verwaltungsgemeinschaften. Online unter: https://www.landkreis-bayreuth.de/der-landkreis/kommunen/verwaltungsgemeinschaften (letzter Zugriff: 14.04.2021)

Lüers F. & Foken, T. (2004): Klimawandel in Oberfranken. In: Der Siebenstern, Heft 3 2004, 73 Jahrgang, S. 149. Online unter: https://www.bayceer.uni-bayreuth.de/mm/de/pub/html/26424Siebenstern2004_Klimawandel-Oberfranken_Lueers-Foken.pdf (letzter Zugriff: 13.04.2021)

Lüers, J., Soldner, M., Olesch, J. & T. Foken (2014): 160 Jahre Bayreuther Klimazeitreihe. Homogenisierung der Bayreuther Lufttemperatur- und Niederschlagsdaten. Universität Bayreuth, Abteilung Mikrometeorologie, Arbeitsergebnisse Nr. 56.

Nordbayerischer Kurier (Hrsg.) (2018): Es ist fünf nach zwölf. Bayreuth. Online unter: https://www.kurier.de/inhalt.klimawandel-es-ist-fuenf-nach-zwoelf.49566bb5-c429-48a9-bfb2-c0b79c06c060.html (letzter Zugriff: 14.04.2021)

RB - Region Bayreuth – Stadt und Landkreis Bayreuth (Hrsg.) (o.J.): Wirtschaftsraum – Zahlen, Daten Fakten. Bayreuth. Online unter: https://www.gewerbeflaechen-bayreuth.de/wirtschaftsraum/zahlen-daten-fakten (letzter Zugriff: 13.04.2021)

ROFr. - Regierung von Oberfranken (2020): Landkreise, kreisfreie Städte, Große Kreisstädte und Planungsverbände im Regierungsbezirk Oberfranken. Online unter: https://www.regierung.oberfranken.bayern.de/regierungsbezirk_oberfranken/landkreise_kreisfreie_staedte/index.html (letzter Zugriff: 13.04.2021)

RPG-SWT – Regionale Planungsgemeinschaft Südwestthüringen (Hrsg.) (2015): Regionales Energie- und Klimakonzept. Teilkonzept II - Raumentwicklungsstrategie Klimawandel. Online unter: https://regionalplanung.thueringen.de/fileadmin/user_upload/Suedwestthueringen/Dokumente/Themen_und_Projekte/Energie-_und_Klimakonzept/sw-pdf-broschresklimawandel.pdf (letzter Zugriff: 26.10.2021)

RPOO - Regionaler Planungsverband Oberfranken-Ost (Hrsg.) (2018): Regionalplan Oberfranken-Ost (5). Zweite Änderung 2000. Begründungskarte 1 Nahbereiche.

SSB - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (Hrsg.) (2011): Stadtentwicklungsplan Berlin. Berlin. Online unter https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/download/klima/step_klima_broschuere.pdf (letzter Zugriff: 13.04.2021)

STMUV - Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2015): Klima-Report Bayern 2015. Klimawandel, Auswirkungen, Anpassungs- und Forschungsaktivitäten. München. Online unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_klima_008.htm (Letzter Zugriff: 13.04.2021)

STMUV - Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2016): Bayerische Klima-Anpassungsstrategie. München. Online unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_klima_009.htm (Letzter Zugriff: 13.04.2021)

STMUV - Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2020): Klima-Report Bayern 2021. Klimawandel, Auswirkungen, Anpassungs- und Forschungsaktivitäten. München. Online unter: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_klima_012.htm (Letzter Zugriff: 15.04.2021)

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2013): Handbuch zur guten Praxis der Anpassung an den Klimawandel. Dessau-Roßlau. Online unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/publikationen/uba_handbuch_gute_praxis_web-bf_0.pdf (Letzter Zugriff: 13.04.2021)

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2015a): Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Online unter http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/monitoringbericht_2015_zur_deutschen_anpassungsstrategie_an_den_klimawandel.pdf, (Letzter Zugriff: 15.04.2021)

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2015b): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Online unter http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_24_2015_vulnerabilitaet_deutschlands_gegenueber_dem_klimawandel_1.pdf, (Letzter Zugriff: 15.04.2021)

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2019): Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Online unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das_monitoringbericht_2019_barrierefrei.pdf (Letzter Zugriff: 15.04.2021)

UBA- Umweltbundesamt, Online-Artikel Anpassungsstrategien für die deutsche Landwirtschaft vom 10. April 2019. Online unter: https://www.umweltbundesamt.de/naturnahe-gewaesserunterhaltung-als#hochwasser-gunstig-renaturieren-lassen-statt-teuer-reparieren (Letzter Zugriff: 12.12.2023)

UBA- Umweltbundesamt, Online-Artikel Naturnahe Gewässerunterhaltung als Renaturierungsmaßnahme vom 29. August 2019. Online unter: Anpassungsstrategien für die deutsche Landwirtschaft | Umweltbundesamt (Letzter Zugriff: 12.12.2023)

WGBU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung "Globale Umweltveränderungen" (Hrsg.) (2006): Die Zukunft der Meere - zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten, Berlin. Online unter https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/sondergutachten/sg2006/pdf/wbgu_sn2006.pdf (Letzter Zugriff: 15.04.2021)

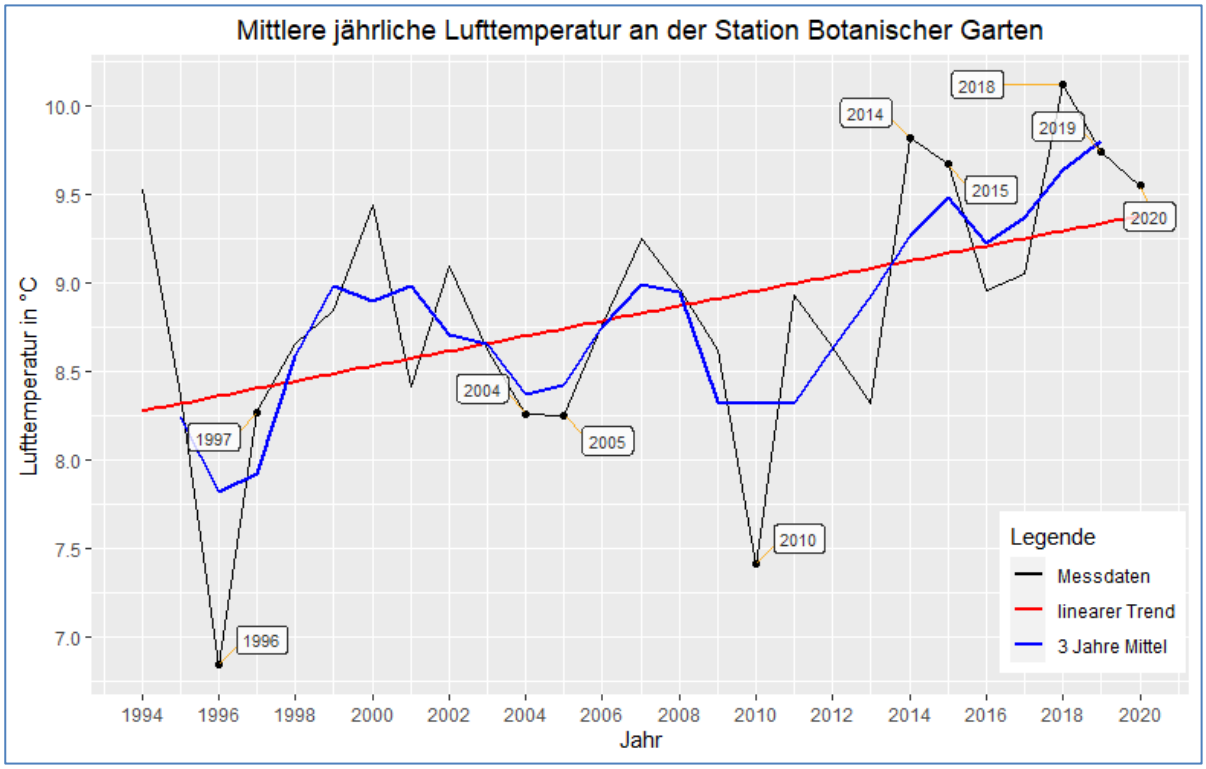
WSL – Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (Birmensdorf, Schweiz) Online-Artikel Waldrand – Lebensraum voller Überraschungen https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/naturschutz/artenschutz/waldrand-lebensraum-voller-ueberraschungen (Letzter Zugriff: 13.12.2023)

Anhang

A.1 Weitere Klimadatenauswertungen

In diesem ersten Kapitel des Anhangs befinden sich zahlreiche ergänzende Abbildungen und Tabellen, welche nicht im Rahmen des Kapitels 2.1 präsentiert wurden. Es ist zu beachten, dass aufgrund der Datenlage bzw. gewünschten Auswertungen je nach Kennwert nicht immer dieselben Informationen dargestellt sind.

A.1.1 Jahresmitteltemperatur



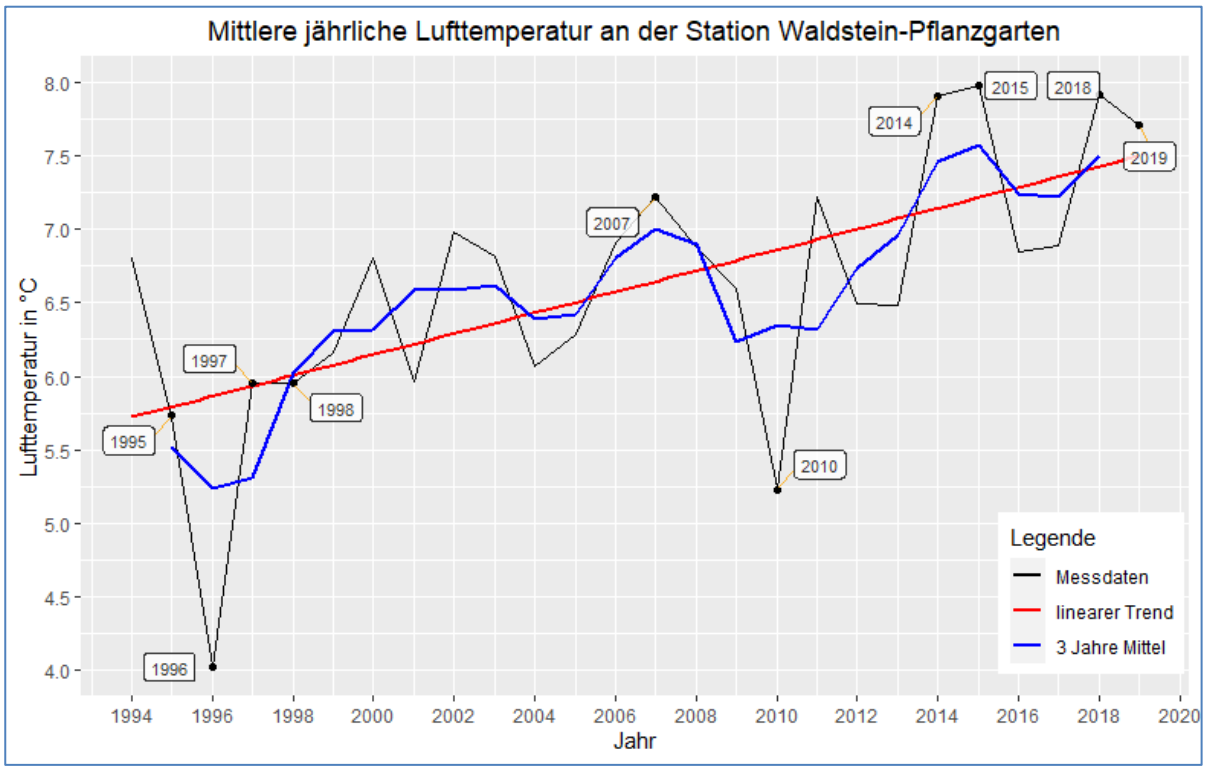
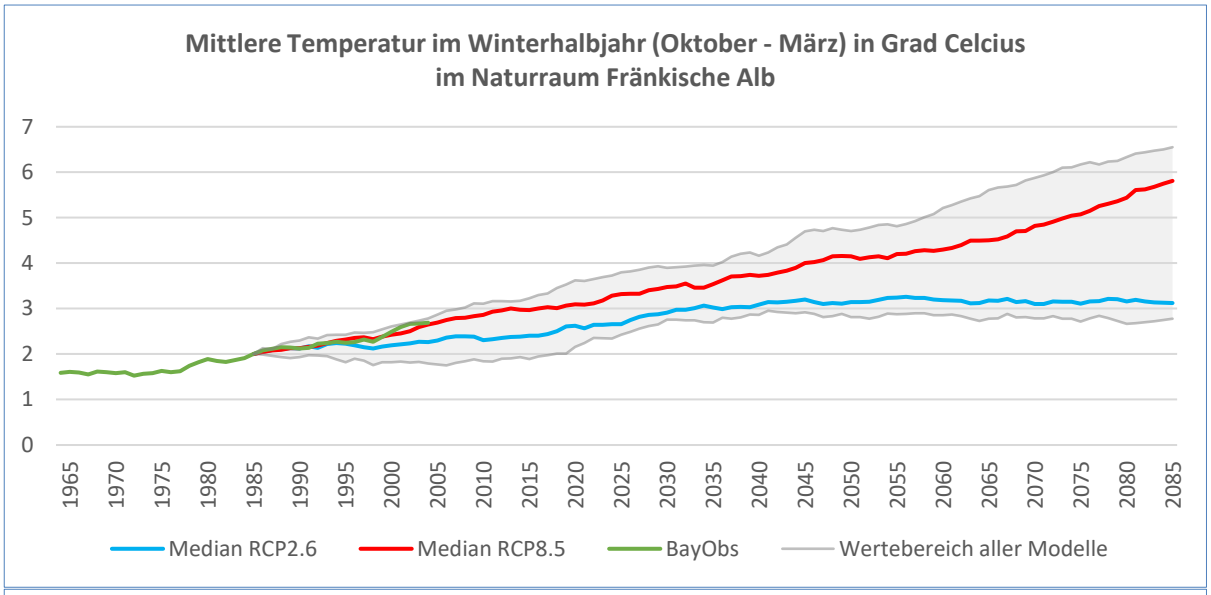
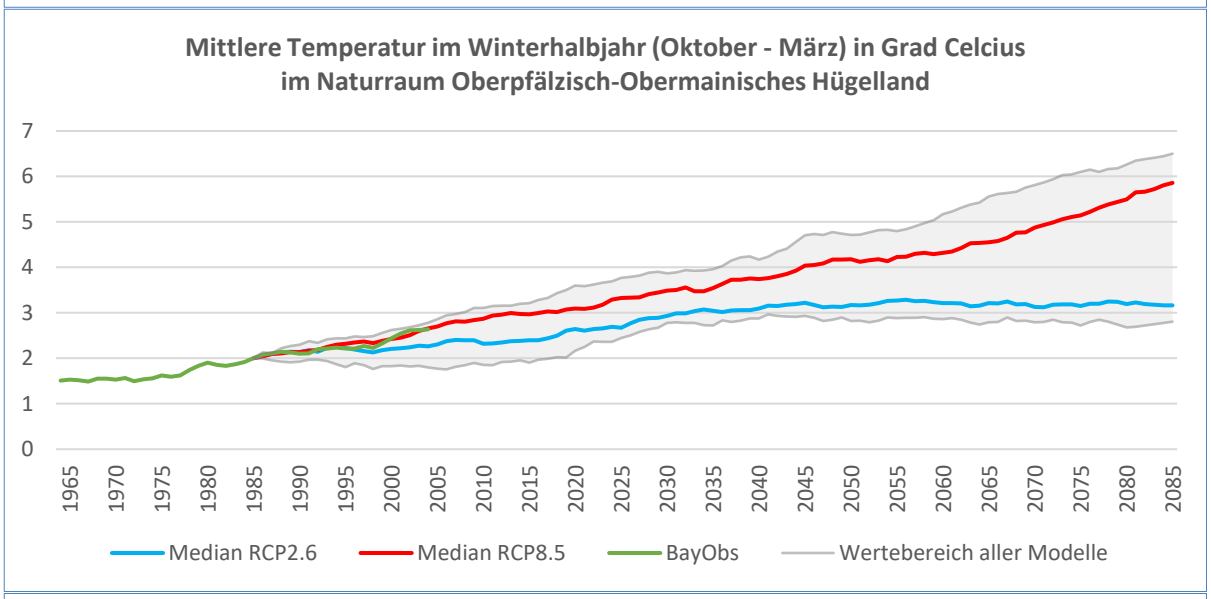


Abbildung 88: Mittlere jährliche Lufttemperatur an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

A.1.2 Temperatur im Winterhalbjahr





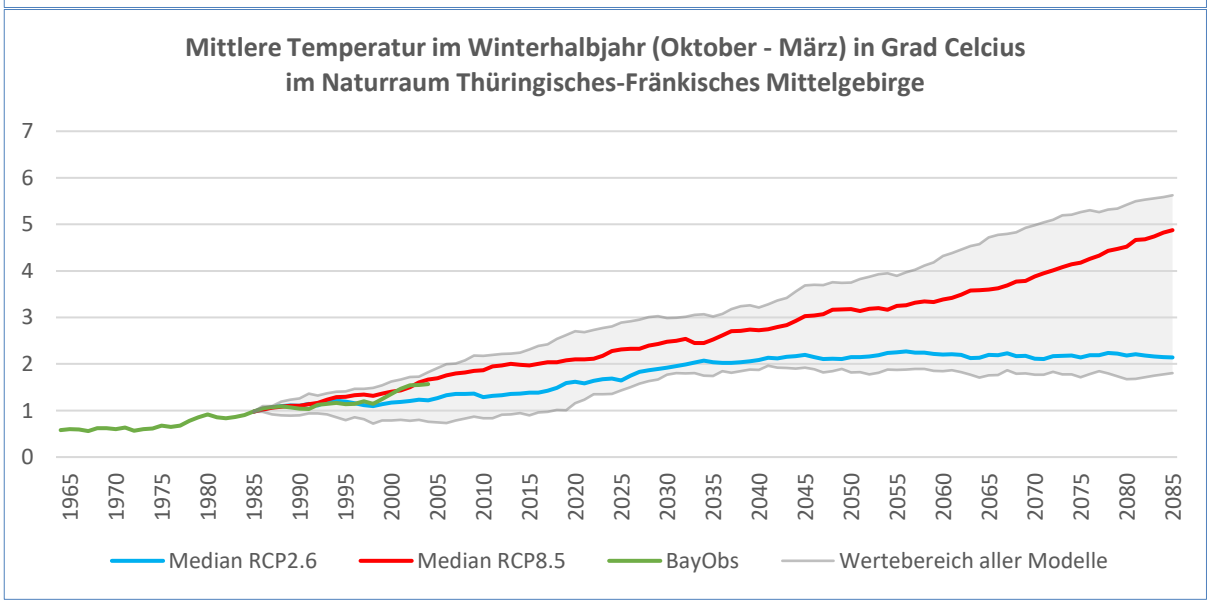
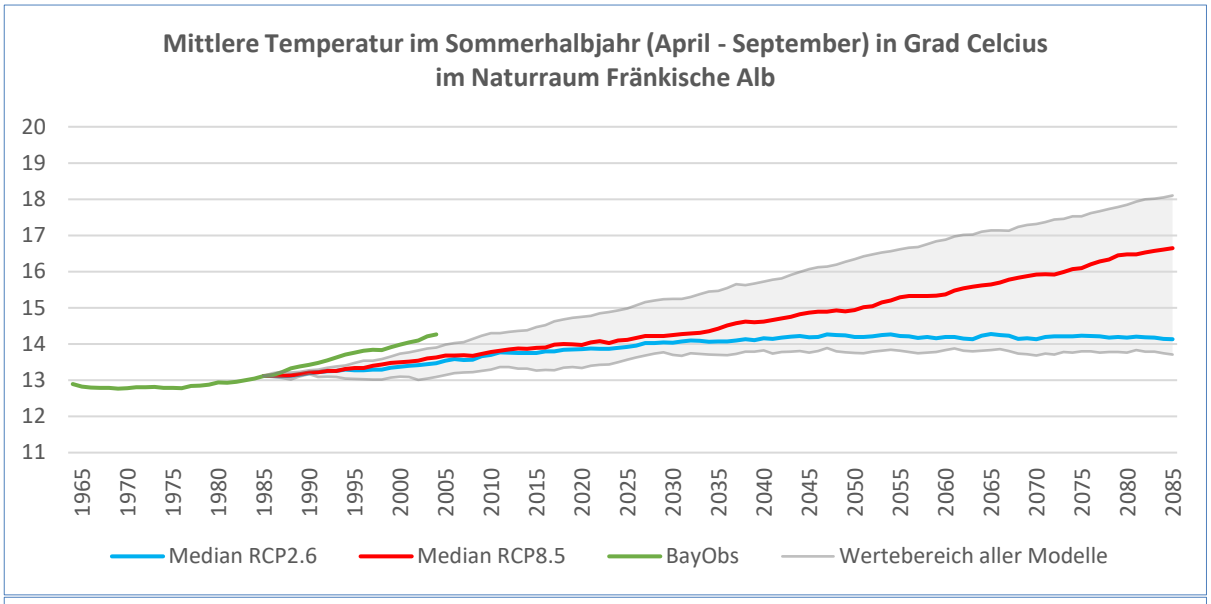


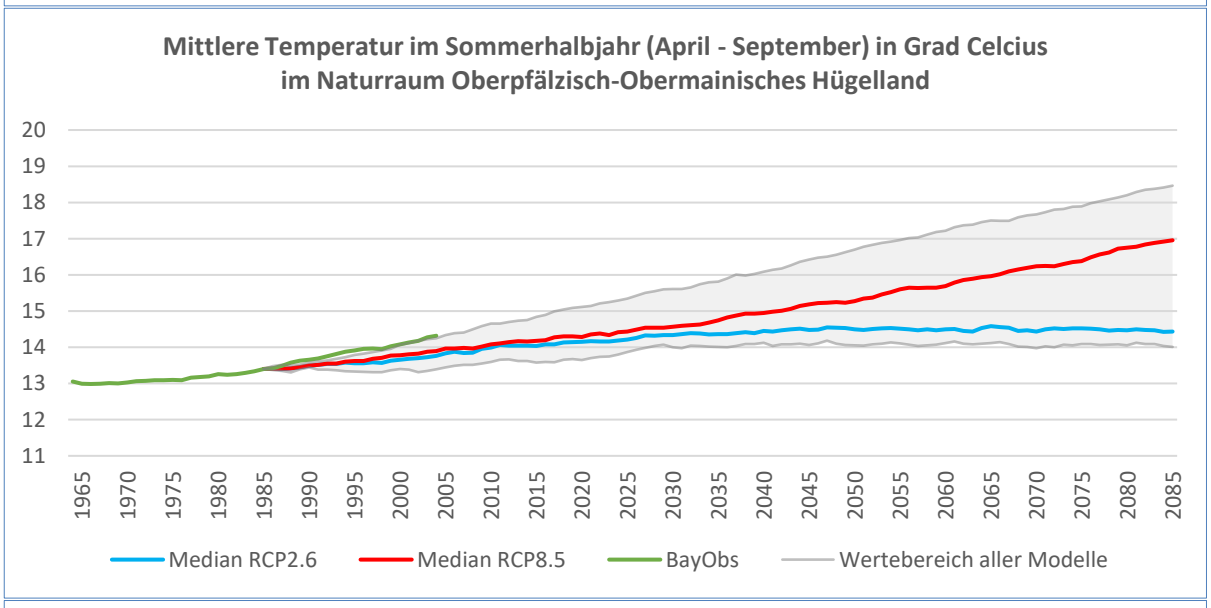
Abbildung 89: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Temperatur im Winterhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 48: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		1951-1980	1971-2000	1990-2019	2011-2040		2036-2065		2071-2100	
Datensatz		BayObs			RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
Naturraum Fränkische Alb										
° C		1,6	2,0	2,7	2,7	3,3	3,1	4,2	3,1	5,8
Verän-de-rung	K	-	-	+0,7	+0,7	+1,3	+1,1	+2,2	+1,1	+3,8
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
° C		1,5	2,0	2,6	2,7	3,3	3,2	4,2	3,2	5,9
Verän-de-rung	K	-	-	+0,6	+0,7	+1,3	+1,2	+2,2	+1,2	+3,9
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
° C		0,6	1,0	1,6	1,6	2,3	2,1	3,2	2,1	4,9
Verän-de-rung	K	-	-	+0,6	+0,7	+1,3	+1,2	+2,2	+1,2	+3,9

A.1.3 Temperatur im Sommerhalbjahr





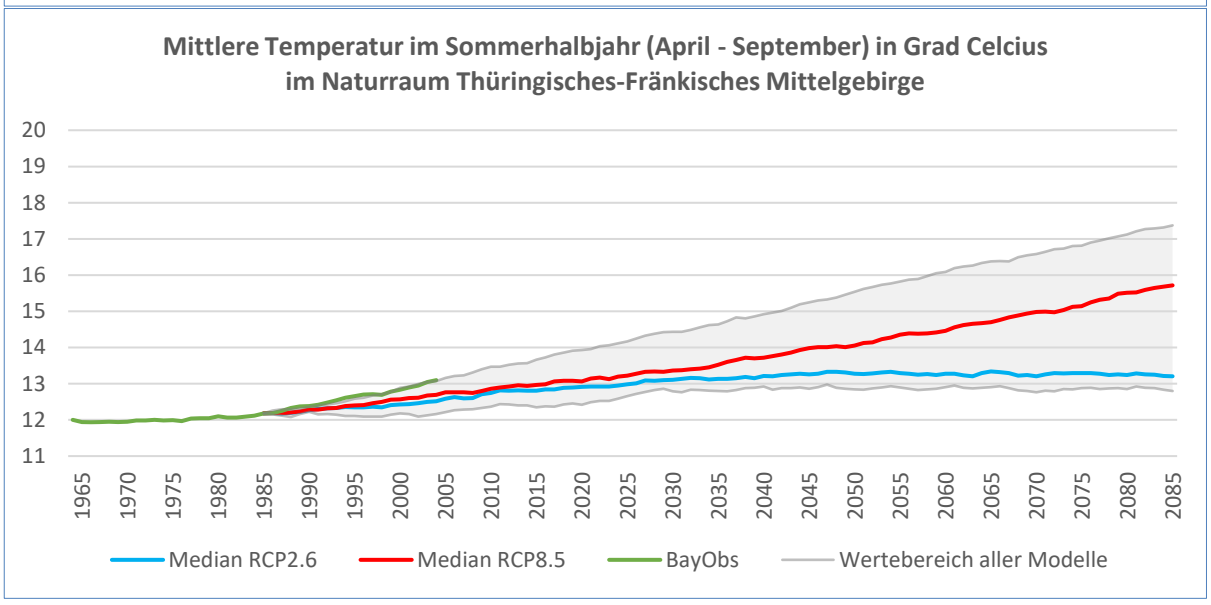
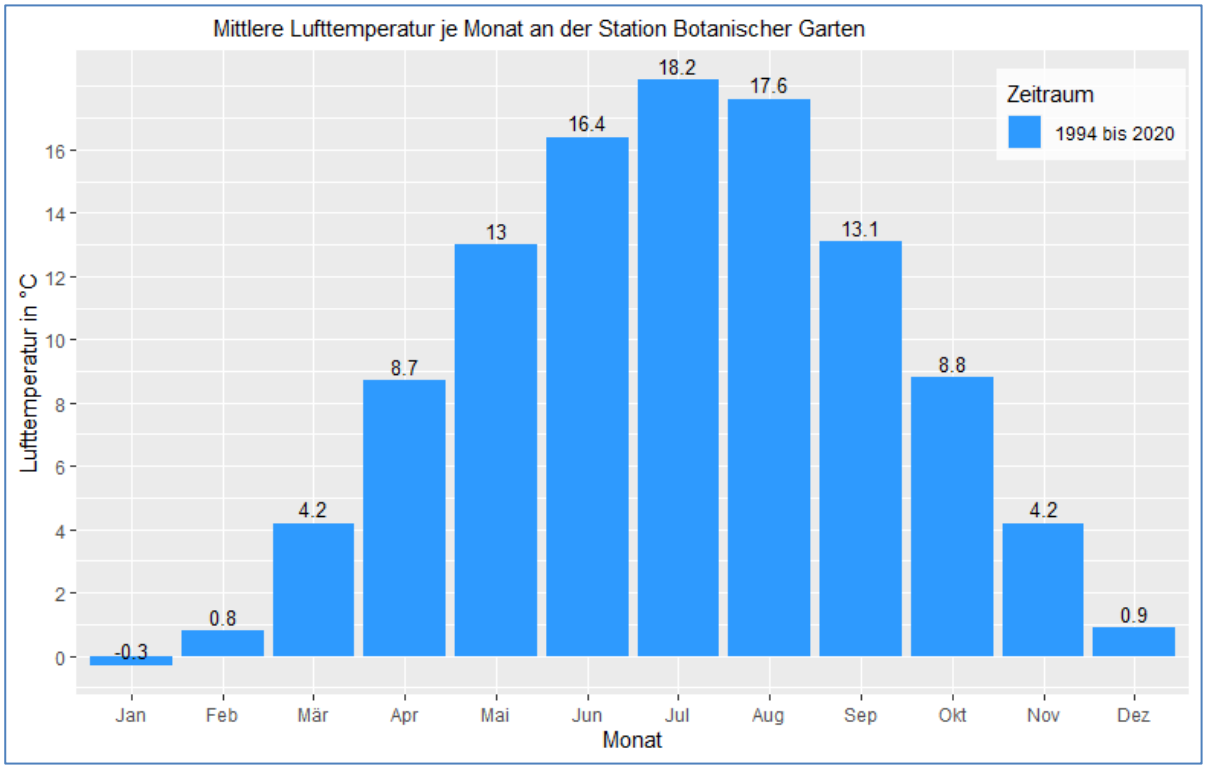


Abbildung 90: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Temperatur im Sommerhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 49: Veränderung der mittleren Lufttemperatur im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		1951-1980	1971-2000	1990-2019	2011-2040		2036-2065		2071-2100	
Datensatz		BayObs			RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
Naturraum Fränkische Alb										
° C		12,8	13,1	14,3	13,9	14,1	14,2	14,9	14,1	16,6
Veränderung	K	-	-	+1,1	+0,8	+1,0	+1,1	+1,8	+1,0	+3,5
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
° C		13,0	13,4	14,3	14,2	14,4	14,5	15,3	14,4	17,0
Veränderung	K	-	-	+0,9	+0,8	+1,0	+1,1	+1,9	+1,0	+3,6
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
° C		11,9	12,2	13,1	13,0	13,2	13,3	14,0	13,2	15,7
Veränderung	K	-	-	+0,9	+0,8	+1,0	+1,1	+1,9	+1,0	+3,5

A.1.4 Monatsmitteltemperatur



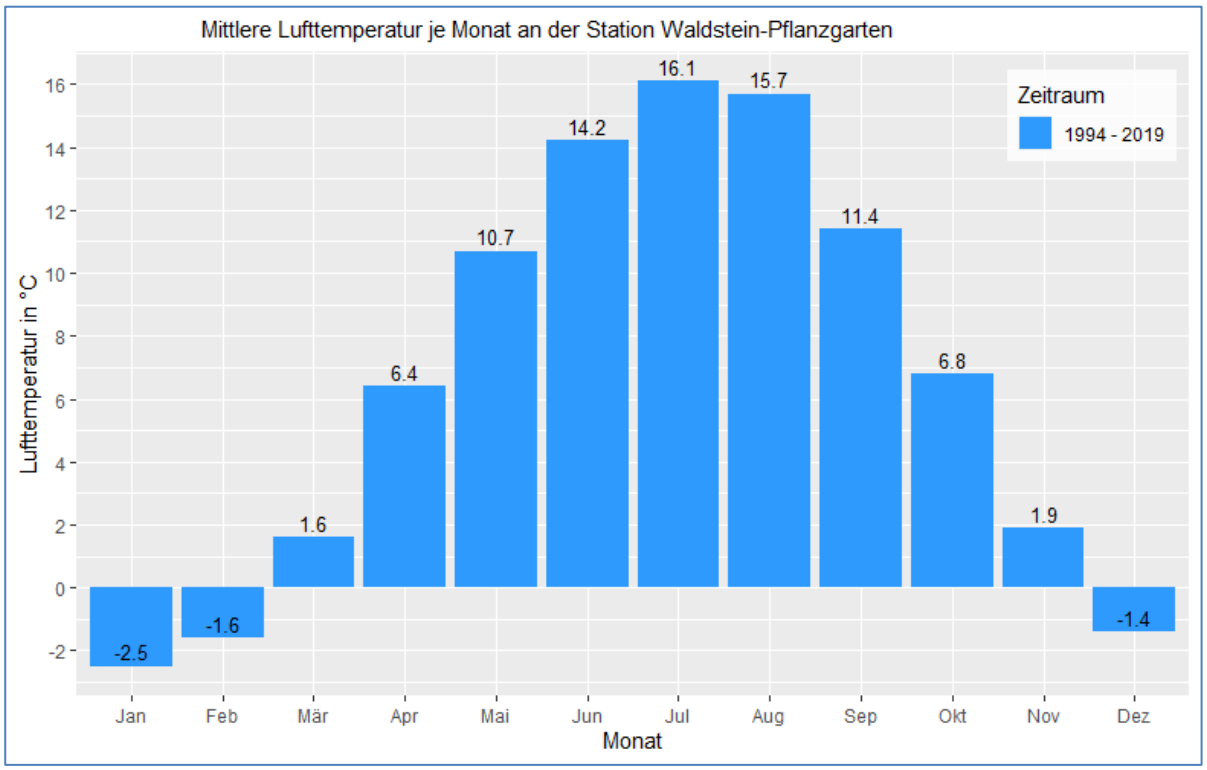


Abbildung 91: Vergleich der Monatsmitteltemperauren für den Messzeitraum von 1994 bis 2019/2020 am Beispiel der beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

A.1.5 Hitzetage

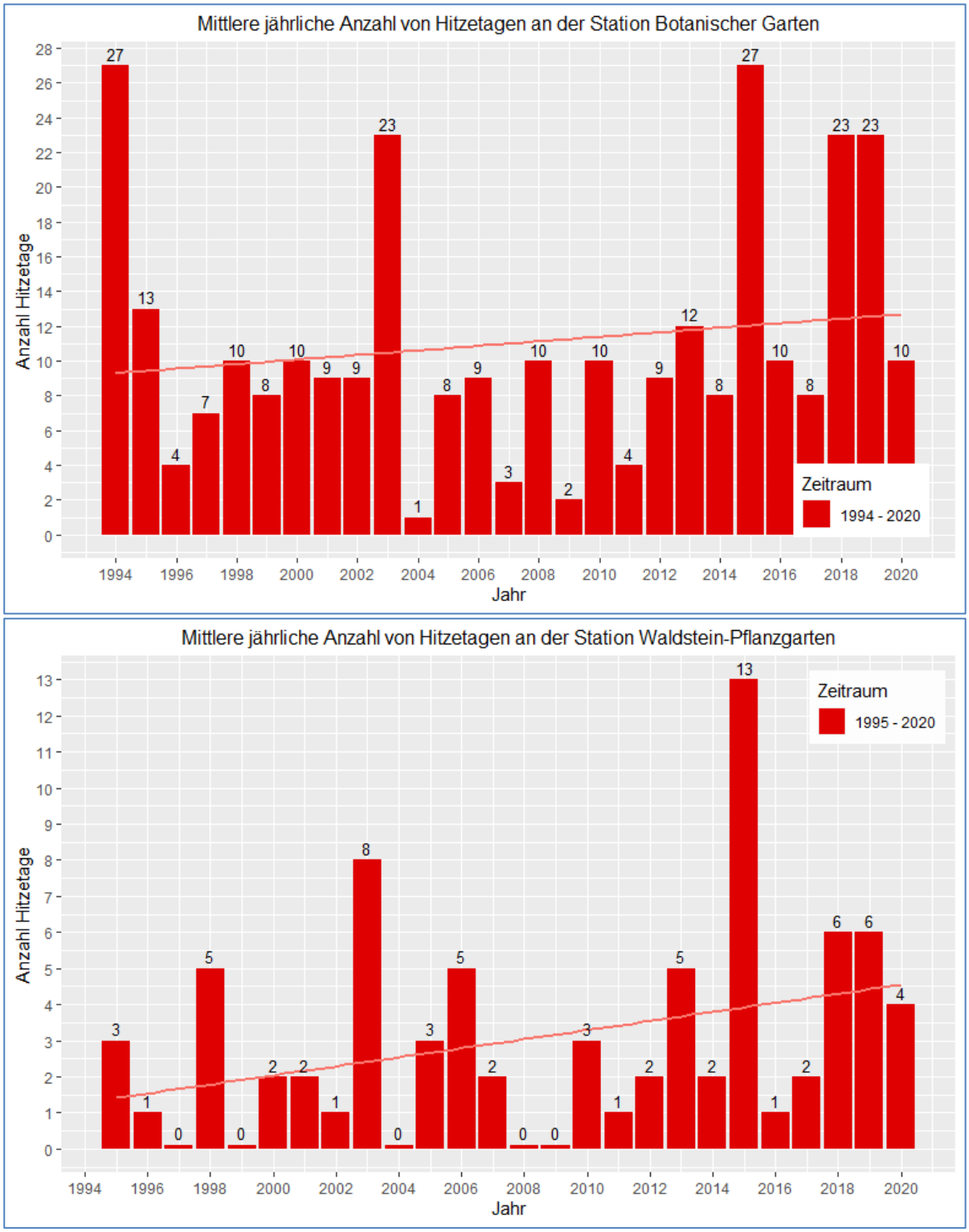


Abbildung 92: Mittlere jährliche Anzahl von Hitzetagen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

der Landkreis Bayreuth
Vielfalt & Visionen

KlimaKom

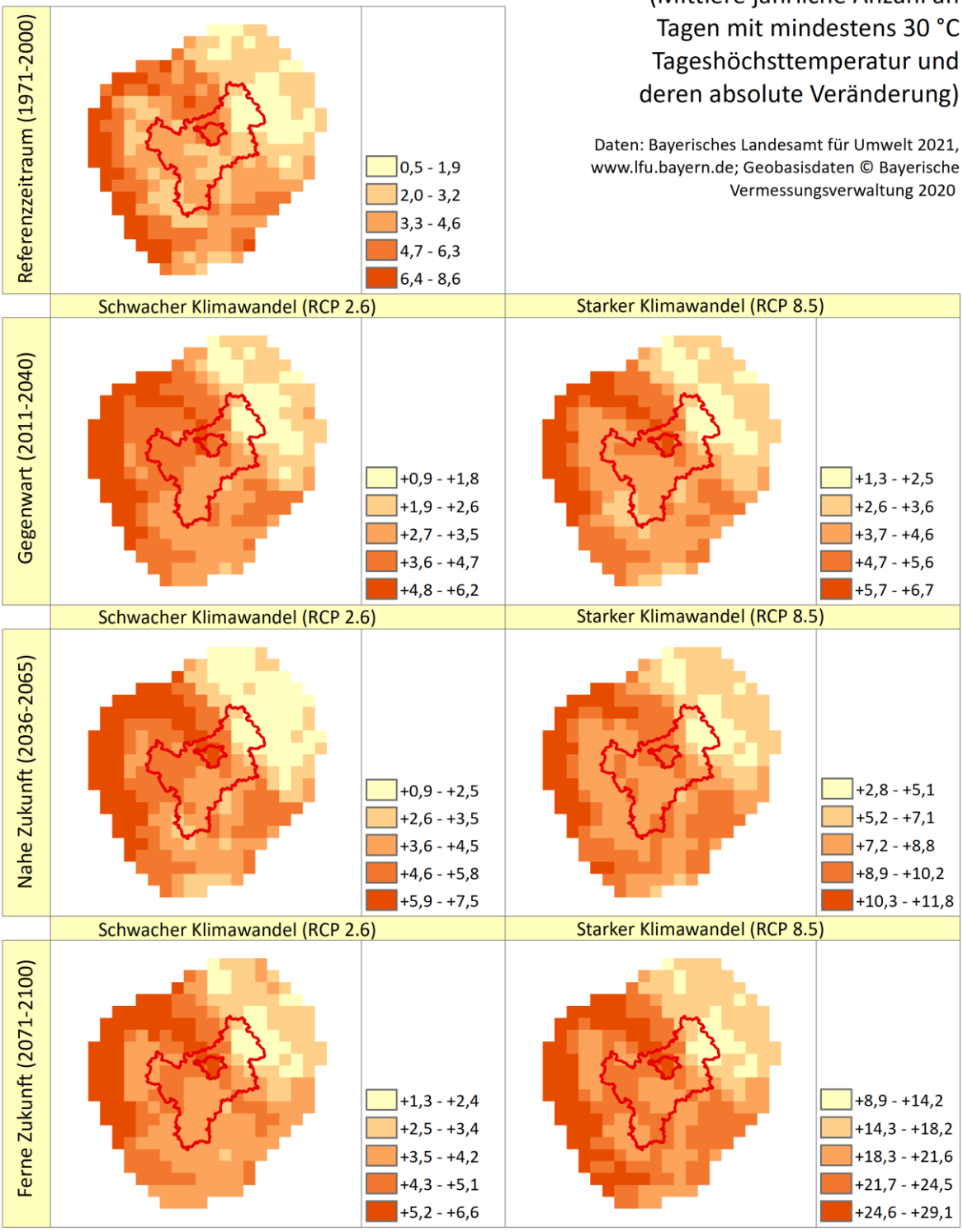
ThINK

Klimatische Veränderungen

Hitzetage

(Mittlere jährliche Anzahl an Tagen mit mindestens 30 °C Tageshöchsttemperatur und deren absolute Veränderung)

Daten: Bayerisches Landesamt für Umwelt 2021, www.lfu.bayern.de; Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung 2020



A.1.6 Sommertage

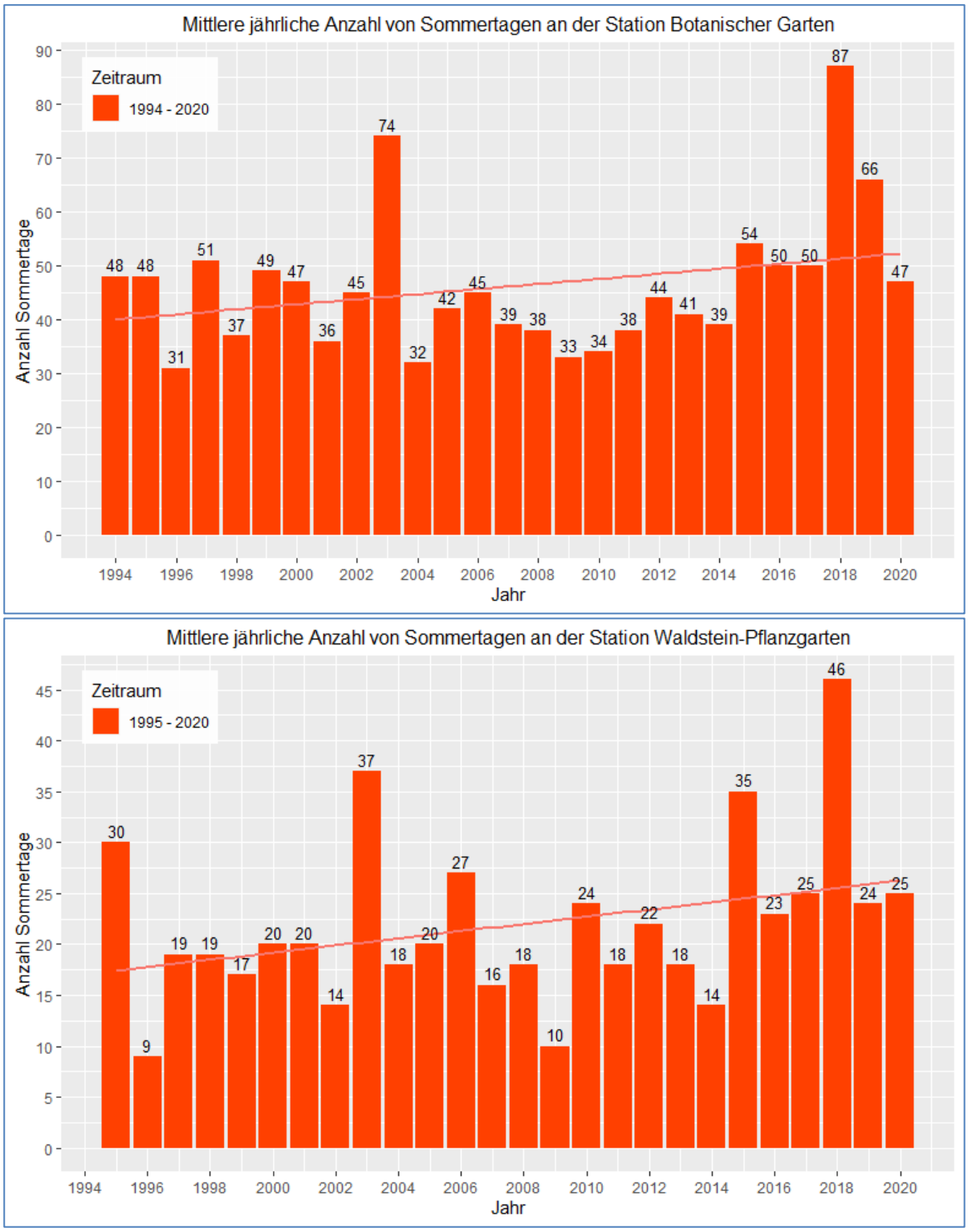


Abbildung 94: Mittlere jährliche Anzahl von Sommertagen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

Abbildung 93: Klimaveränderungskarte der mittleren jährlichen Anzahl an Hitzetagen für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung)

A.1.7 „Hitzewellentage“

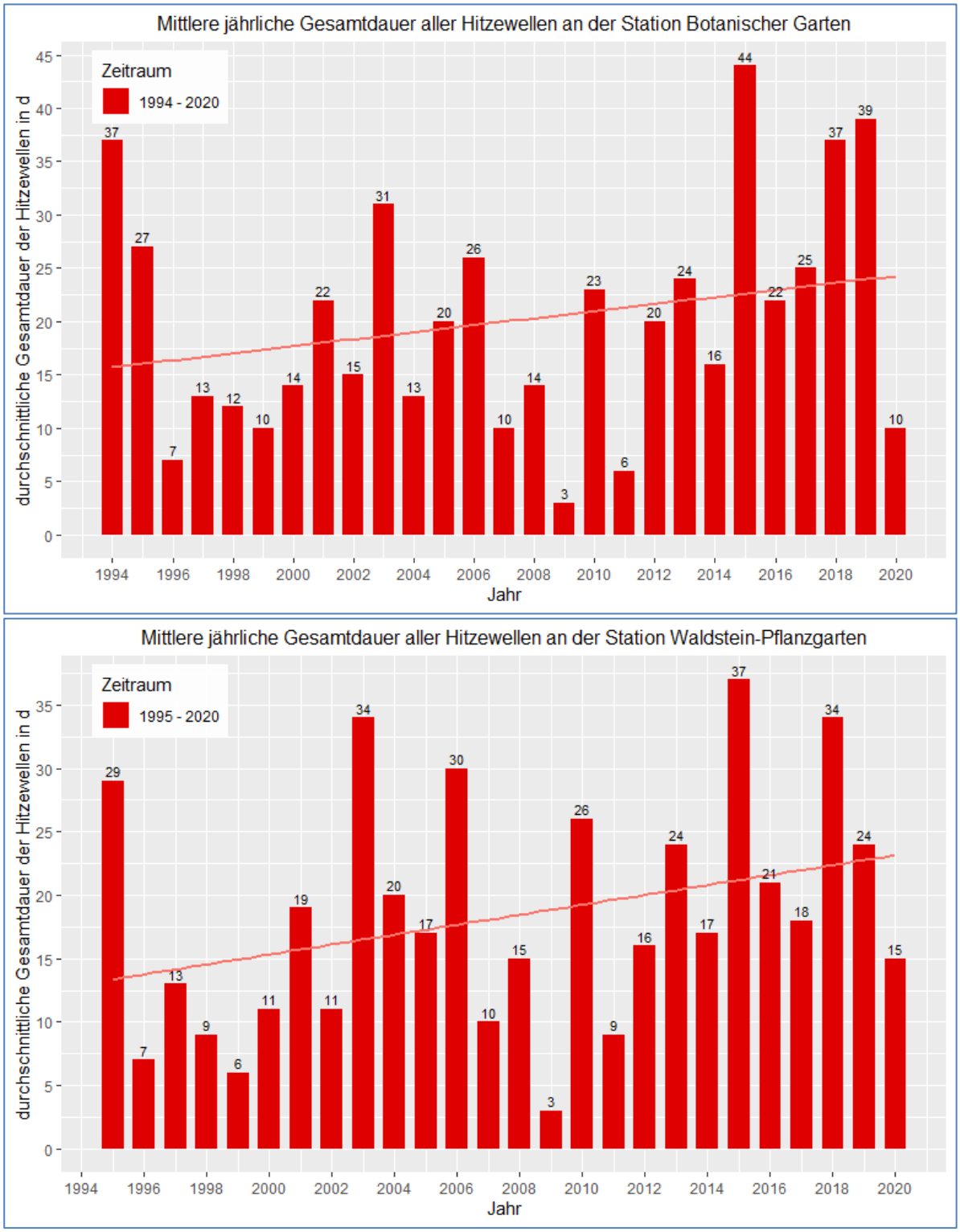


Abbildung 95: Mittlere jährliche Gesamtdauer aller Hitzewellen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

A.1.8 Hitzewellen-Anzahl

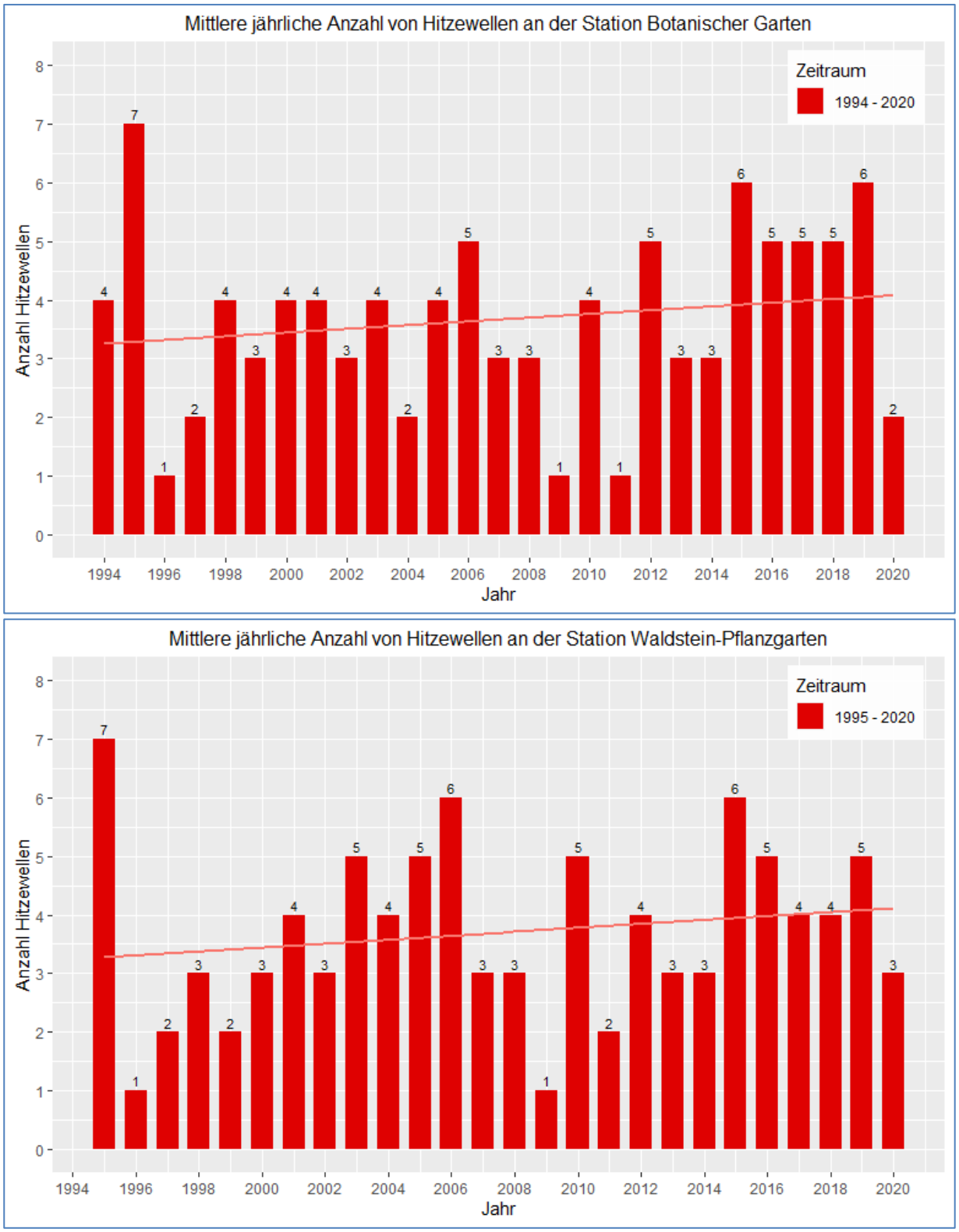


Abbildung 96: Mittlere jährliche Anzahl von Hitzewellen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

A.1.9 Hitzewellen-Dauer

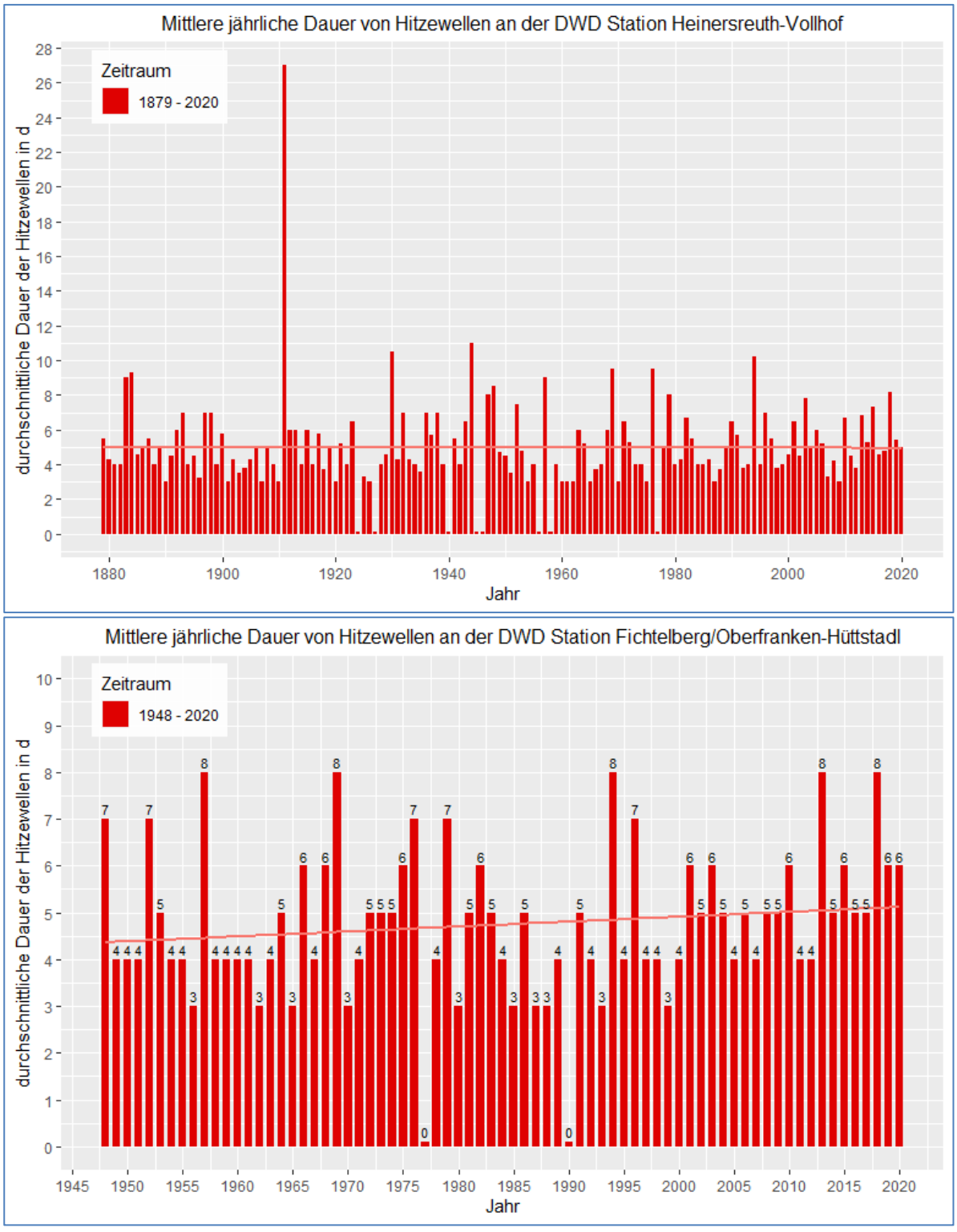


Abbildung 97: Mittlere jährliche Dauer von Hitzewellen an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

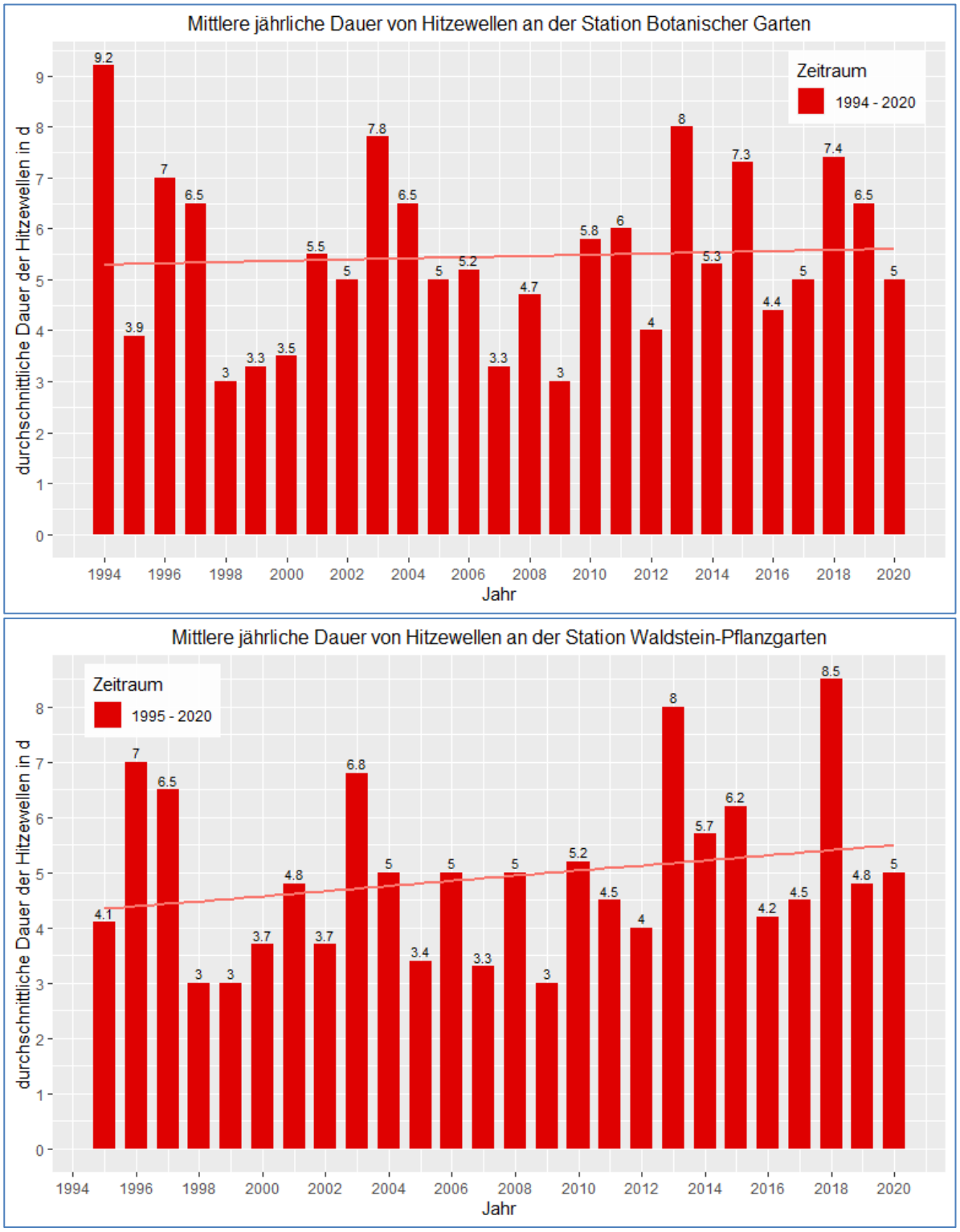
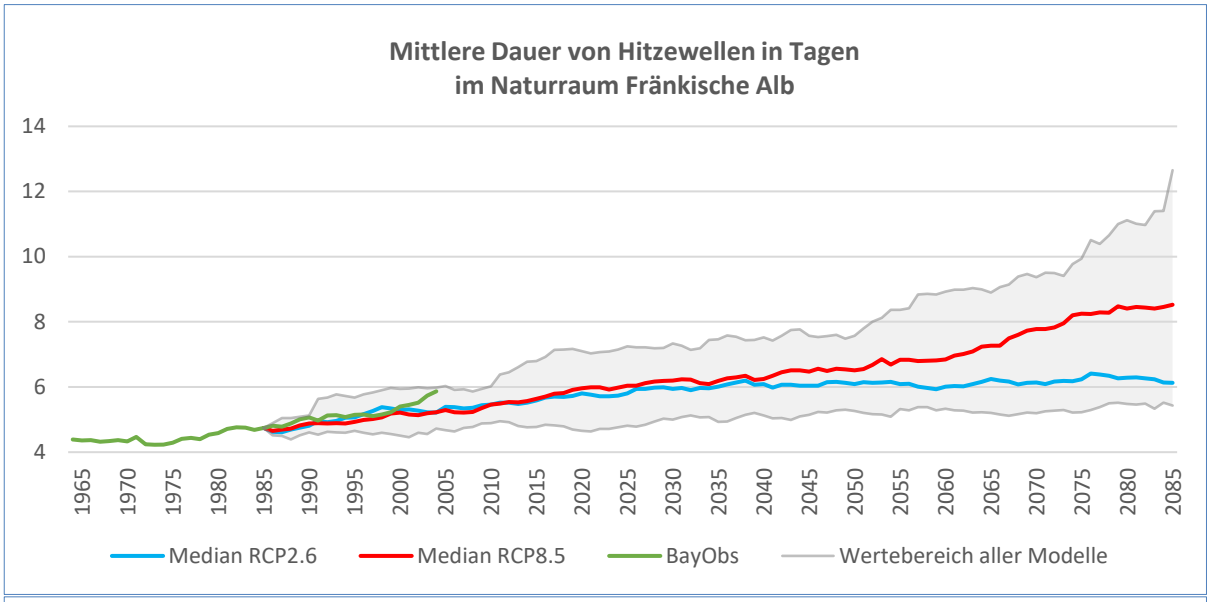
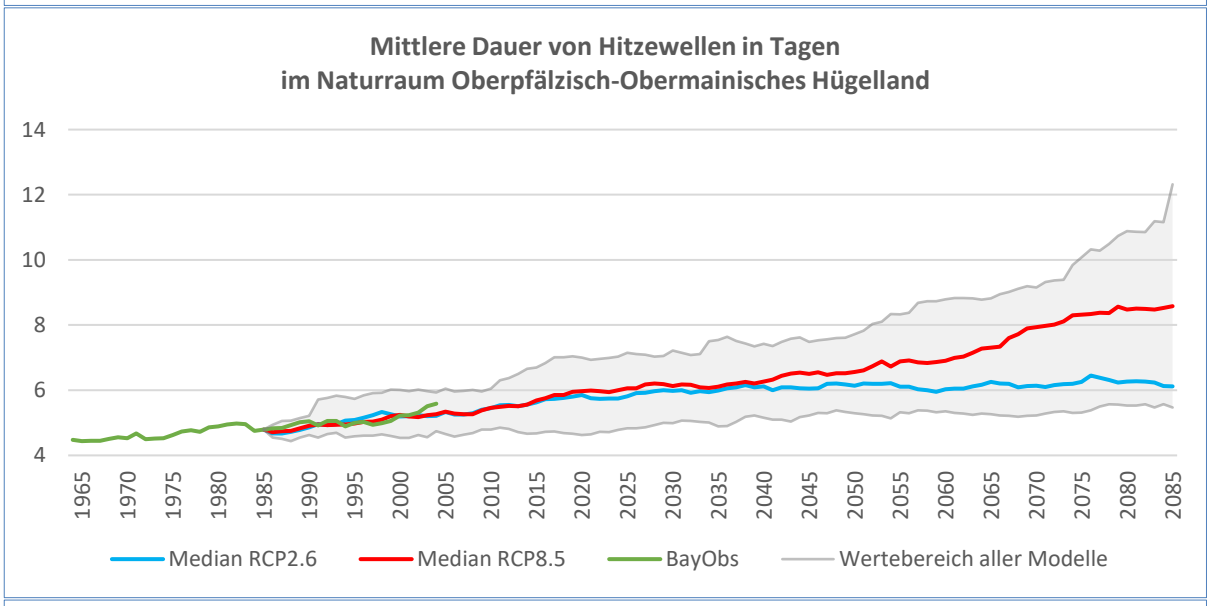


Abbildung 98: Mittlere jährliche Anzahl von Hitzewellen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)





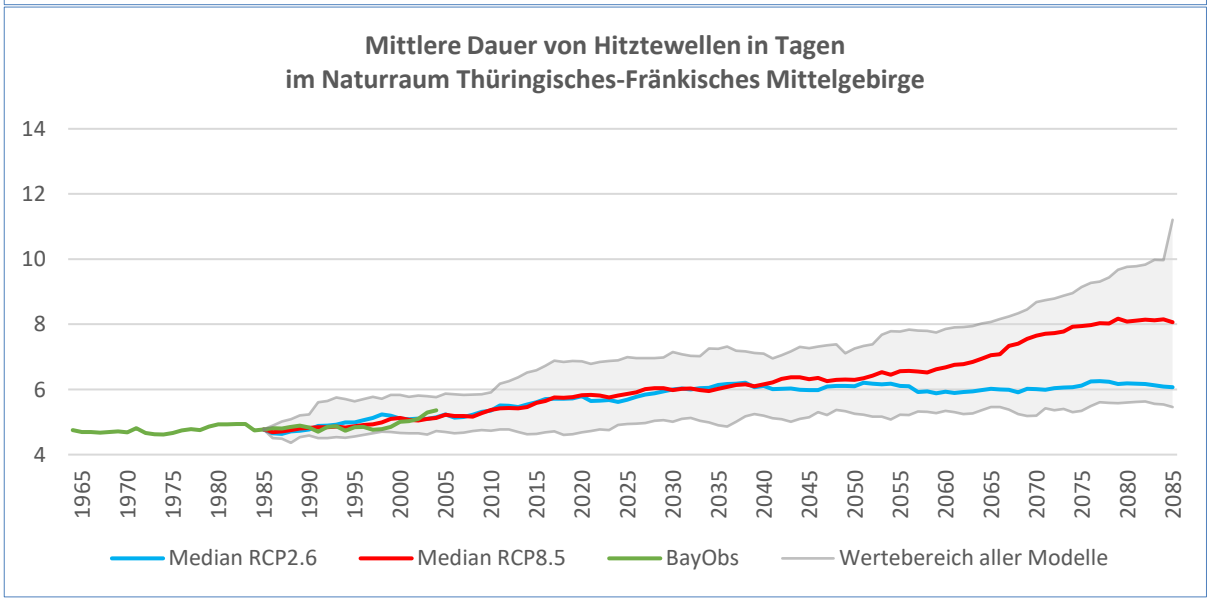
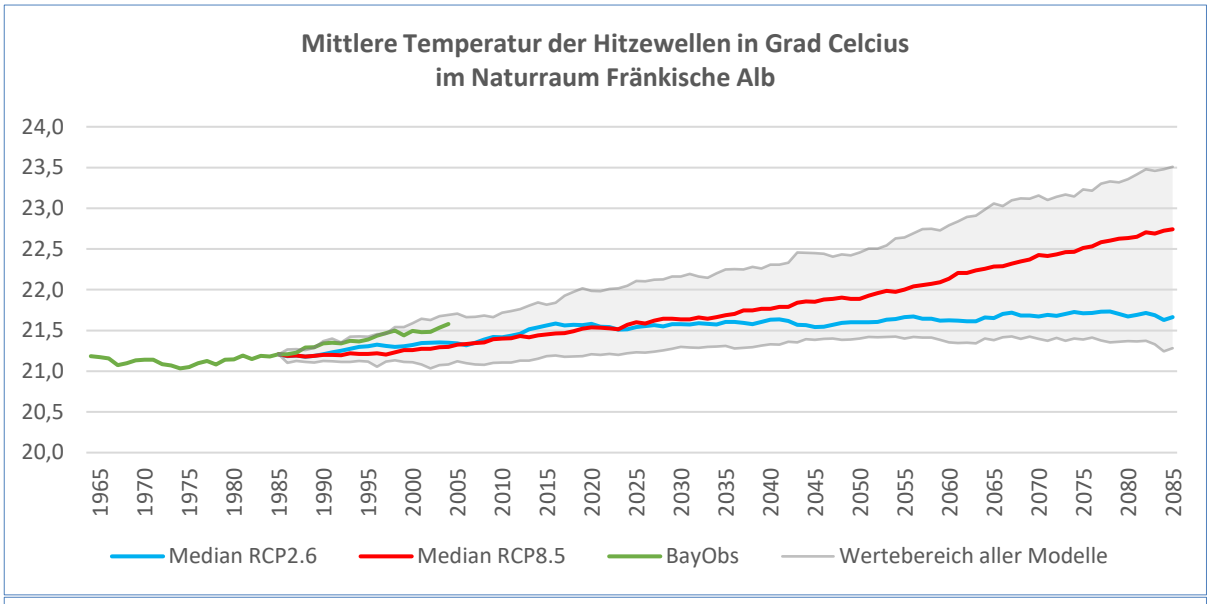


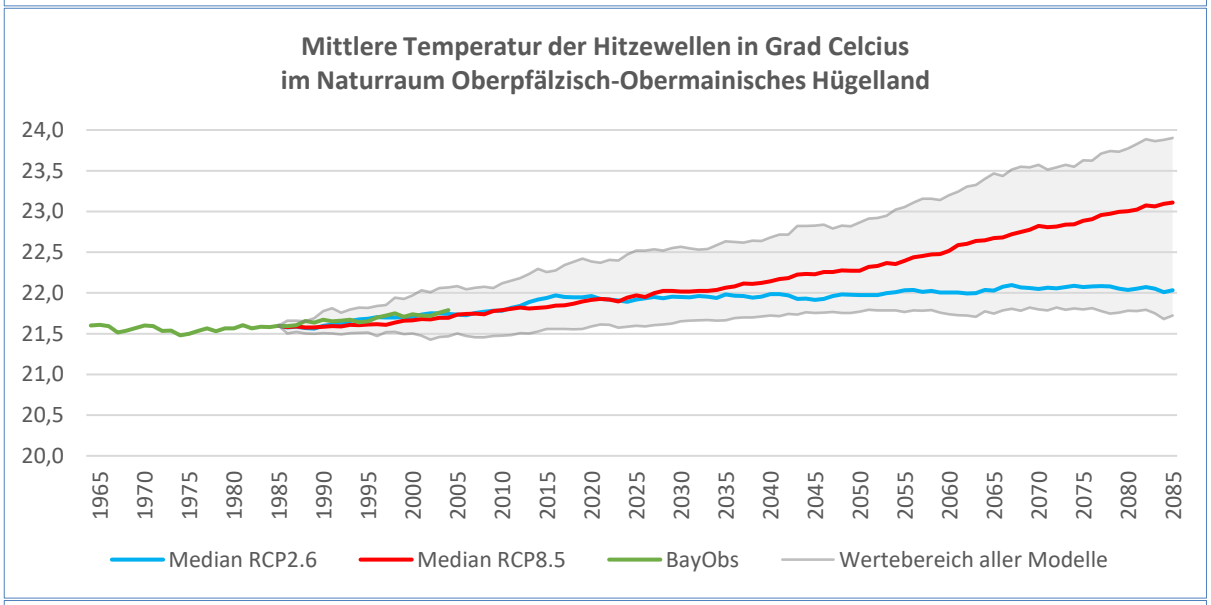
Abbildung 99: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Dauer von Hitzewellen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 50: Veränderung der mittleren Dauer von Hitzewellen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		1951-1980	1971-2000	1990-2019	2011-2040		2036-2065		2071-2100	
Datensatz		BayObs			RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
Naturraum Fränkische Alb										
Tage		4,4	4,7	5,9	5,8	6,0	6,1	6,5	6,1	8,5
Veränderung	Tage	-	-	+1,1	+1,1	+1,3	+1,3	+1,8	+1,4	+3,8
	%	-	-	+24	+22	+27	+28	+37	+29	+80
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Tage		4,4	4,8	5,6	5,8	6,1	6,1	6,6	6,1	8,6
Veränderung	Tage	-	-	+0,8	+1,0	+1,3	+1,3	+1,8	+1,3	+3,8
	%	-	-	+17	+21	+27	+28	+37	+28	+79
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Tage		4,7	4,8	5,4	5,7	5,9	6,1	6,3	6,1	8,1
Veränderung	Tage	-	-	+0,6	+0,9	+1,1	+1,3	+1,5	+1,3	+3,3
	%	-	-	+12	+19	+23	+28	+32	+27	+69

A.1.10 Hitzewellen-Temperatur





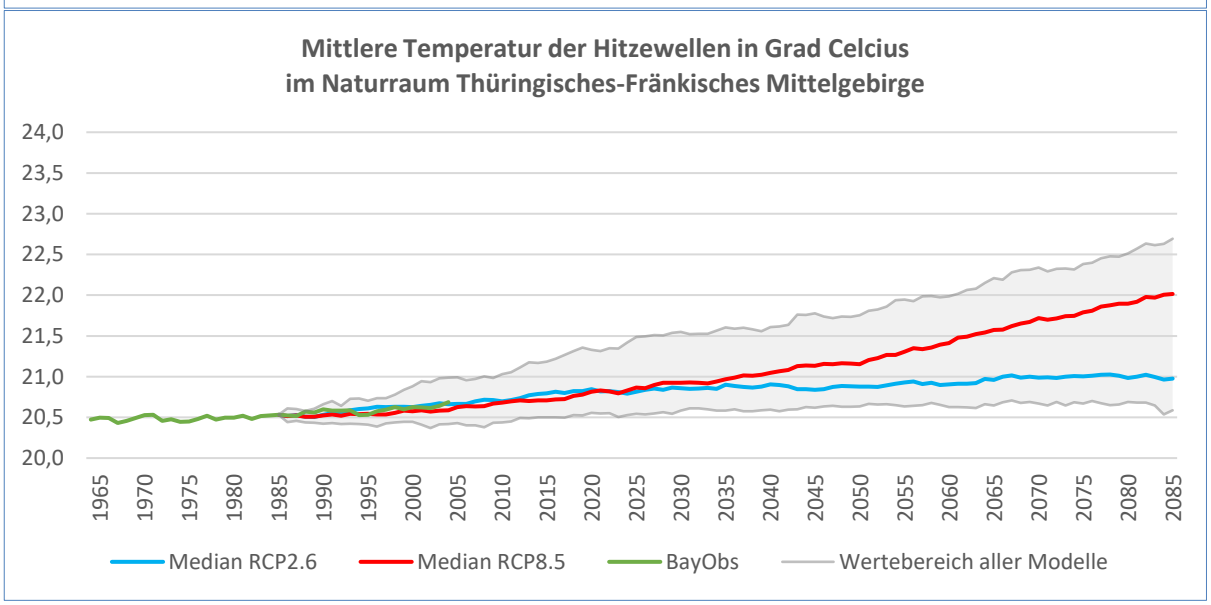
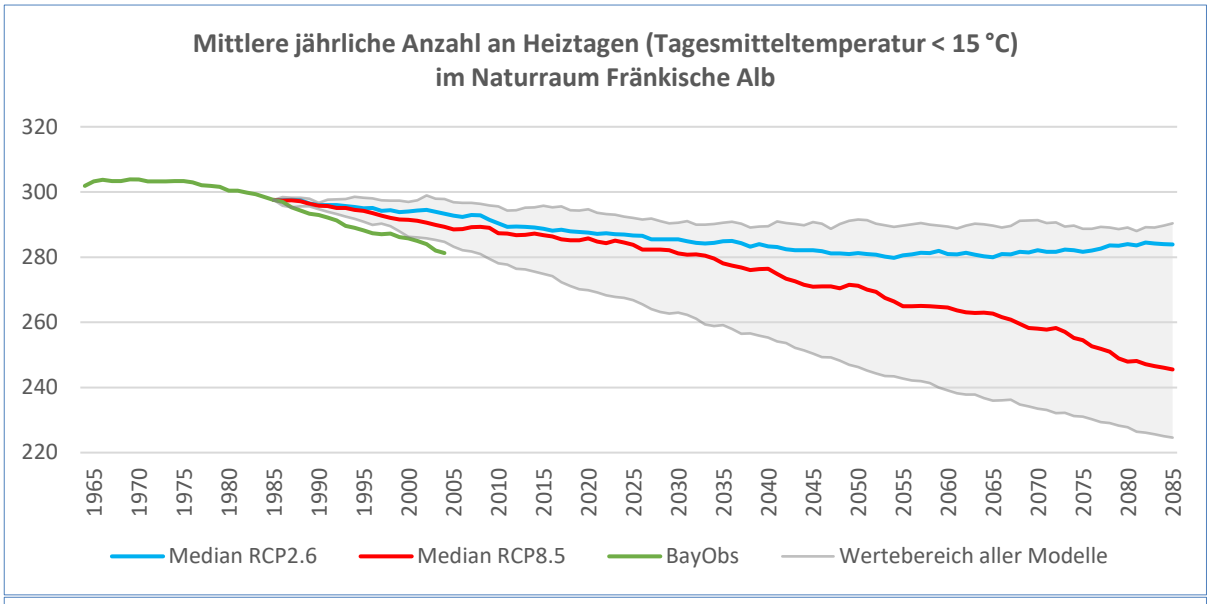


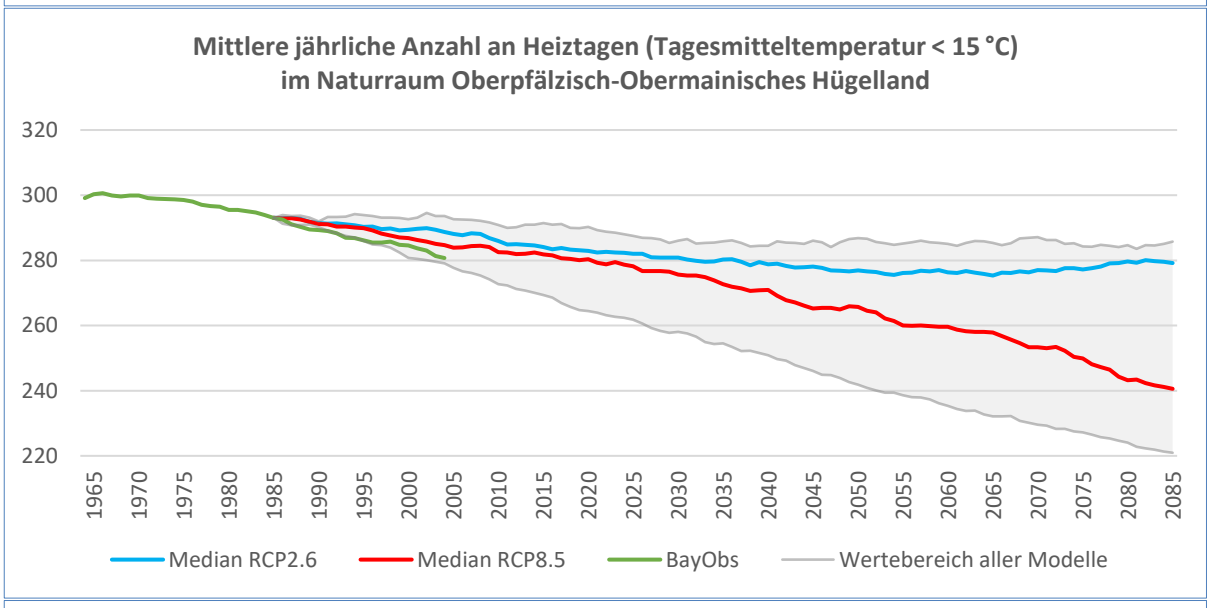
Abbildung 100: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Temperatur von Hitzewellen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 51: Veränderung der mittleren Temperatur von Hitzewellen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
° C		21,2	21,2	21,6	21,5	21,6	21,6	21,9	21,7	22,7
Verän-de-rung	K	-	-	+0,4	+0,3	+0,4	+0,4	+0,7	+0,5	+1,5
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
° C		21,6	21,6	21,8	21,9	22,0	22,0	22,3	22,0	23,1
Verän-de-rung	K	-	-	+0,2	+0,3	+0,4	+0,4	+0,7	+0,4	+1,5
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
° C		20,5	20,5	20,7	20,8	20,9	20,9	21,2	21,0	22,0
Verän-de-rung	K	-	-	+0,2	+0,3	+0,3	+0,3	+0,6	+0,4	+1,5

A.1.11 Heiztage





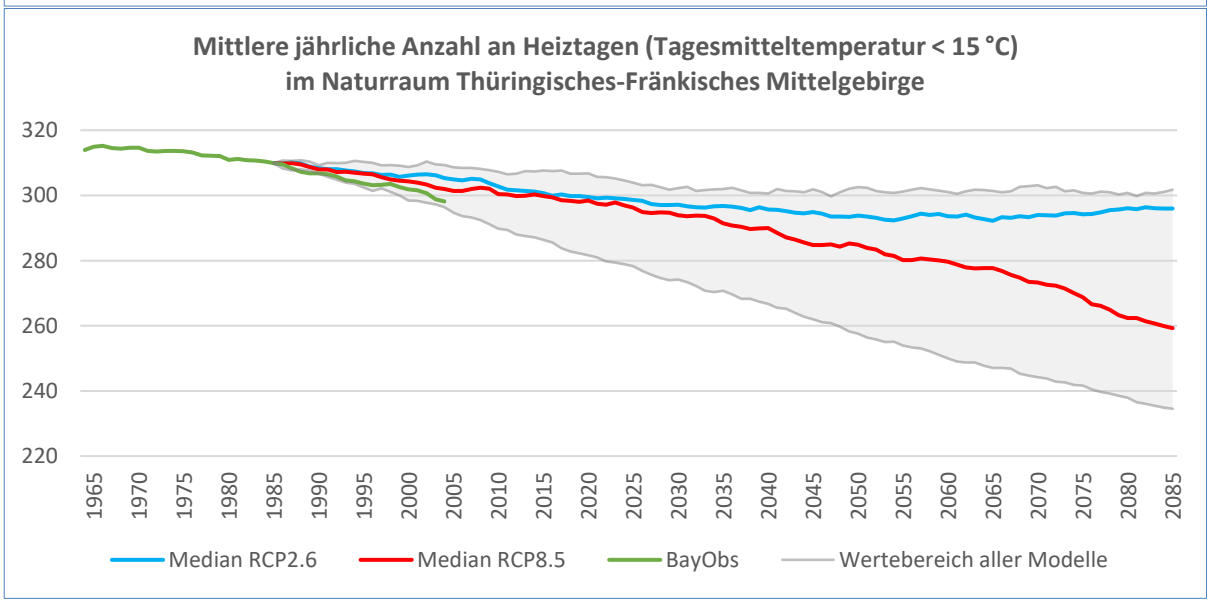


Abbildung 101: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl von Heiztagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 52: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl von Heiztagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		1951-1980	1971-2000	1990-2019	2011-2040		2036-2065		2071-2100	
Datensatz		BayObs			RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
Naturraum Fränkische Alb										
Tage		303,2	297,6	281,2	286,7	283,8	281,3	271,2	283,9	245,5
Veränderung	Tage	-	-	-16,3	-10,9	-13,8	-16,3	-26,3	-13,7	-52,1
	%	-	-	-5	-4	-5	-5	-9	-5	-17
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Tage		300,3	293,1	280,7	282,0	278,2	276,9	265,7	279,2	240,6
Veränderung	Tage	-	-	-12,4	-11,1	-14,9	-16,2	-27,4	-13,9	-52,5
	%	-	-	-4	-4	-5	-6	-9	-5	-18
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Tage		315,0	309,9	298,2	298,6	296,2	293,9	284,9	296,0	259,3
Veränderung	Tage	-	-	-11,8	-11,3	-13,7	-16,1	-25,1	-13,9	-50,7
	%	-	-	-4	-4	-4	-5	-8	-4	-16

A.1.12 Tropennächte

Abbildung 102: Mittlere jährliche Anzahl von Tropennächten an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

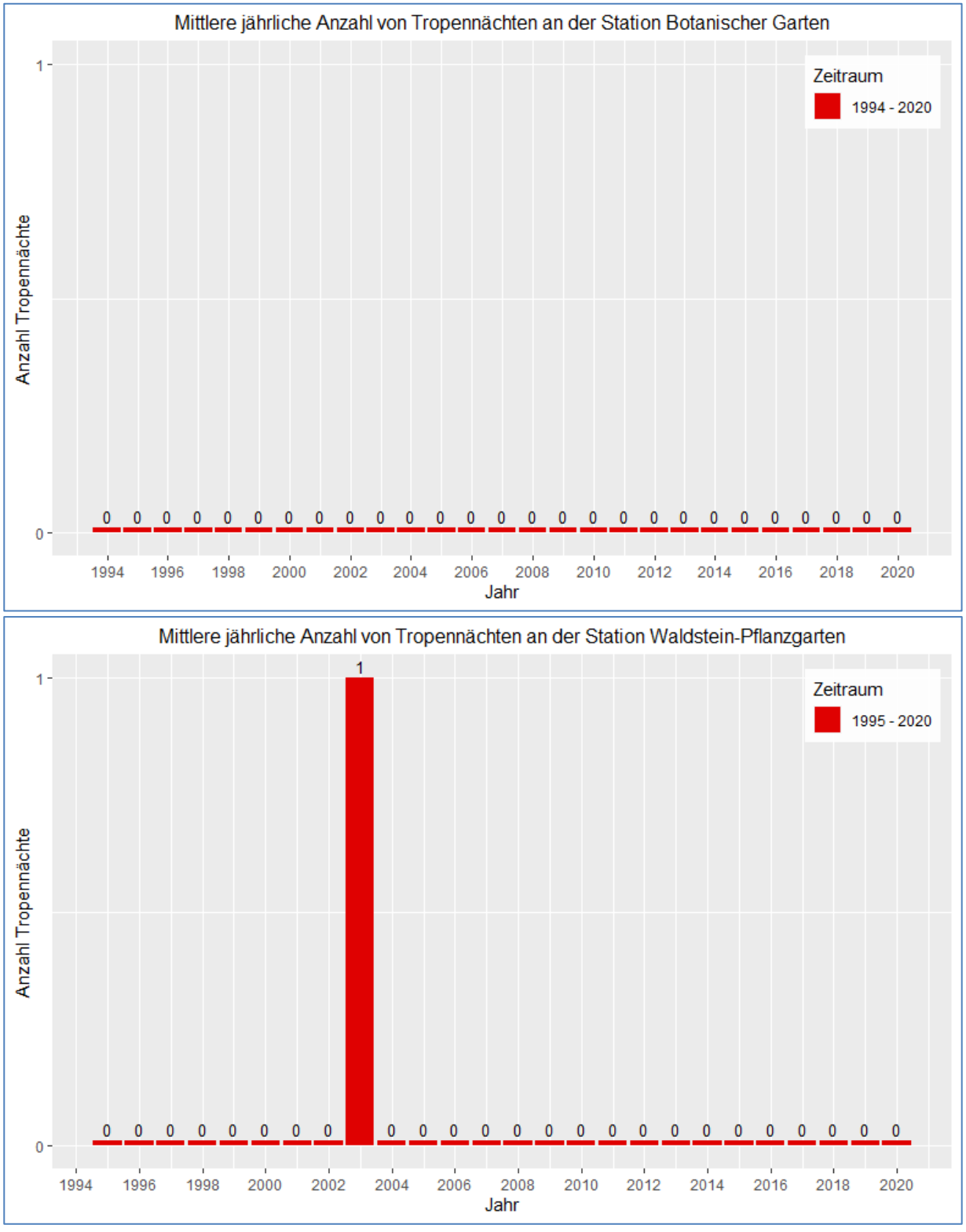


Abbildung 103: Mittlere jährliche Anzahl von Tropennächten an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

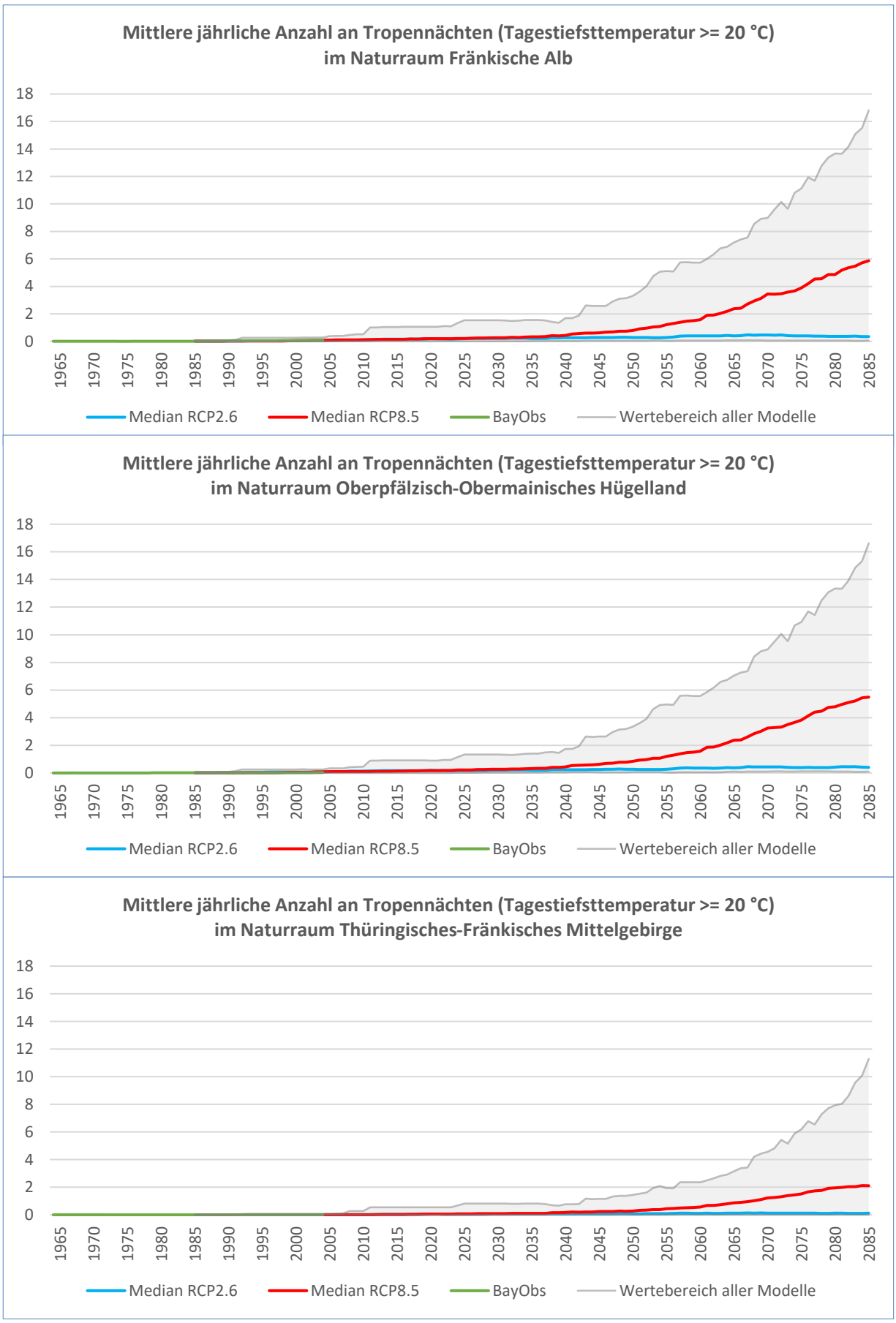


Abbildung 104: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl von Tropennächten in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 53: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl von Tropennächten zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Nächte		0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,8	0,3	5,9
Veränderung	Nächte	-	-	+0,1	+0,2	+0,2	+0,3	+0,8	+0,3	+5,9
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Nächte		0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	0,8	0,4	5,5
Veränderung	Nächte	-	-	+0,0	+0,2	+0,2	+0,2	+0,8	+0,4	+5,5
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Nächte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,1	2,1
Veränderung	Nächte	-	-	+0,0	+0,0	+0,1	+0,1	+0,3	+0,1	+2,1

A.1.13 Eistage

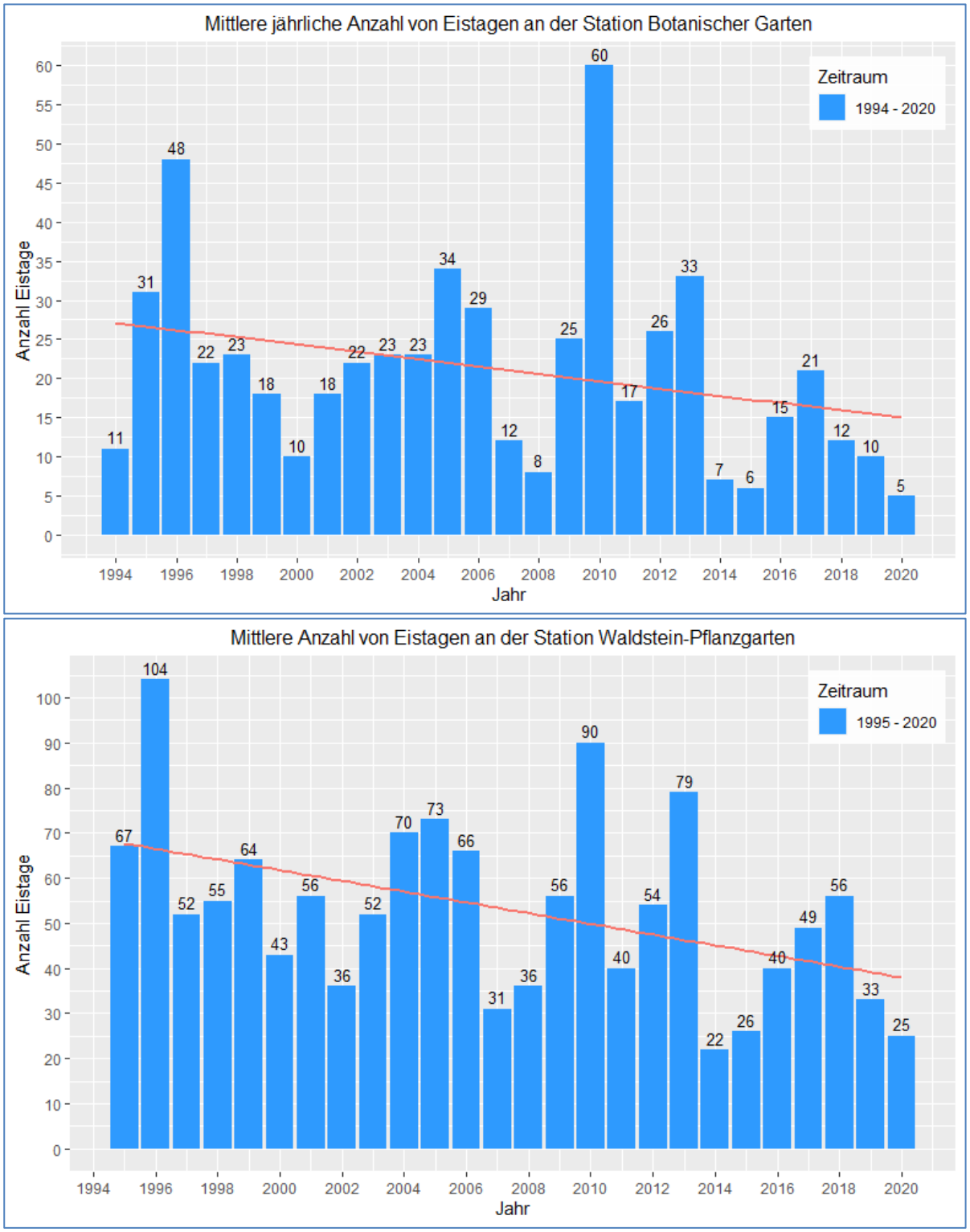


Abbildung 105: Mittlere jährliche Anzahl von Eistagen an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

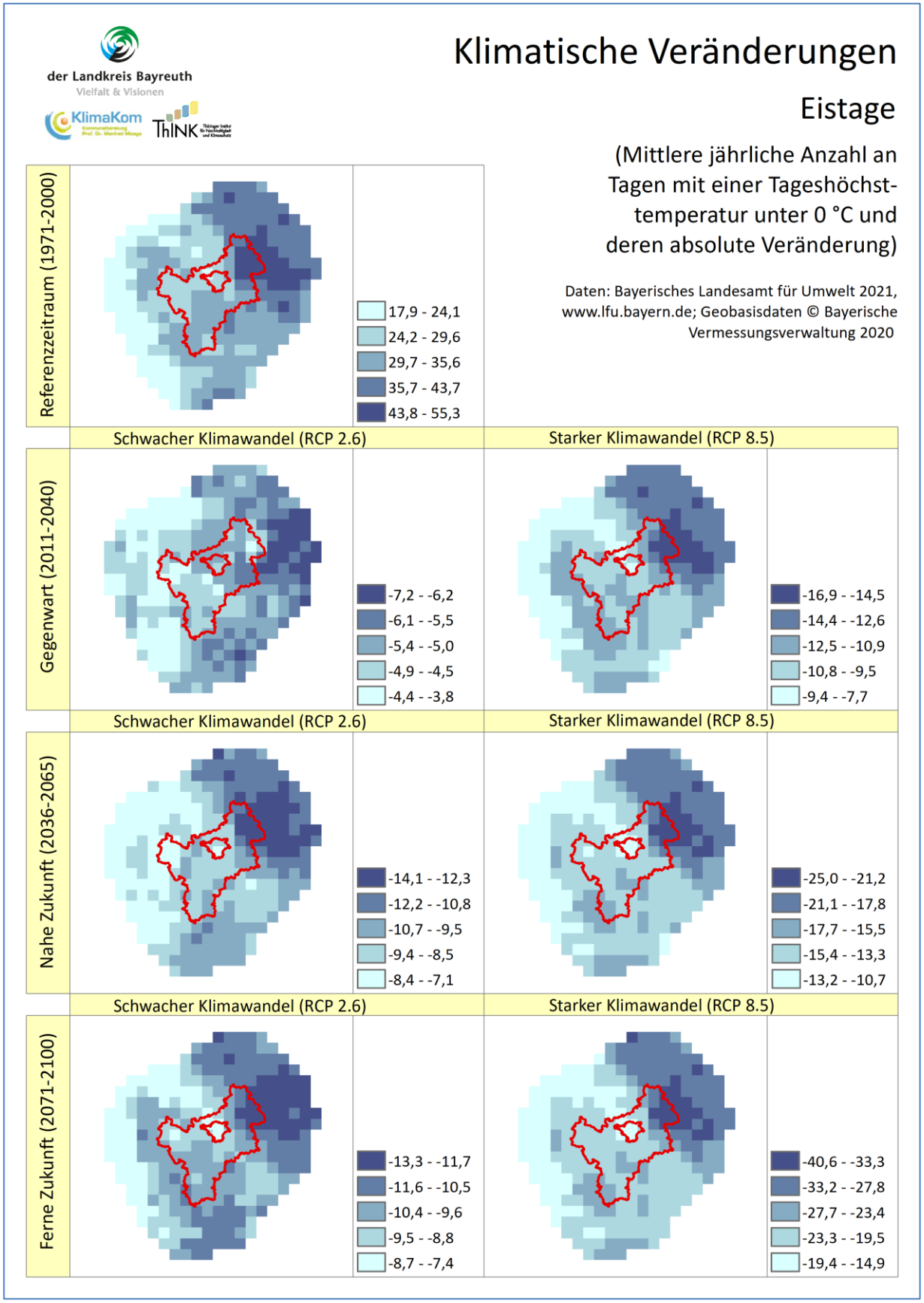


Abbildung 106: Klimaveränderungskarte der mittleren jährlichen Anzahl an Eistagen für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung)

A.1.14 Frosttage

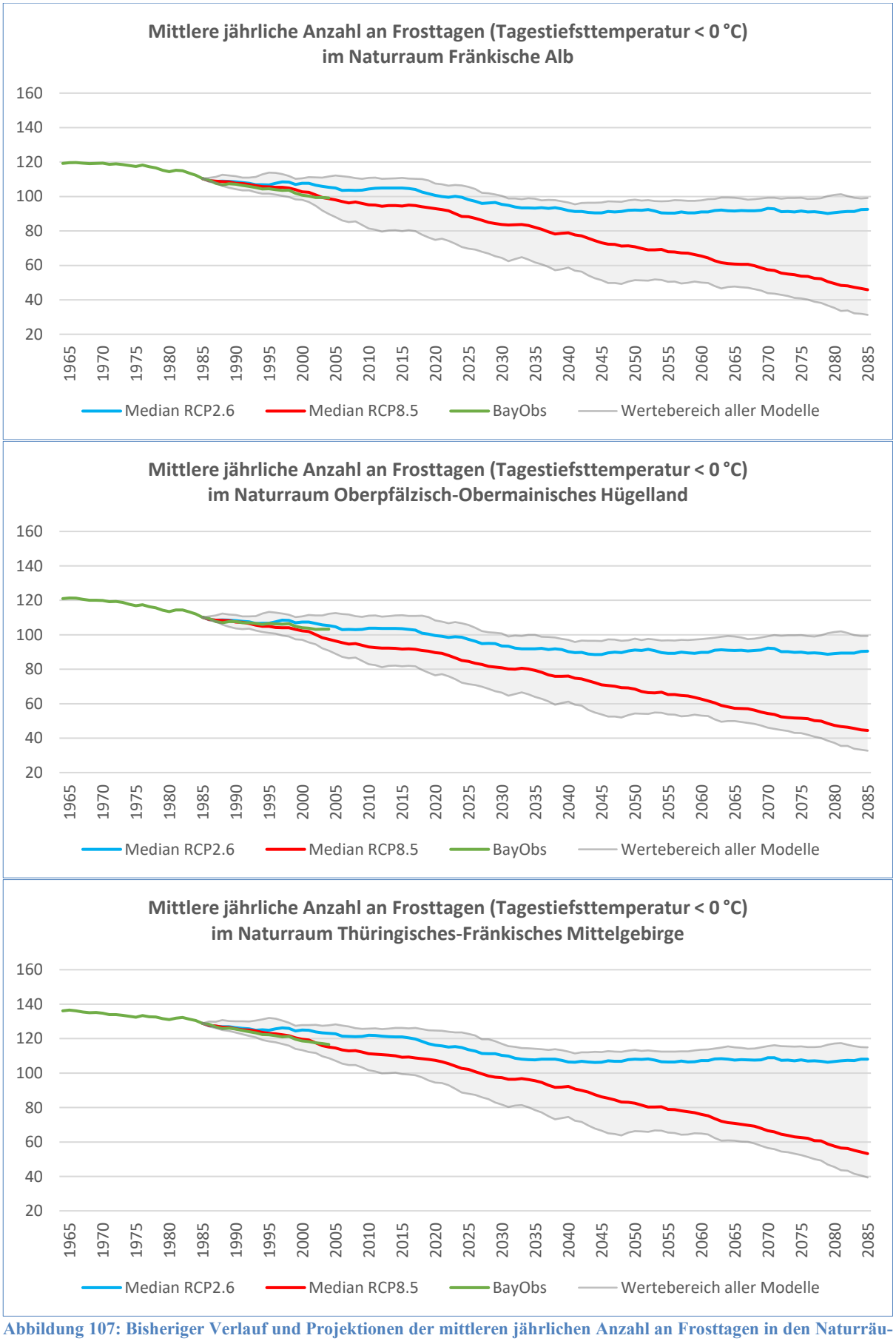
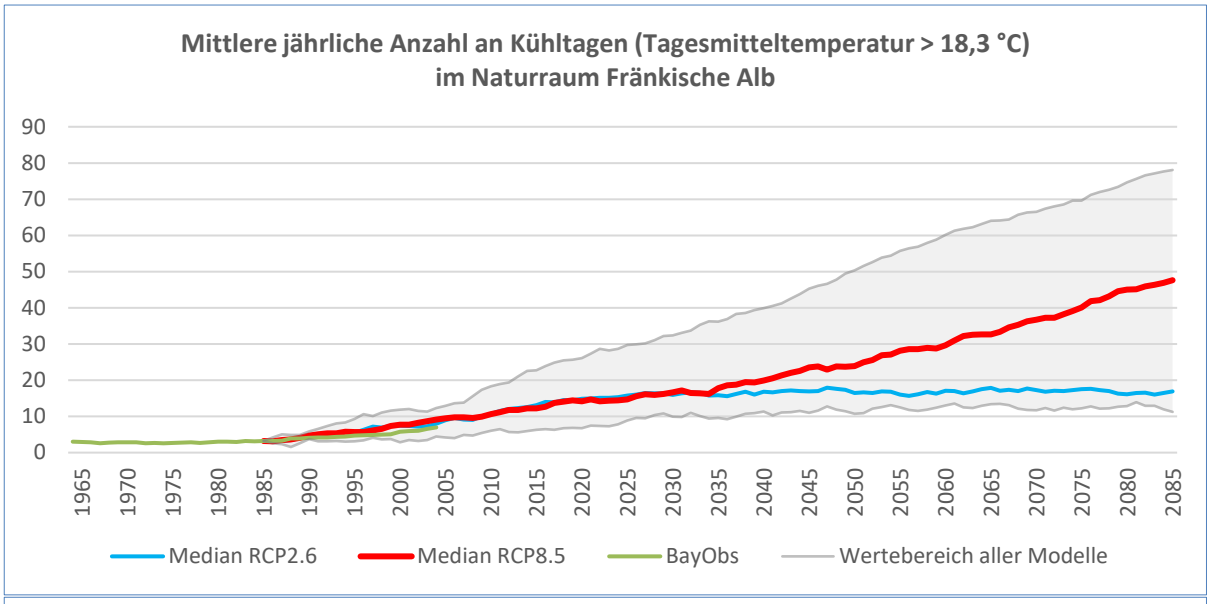


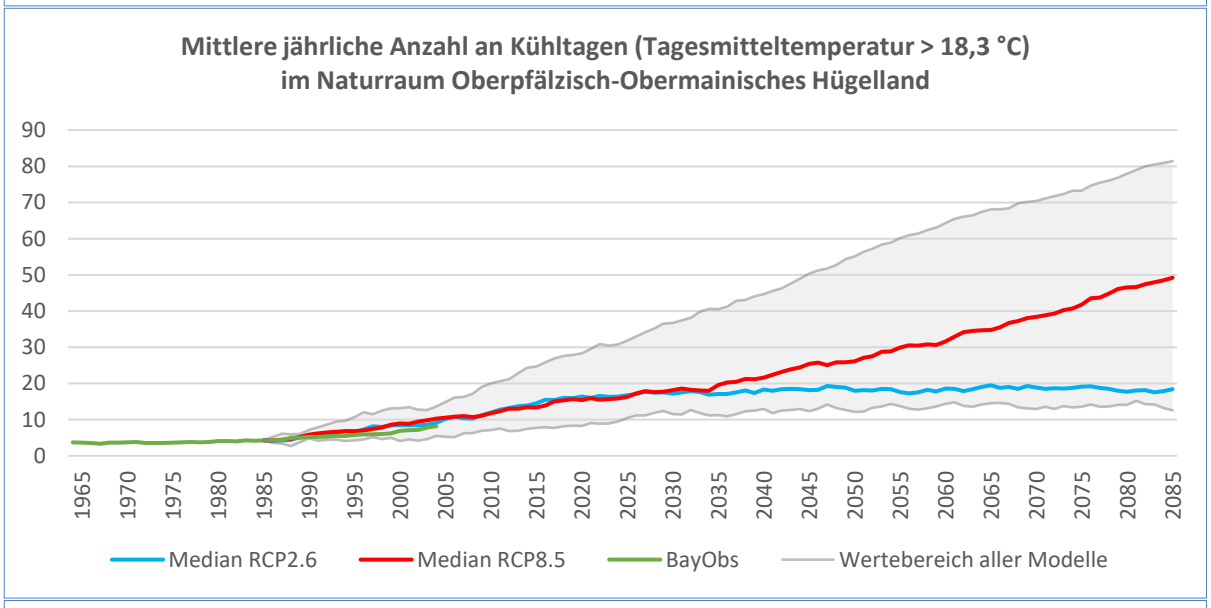
Abbildung 107: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl an Frosttagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 54: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Frosttagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		1951-1980	1971-2000	1990-2019	2011-2040		2036-2065		2071-2100	
Datensatz		BayObs			RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
Naturraum Fränkische Alb										
Tage		119,6	110,4	99,1	98,2	88,3	92,2	70,9	92,6	45,9
Veränderung	Tage	-	-	-11,2	-12,2	-22,1	-18,2	-39,5	-17,8	-64,5
	%	-	-	-10	-11	-20	-16	-36	-16	-58
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Tage		121,4	110,2	103,3	97,3	84,6	91,2	68,4	90,5	44,5
Veränderung	Tage	-	-	-6,9	-12,9	-25,6	-19,0	-41,7	-19,7	-65,7
	%	-	-	-6	-12	-23	-17	-38	-18	-60
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Tage		136,6	128,9	116,6	113,6	102,2	108,1	82,5	108,1	53,2
Veränderung	Tage	-	-	-12,3	-15,3	-26,7	-20,8	-46,4	-20,8	-75,7
	%	-	-	-10	-12	-21	-16	-36	-16	-59

A.1.15 Kühltage





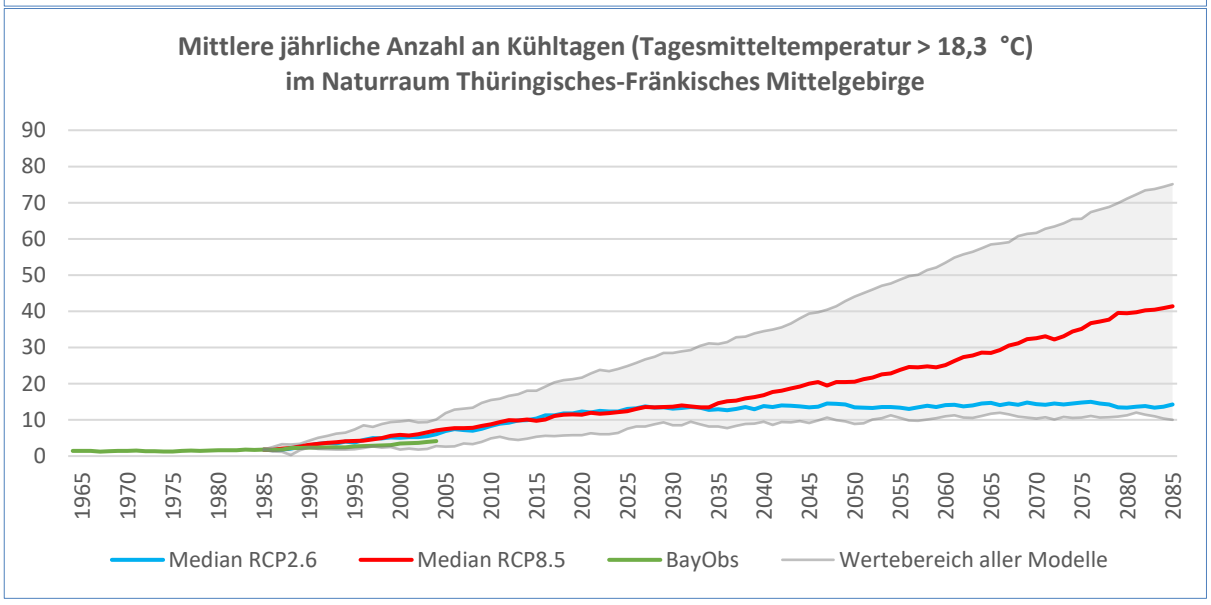


Abbildung 108: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl an Kühltagen in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 55: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Kühltagen zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		1951-1980	1971-2000	1990-2019	2011-2040		2036-2065		2071-2100	
Datensatz		BayObs			RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
Naturraum Fränkische Alb										
Tage		3,0	3,2	7,0	15,8	14,7	16,5	23,9	16,9	47,6
Veränderung	Tage	-	-	+3,7	+12,5	+11,5	+13,3	+20,7	+13,7	+44,4
	%	-	-	+116	+388	+356	+411	+640	+423	+1375
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Tage		3,6	4,3	8,2	16,8	16,3	18,0	26,1	18,4	49,2
Veränderung	Tage	-	-	+3,9	+12,5	+12,0	+13,7	+21,8	+14,1	+44,9
	%	-	-	+90	+289	+279	+317	+505	+327	+1043
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Tage		1,5	1,8	4,1	13,0	12,4	13,4	20,6	14,2	41,4
Veränderung	Tage	-	-	+2,3	+11,2	+10,6	+11,6	+18,8	+12,4	+39,6
	%	-	-	+131	+625	+590	+650	+1047	+694	+2209

A.1.16 Tage mit Schwüle

Hinweis: Es wurden gemäß DWD-Definition alle Tage gezählt, die einen maximalen Dampfdruck von 18,8 hPa oder mehr aufweisen.

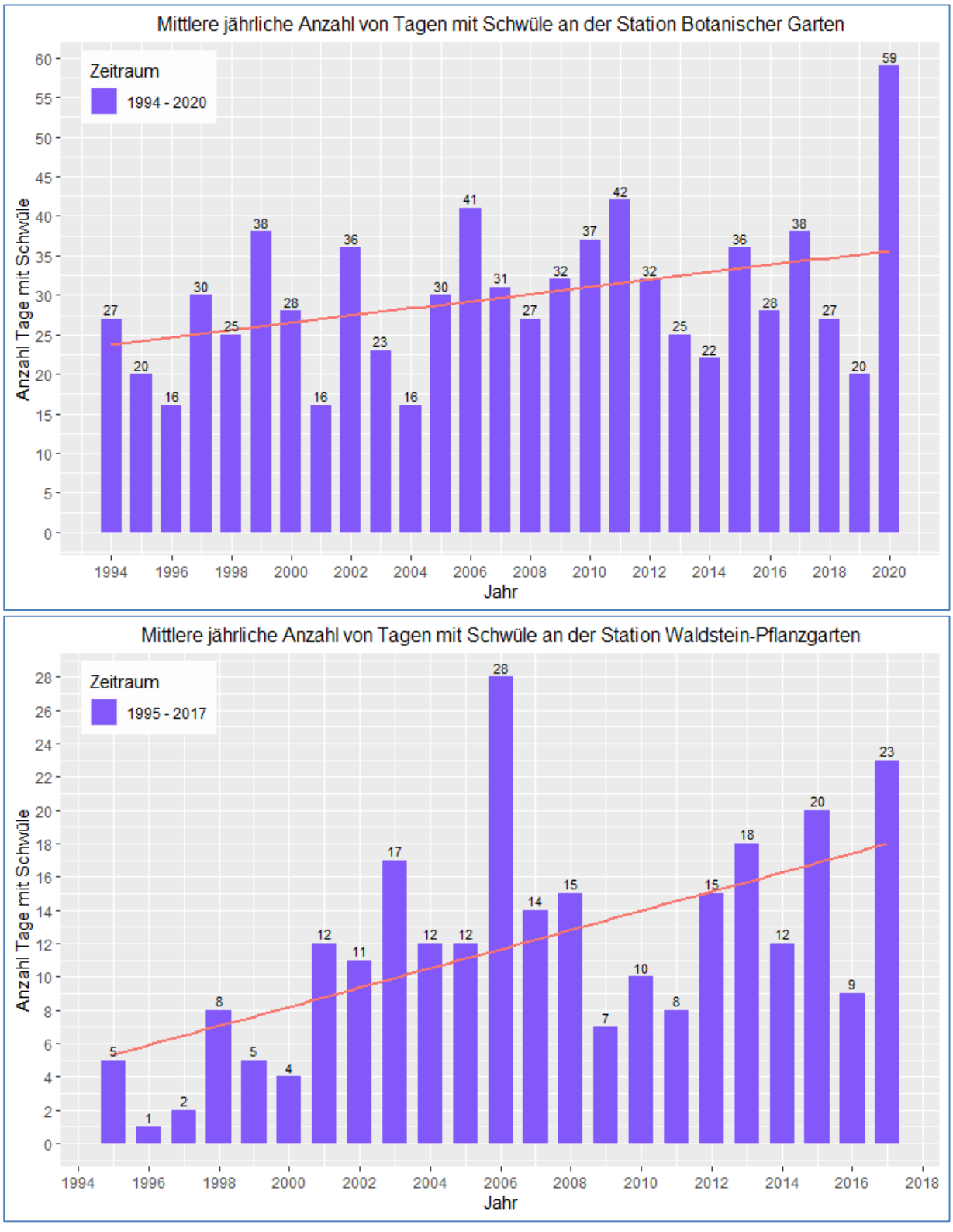


Abbildung 109: Mittlere jährliche Anzahl von Tagen mit Schwüle an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

A.1.17 Jahresniederschlag

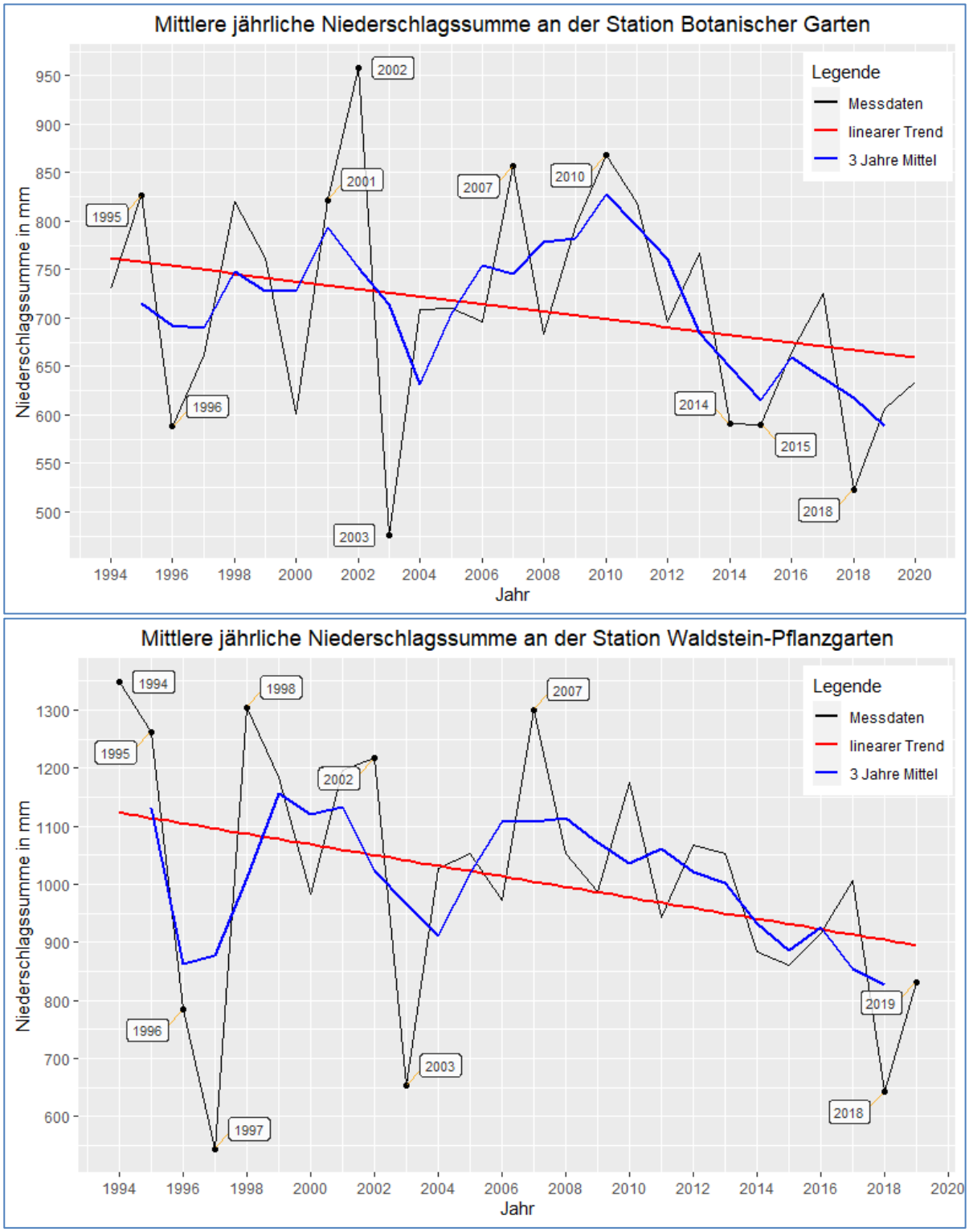


Abbildung 110: Mittlere jährliche Niederschlagssumme an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

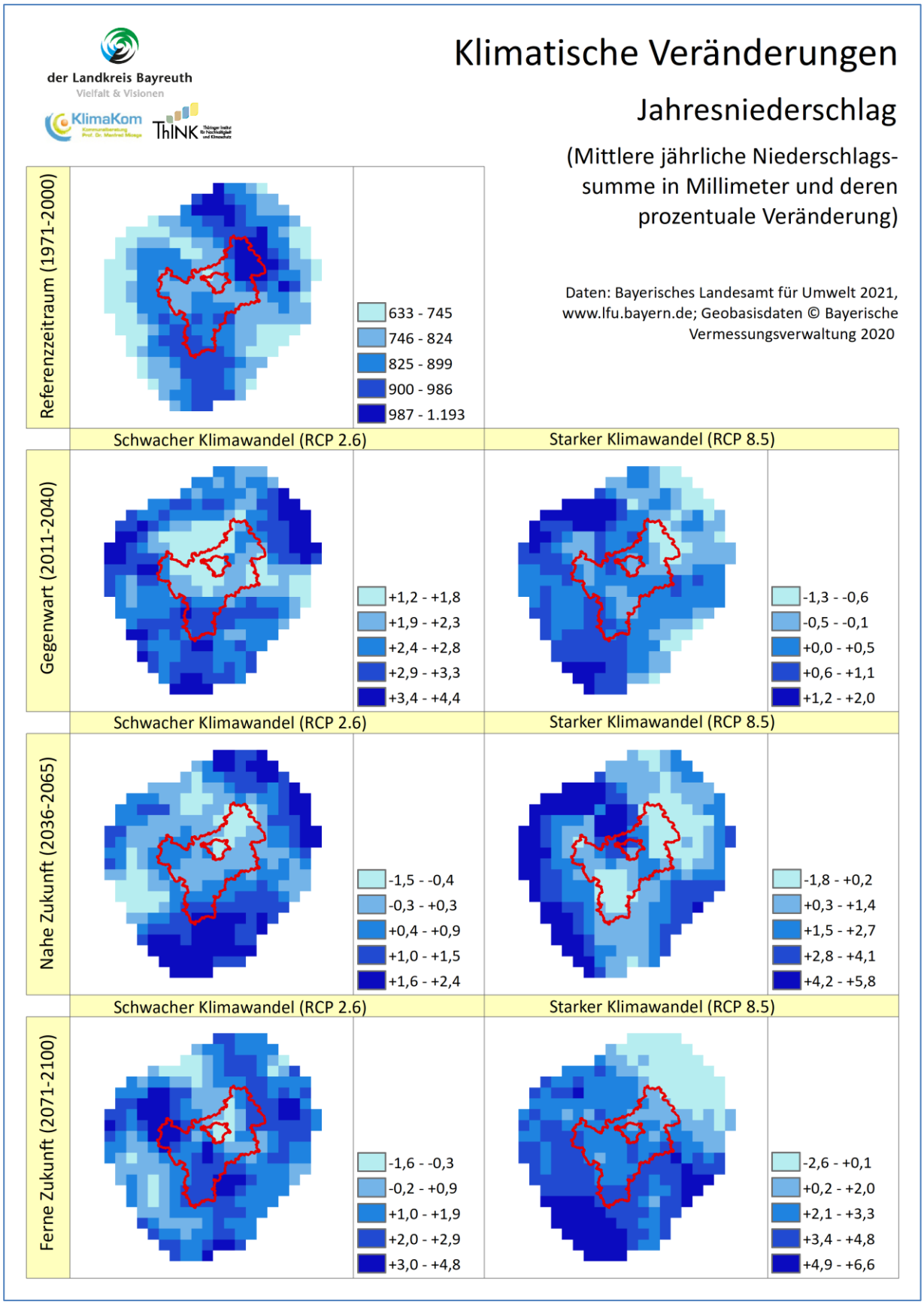
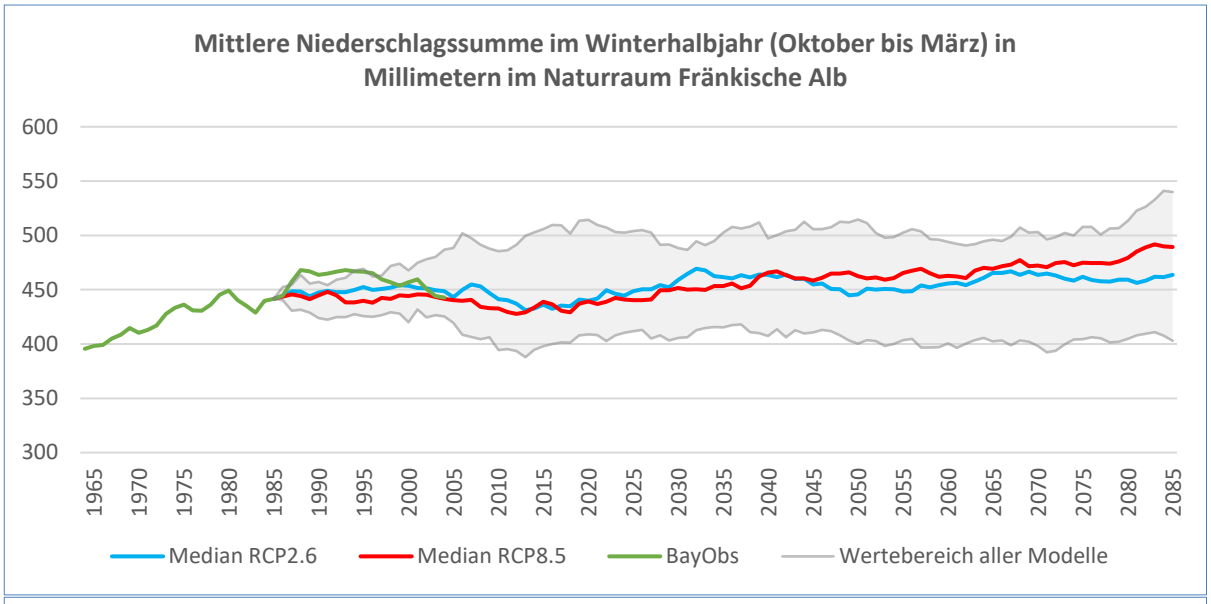
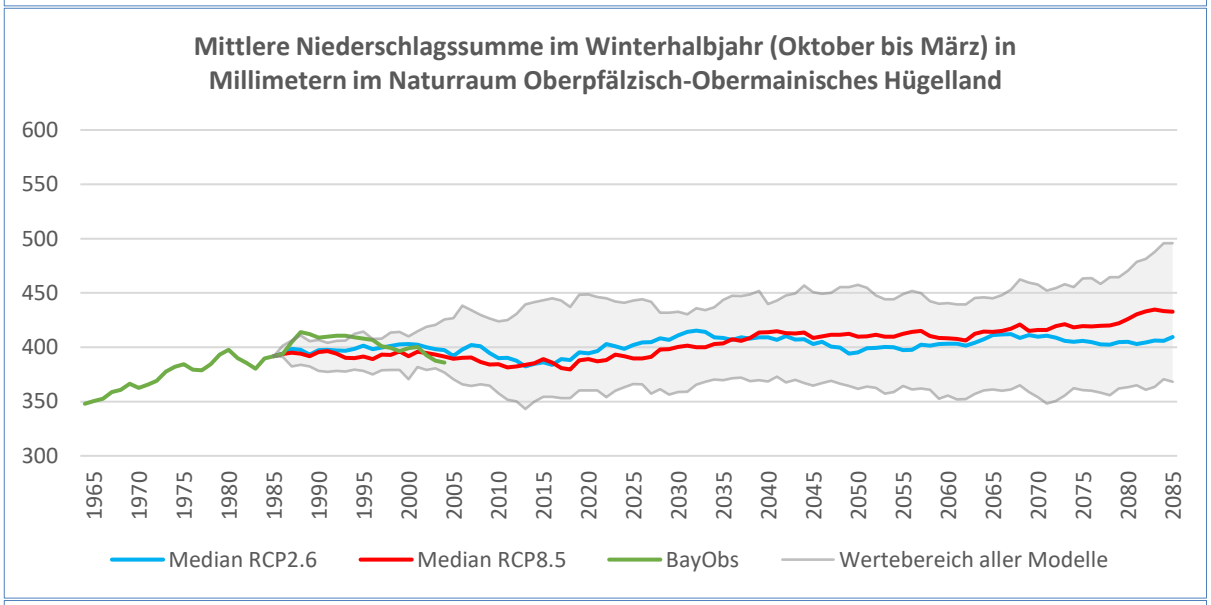


Abbildung 111: Klimaveränderungskarte des mittleren Jahresniederschlages für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung)

A.1.18 Niederschlag im Winterhalbjahr





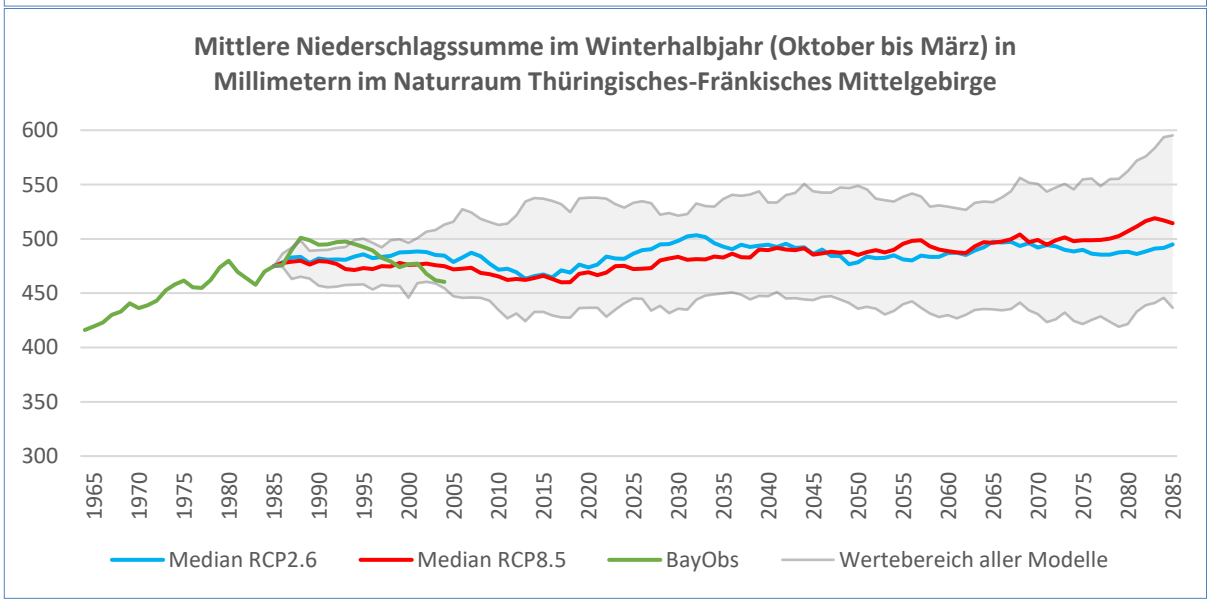
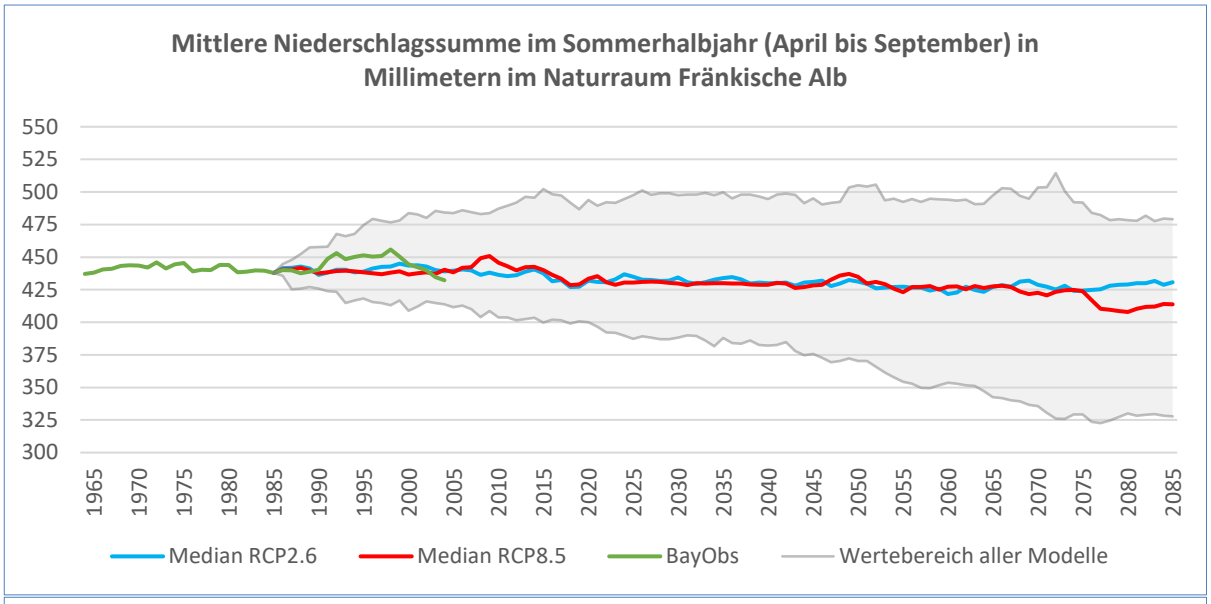


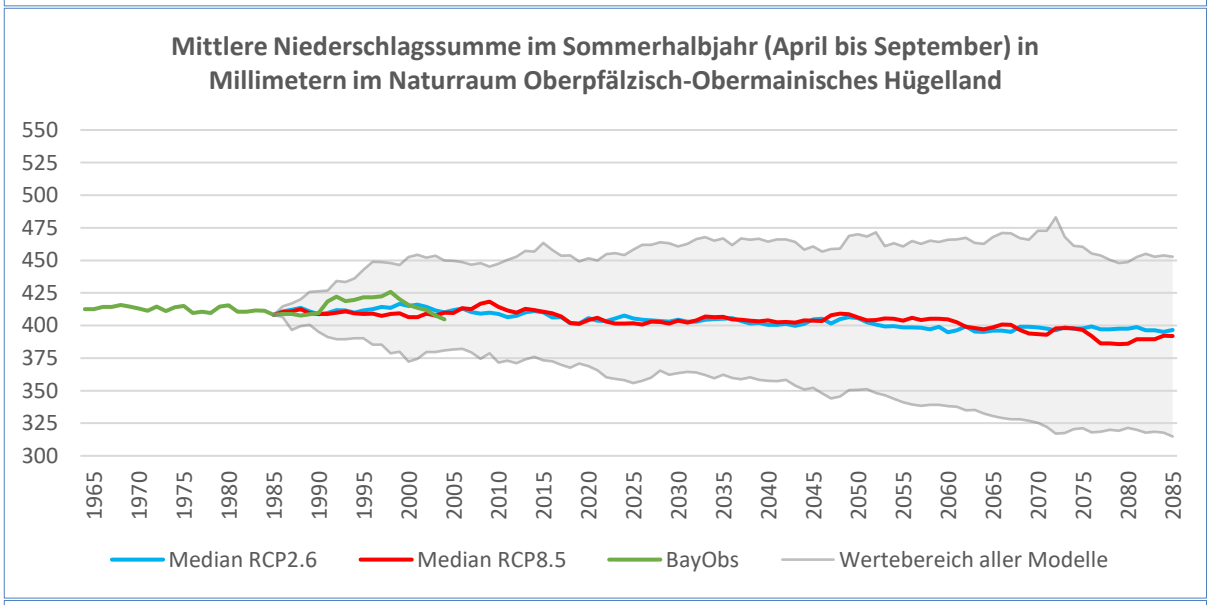
Abbildung 112: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Niederschlagssumme im Winterhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 56: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Winterhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Millimeter		398	442	443	449	441	446	462	464	489
Veränderung	Millim.	-	-	+1	+7	-1	+4	+21	+22	+48
	%	-	-	0	+2	0	+1	+5	+5	+11
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Millimeter		351	392	386	402	390	395	410	410	433
Veränderung	Millim.	-	-	-6	+10	-2	+4	+18	+18	+41
	%	-	-	-1	+3	-1	+1	+5	+5	+10
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Millimeter		419	475	460	486	472	478	485	495	514
Veränderung	Millim.	-	-	-14	+12	-2	+4	+10	+20	+40
	%	-	-	-3	+2	-1	+1	+2	+4	+8

A.1.19 Niederschlag im Sommerhalbjahr





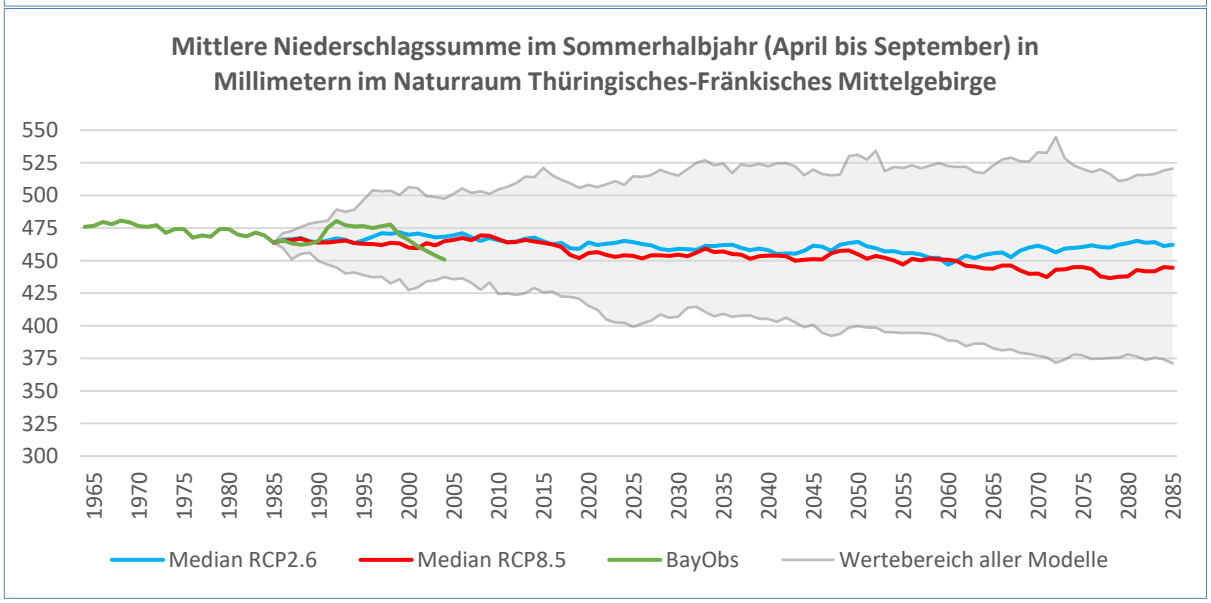


Abbildung 113: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 57: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Millimeter		438	438	432	435	430	431	435	431	414
Veränderung	Millim.	-	-	-6	-3	-7	-6	-3	-7	-24
	%	-	-	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-5
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Millimeter		413	408	405	405	402	406	406	397	392
Veränderung	Millim.	-	-	-3	-3	-6	-3	-2	-12	-16
	%	-	-	-1	-1	-2	-1	0	-3	-4
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Millimeter		477	464	451	464	454	464	455	462	444
Veränderung	Millim.	-	-	-13	+1	-10	+1	-9	-2	-19
	%	-	-	-3	0	-2	0	-2	0	-4

A.1.20 Niederschlag in der Vegetationsperiode 1

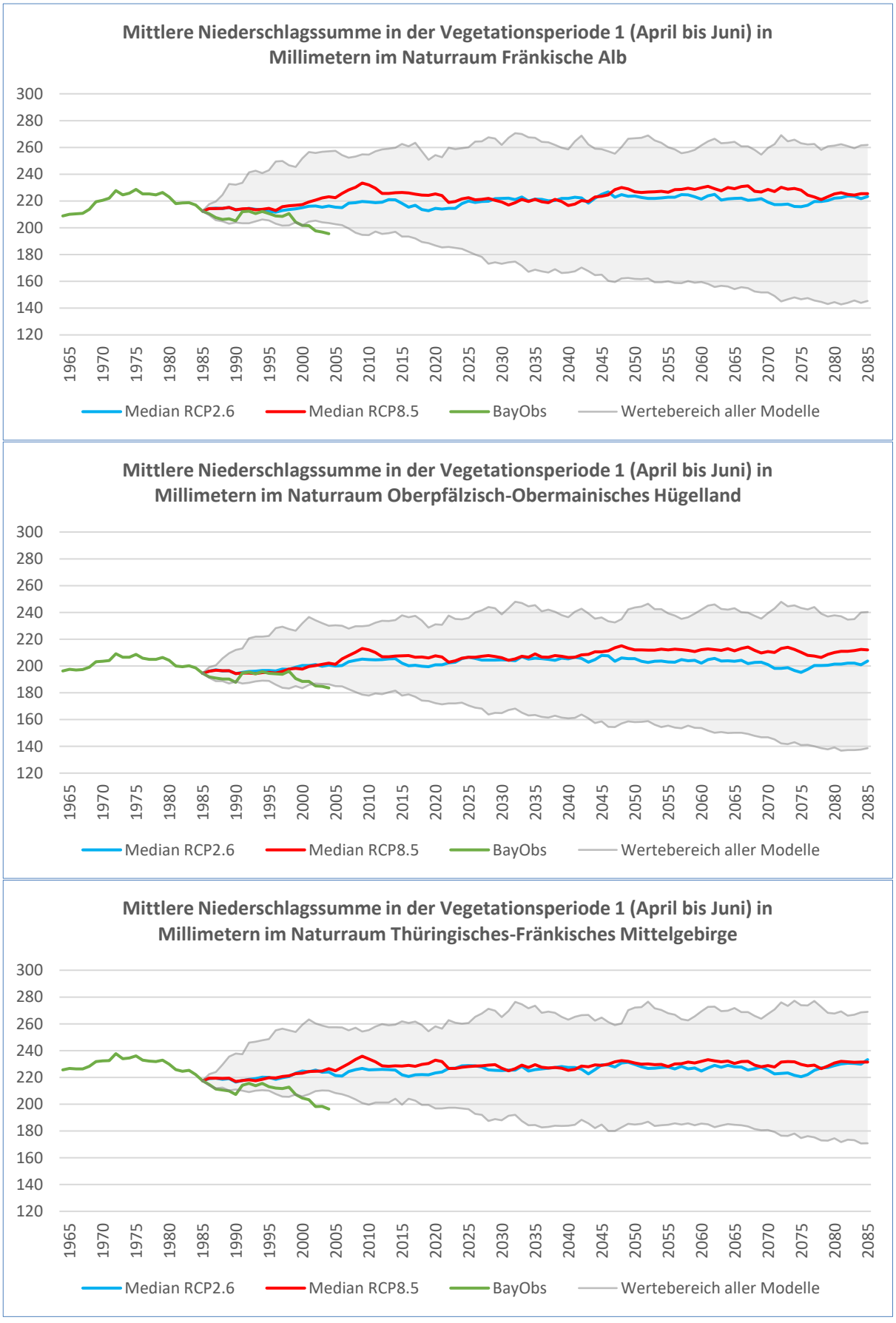


Abbildung 114: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode 1 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 58: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode 1 zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Millimeter		210	212	196	220	222	224	227	223	225
Veränderung	Millim.	-	-	-17	+8	+10	+11	+15	+11	+13
	%	-	-	-8	+4	+5	+5	+7	+5	+6
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Millimeter		197	195	184	207	207	206	212	204	212
Veränderung	Millim.	-	-	-11	+12	+12	+11	+18	+9	+17
	%	-	-	-6	+6	+6	+6	+9	+5	+9
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Millimeter		227	217	196	229	228	230	231	233	231
Veränderung	Millim.	-	-	-21	+11	+11	+12	+13	+16	+14
	%	-	-	-10	+5	+5	+6	+6	+7	+6

A.1.21 Niederschlag in der Vegetationsperiode 2

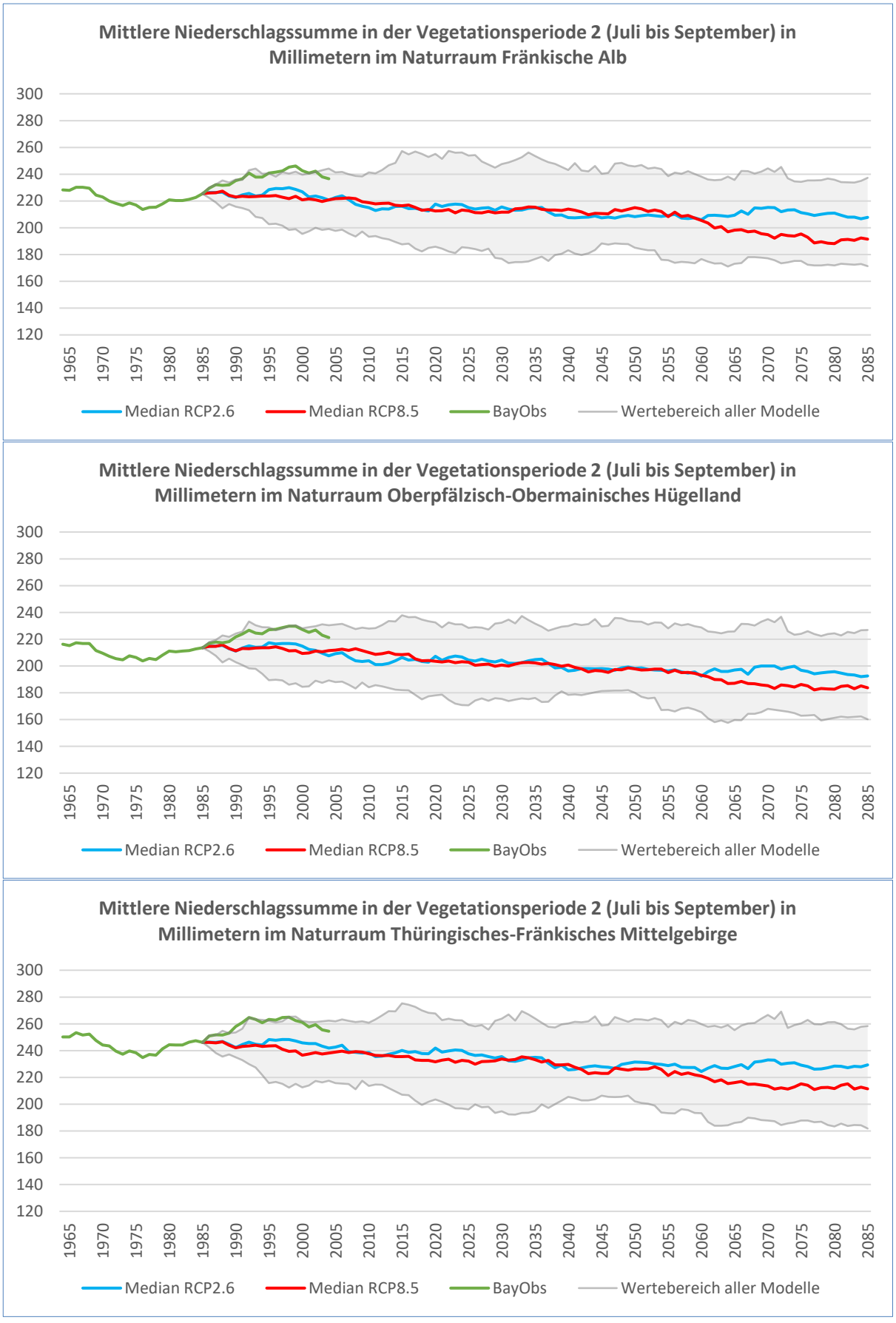
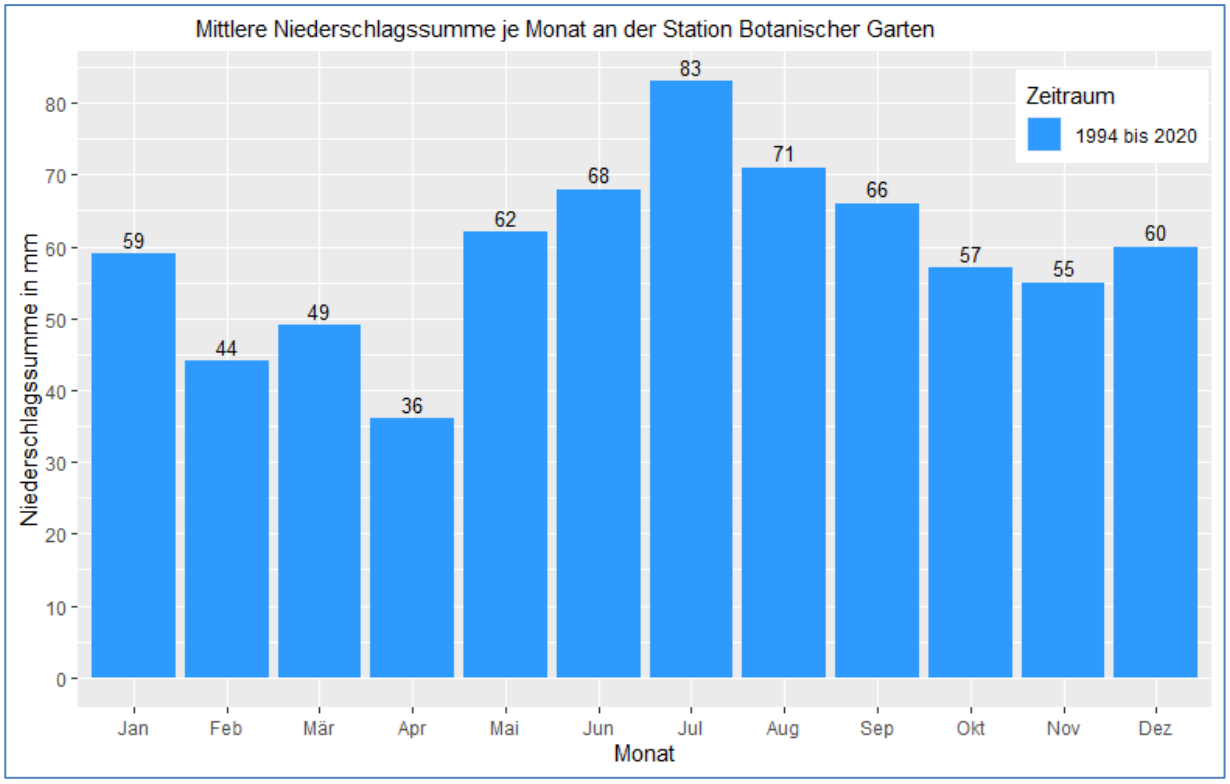


Abbildung 115: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode 2 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 59: Veränderung der mittleren Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode 2 zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Millimeter		228	225	237	215	213	208	215	208	191
Veränderung	Millim.	-	-	+11	-10	-13	-17	-10	-18	-34
	%	-	-	+5	-5	-6	-8	-5	-8	-15
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Millimeter		215	214	221	204	203	198	198	192	184
Veränderung	Millim.	-	-	+7	-9	-11	-15	-16	-21	-30
	%	-	-	+3	-4	-5	-7	-7	-10	-14
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Millimeter		250	246	254	238	232	232	226	229	211
Veränderung	Millim.	-	-	+8	-9	-14	-15	-20	-17	-35
	%	-	-	+3	-3	-6	-6	-8	-7	-14

A.1.22 Monatsniederschlag



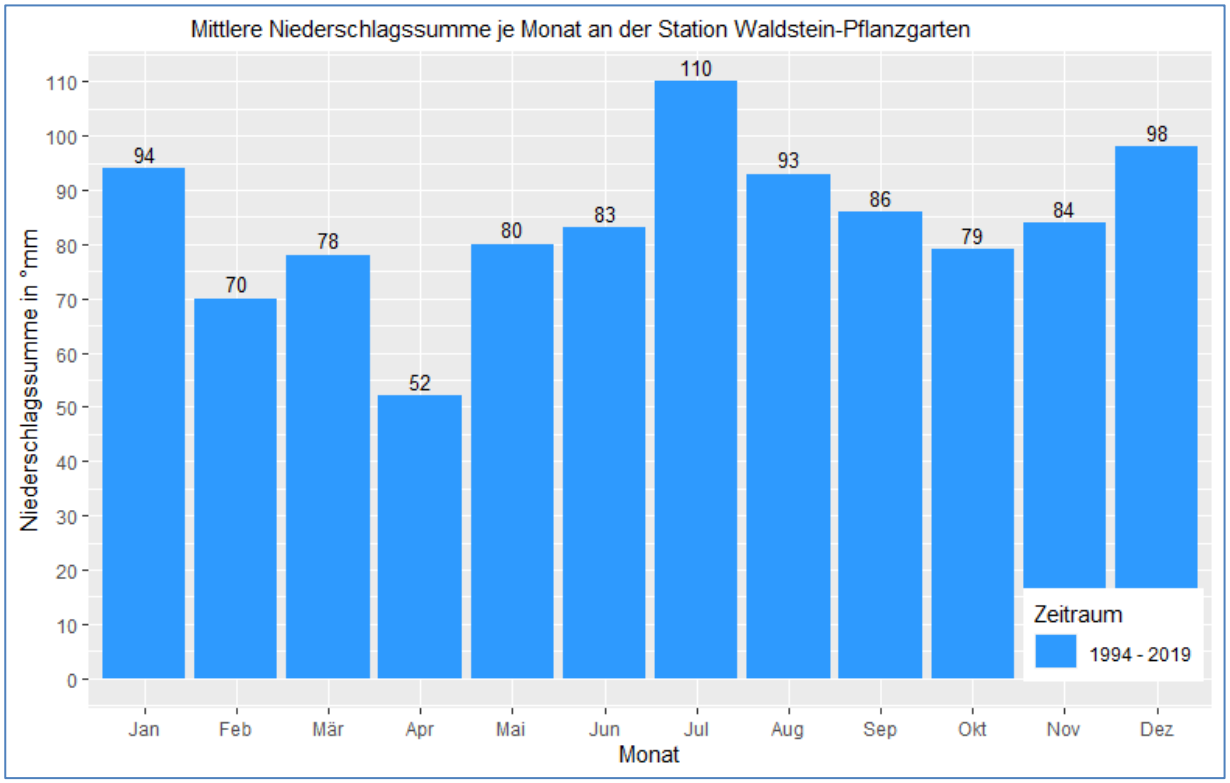


Abbildung 116: Vergleich der mittleren Monatsniederschläge für den Messzeitraum von 1994 bis 2019/2020 am Beispiel der beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

A.1.23 Starkregentage 25 mm

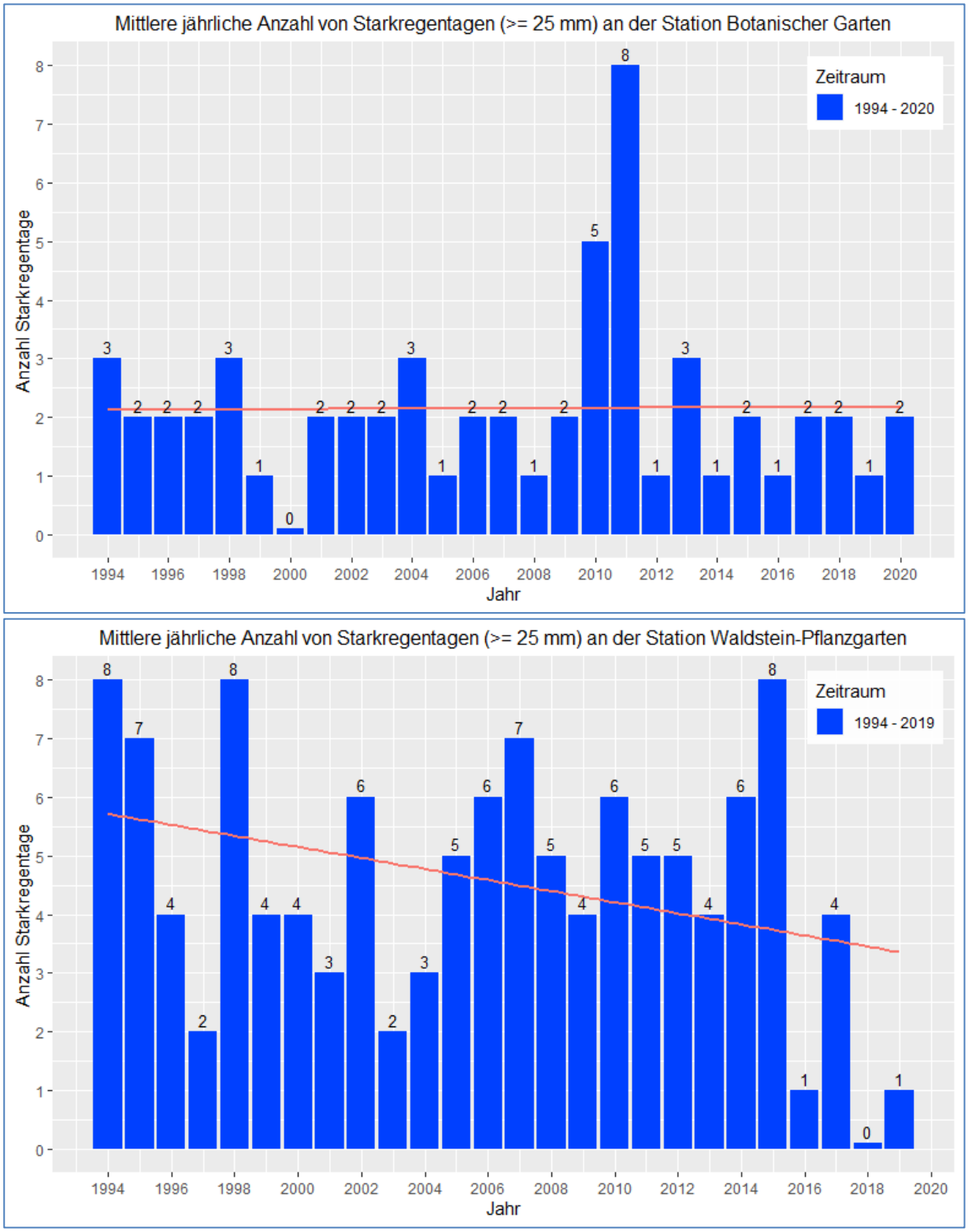


Abbildung 117: Mittlere jährliche Anzahl von Starkregentagen (>=25 mm) an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

A.1.24 Starkregentage 30 mm

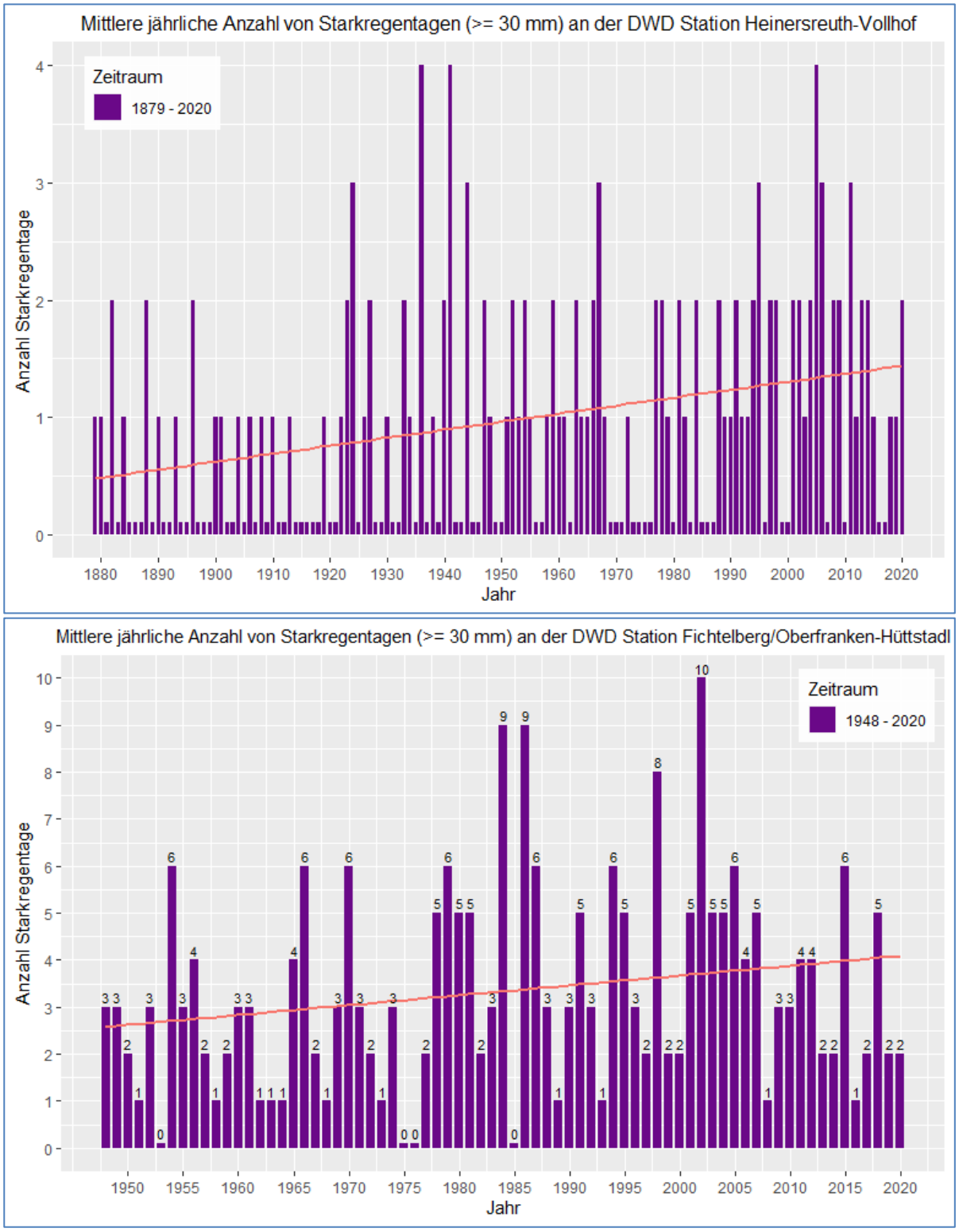


Abbildung 118: Mittlere jährliche Anzahl von Starkregentagen (>= 30 mm) an den beiden DWD-Stationen. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

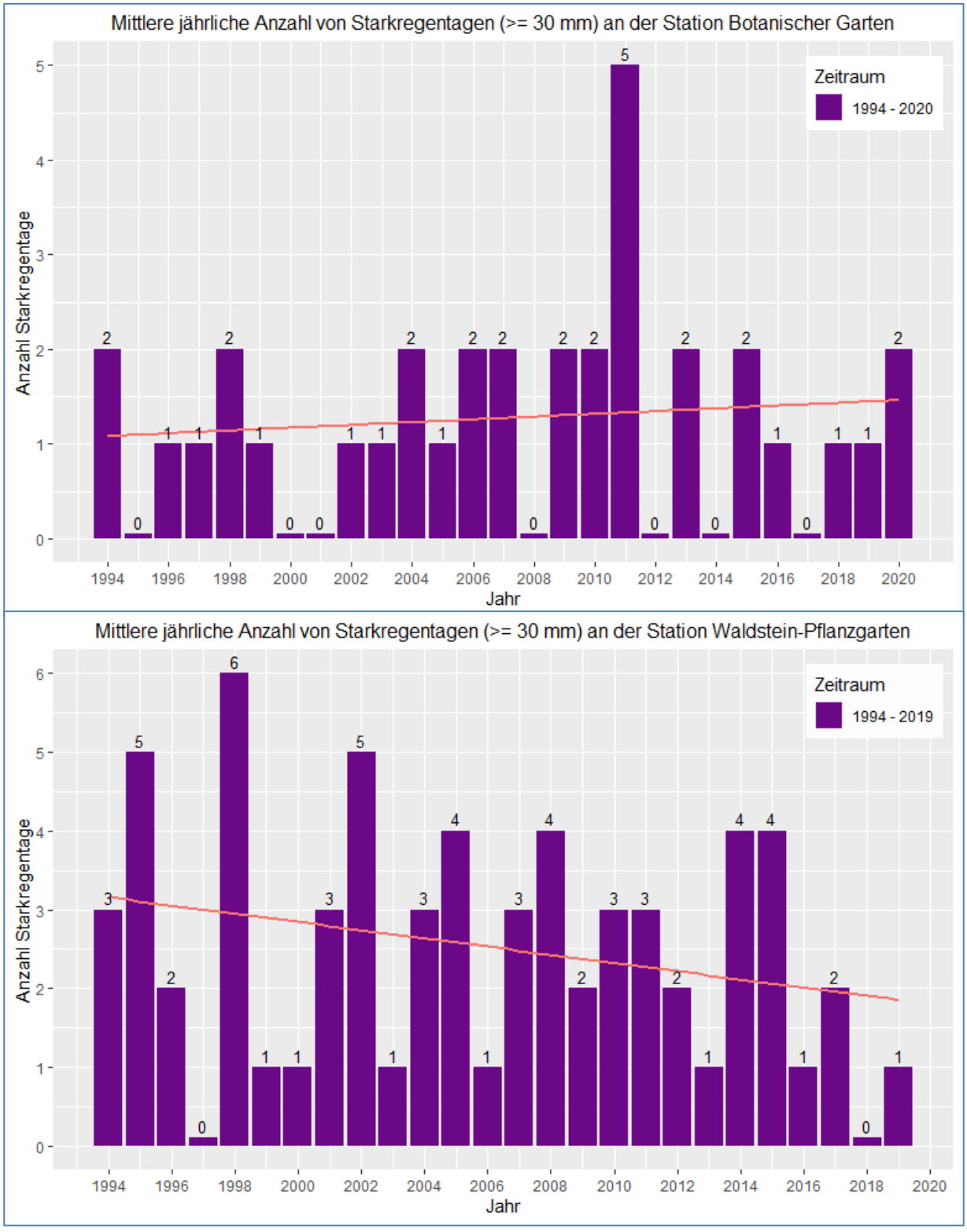


Abbildung 119: Mittlere jährliche Anzahl von Starkregentagen (>=30 mm) an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

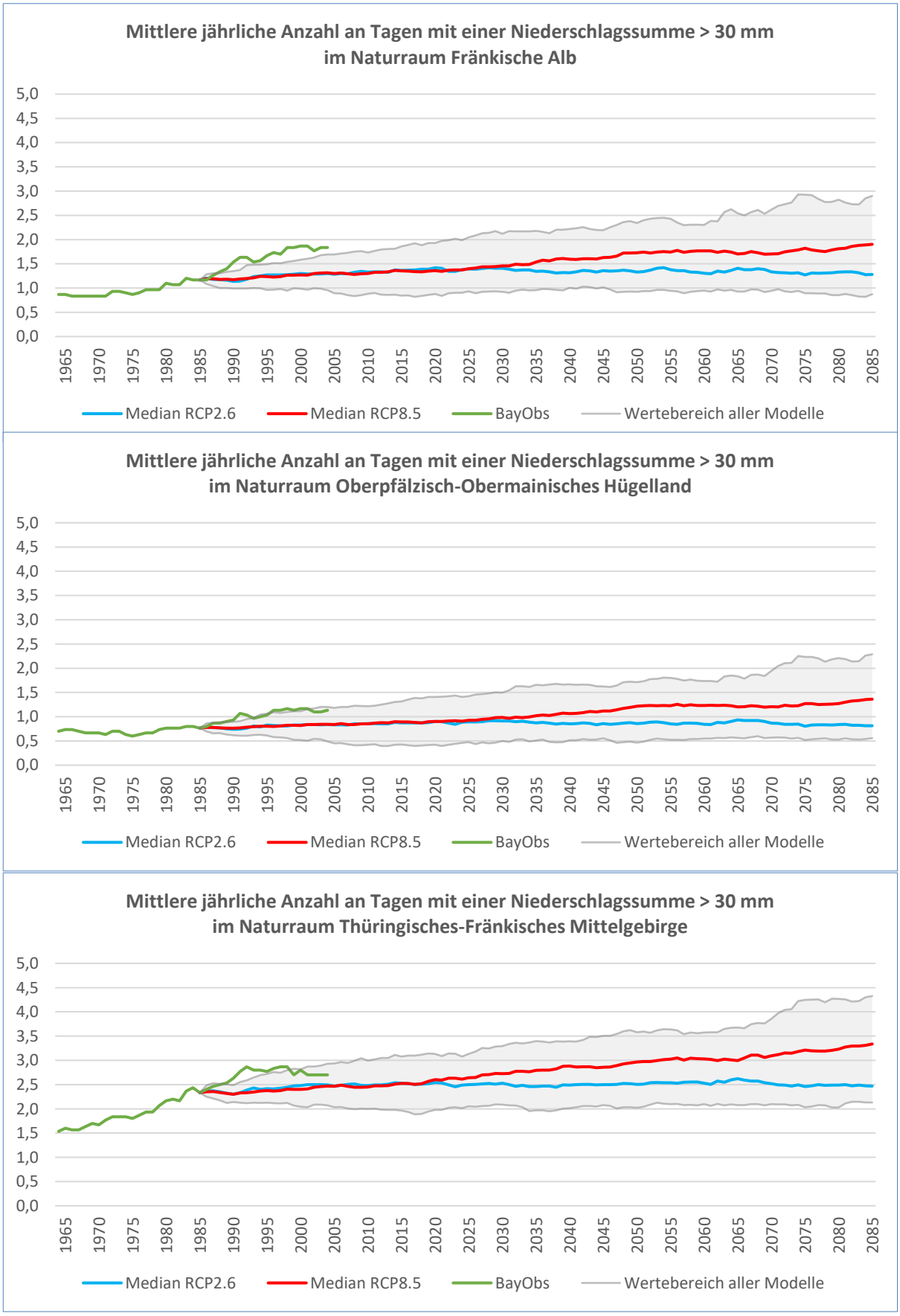


Abbildung 120: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl von Starkregentagen (>= 30 mm) in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 60: Veränderung der mittleren jährlichen Anzahl an Starkregentagen (>= 30 mm) zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Tage		0,9	1,2	1,8	1,4	1,4	1,3	1,7	1,3	1,9
Veränderung	Tage	-	-	+0,7	+0,2	+0,2	+0,2	+0,6	+0,1	+0,7
	%	-	-	+57	+19	+20	+14	+48	+10	+63
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
		0,7	0,8	1,1	0,9	0,9	0,9	1,2	0,8	1,4
Veränderung	Tage	-	-	+0,4	+0,1	+0,2	+0,1	+0,4	+0,0	+0,6
	%	-	-	+48	+16	+21	+12	+58	+6	+78
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
		1,6	2,3	2,7	2,5	2,6	2,5	3,0	2,5	3,3
Veränderung	Tage	-	-	+0,4	+0,2	+0,3	+0,2	+0,6	+0,1	+1,0
	%	-	-	+16	+7	+13	+7	+27	+6	+43

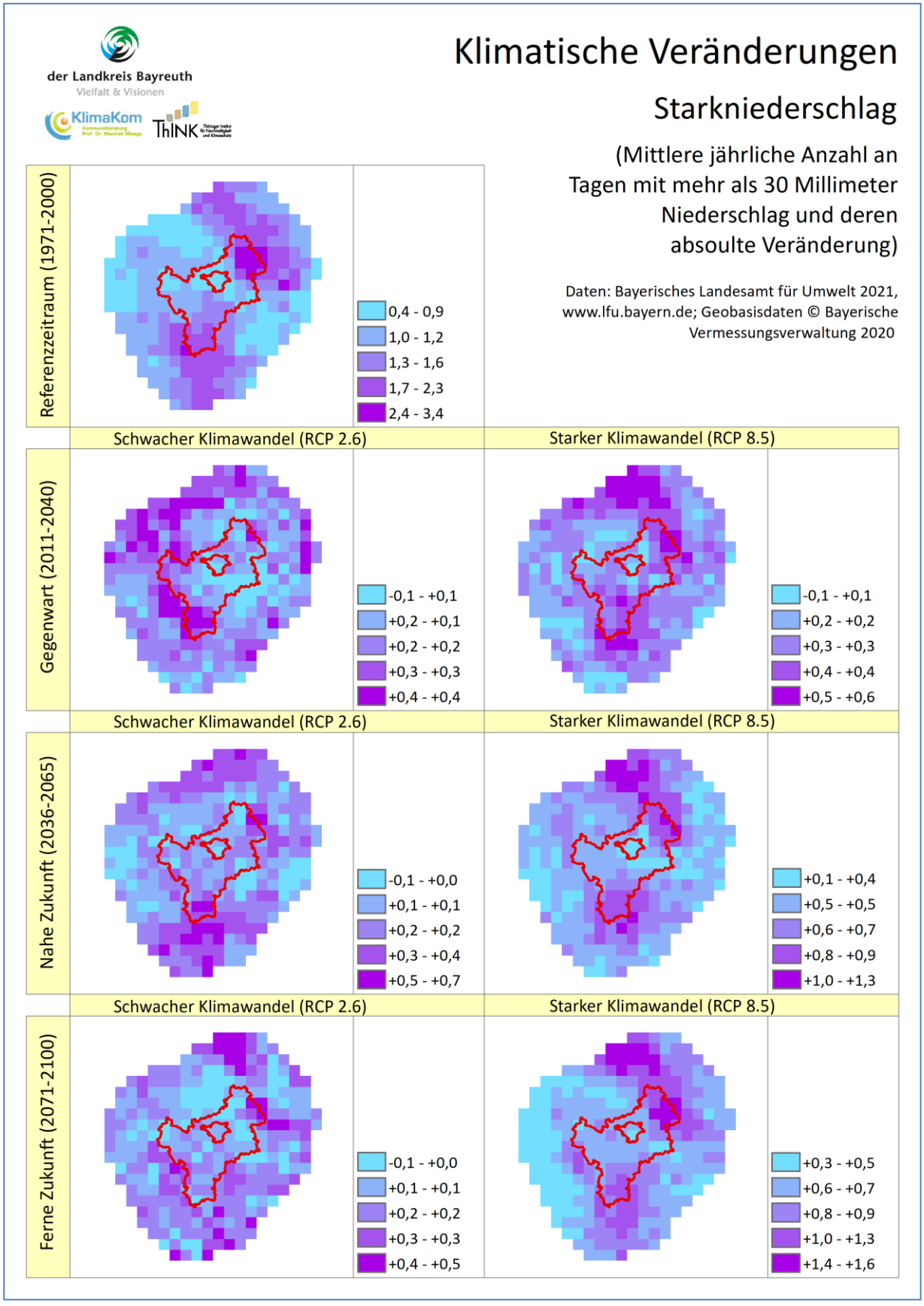
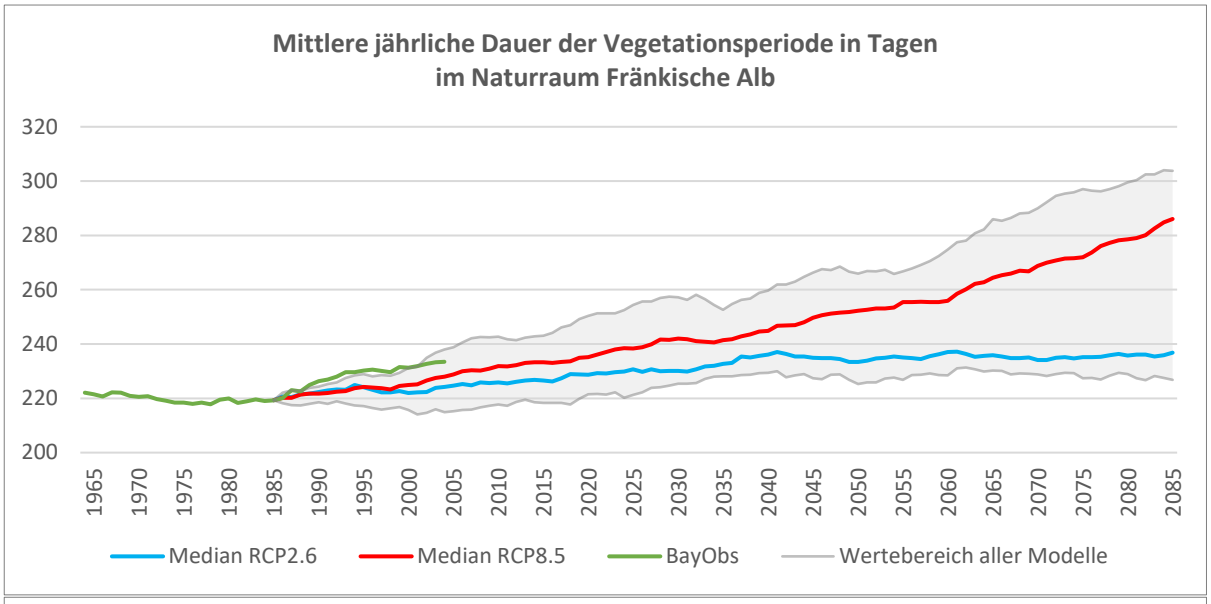
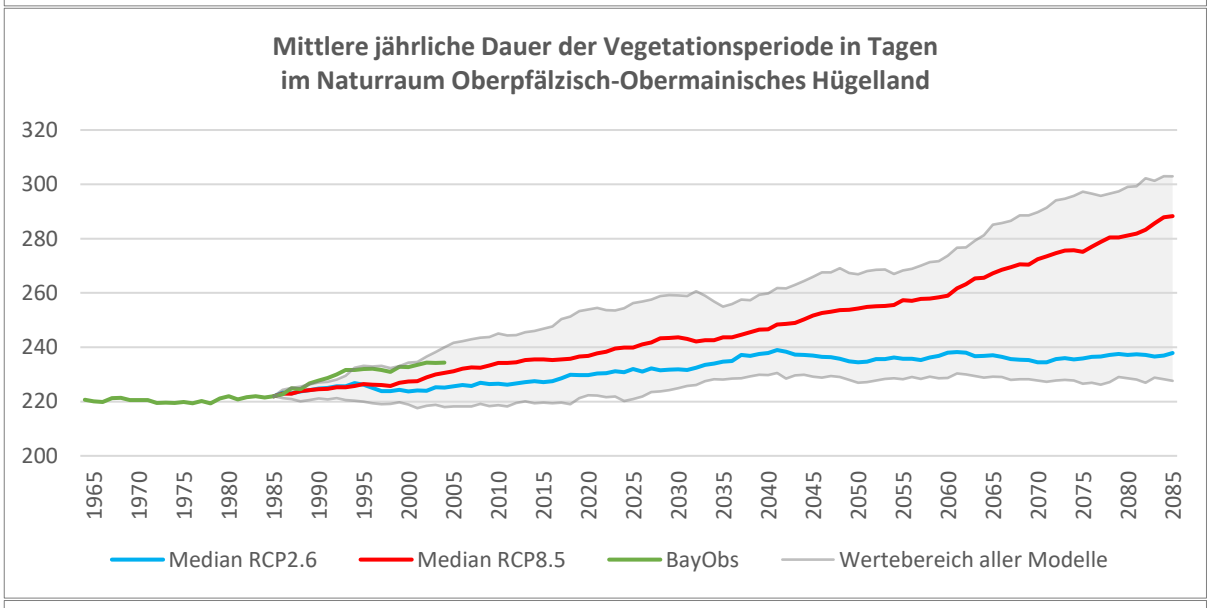


Abbildung 121: Klimaveränderungskarte der mittleren jährlichen Anzahl an Starkregentagen (>= 30 mm) für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung)

A.1.25 Vegetationsperiode





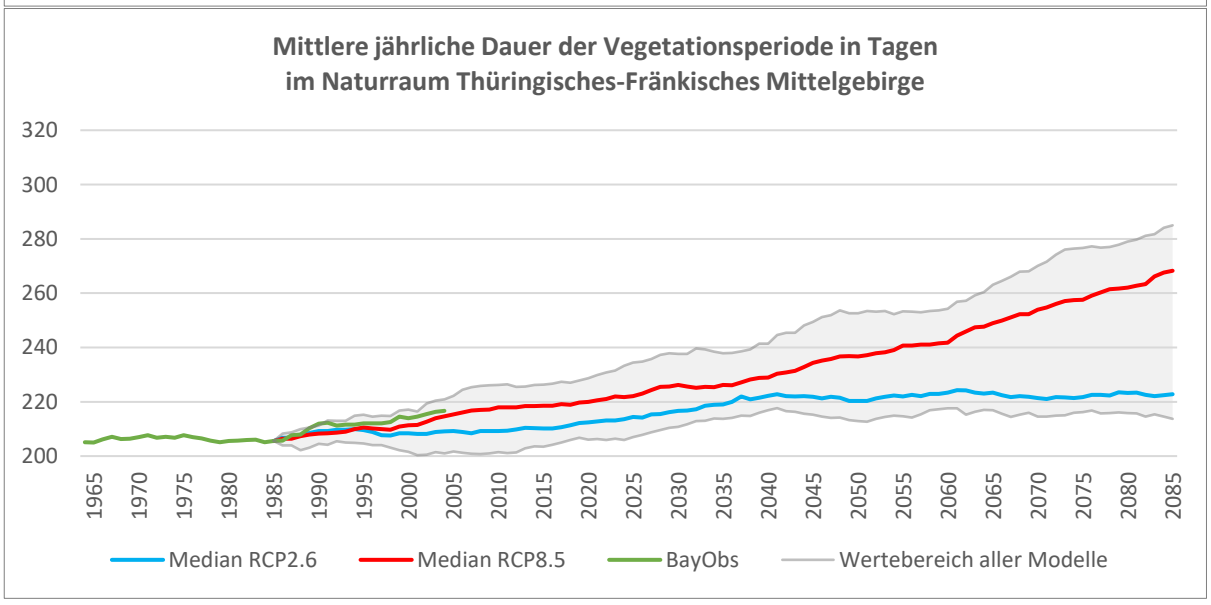


Abbildung 122: Bisheriger Verlauf und Projektionen der mittleren jährlichen Anzahl Dauer der Vegetationsperiode in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 61: Veränderung der mittleren jährlichen Dauer der Vegetationsperiode zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		**1951-1980**	**1971-2000**	**1990-2019**	**2011-2040**		**2036-2065**		**2071-2100**	
Datensatz		**BayObs**			**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**	**RCP2.6**	**RCP8.5**
Naturraum Fränkische Alb										
Tage		221,5	219,3	233,5	230,7	238,3	233,4	252,3	236,8	286,0
Veränderung	Tage	-	-	+14,2	+11,4	+19,1	+14,1	+33,0	+17,5	+66,8
	%	-	-	+6	+5	+9	+6	+15	+8	+30
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Tage		220,1	221,9	234,3	232,0	239,9	234,5	254,2	237,9	288,3
Veränderung	Tage	-	-	+12,4	+10,1	+18,0	+12,5	+32,3	+16,0	+66,4
	%	-	-	+6	+5	+8	+6	+15	+7	+30
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Tage		205,0	205,5	216,7	214,4	222,1	220,3	236,6	222,8	268,3
Veränderung	Tage	-	-	+11,1	+8,9	+16,5	+14,7	+31,1	+17,3	+62,7
	%	-	-	+5	+4	+8	+7	+15	+8	+31

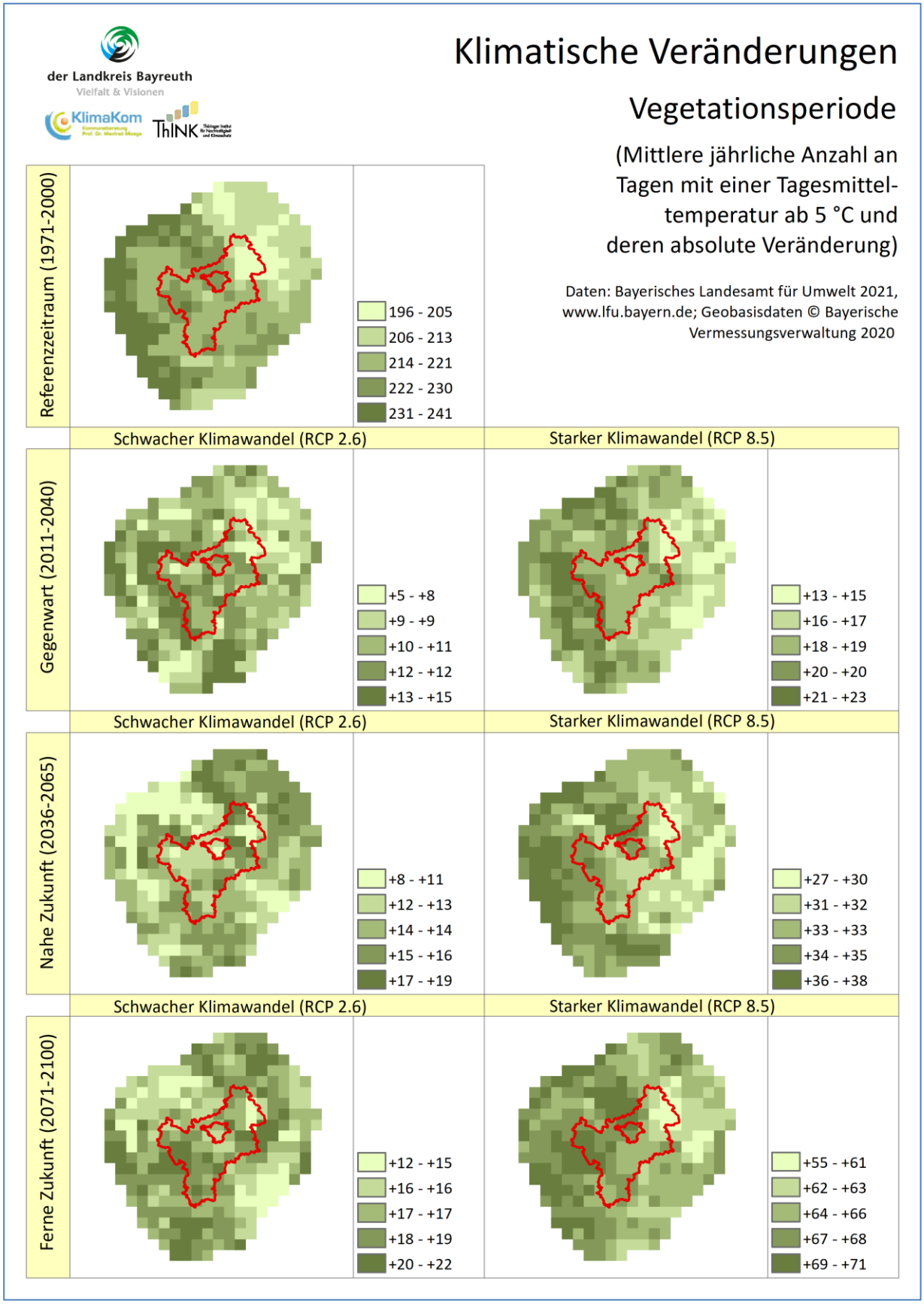


Abbildung 123: Klimaveränderungskarte der mittleren jährlichen Dauer der Vegetationsperiode für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung)

A.1.26 Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr

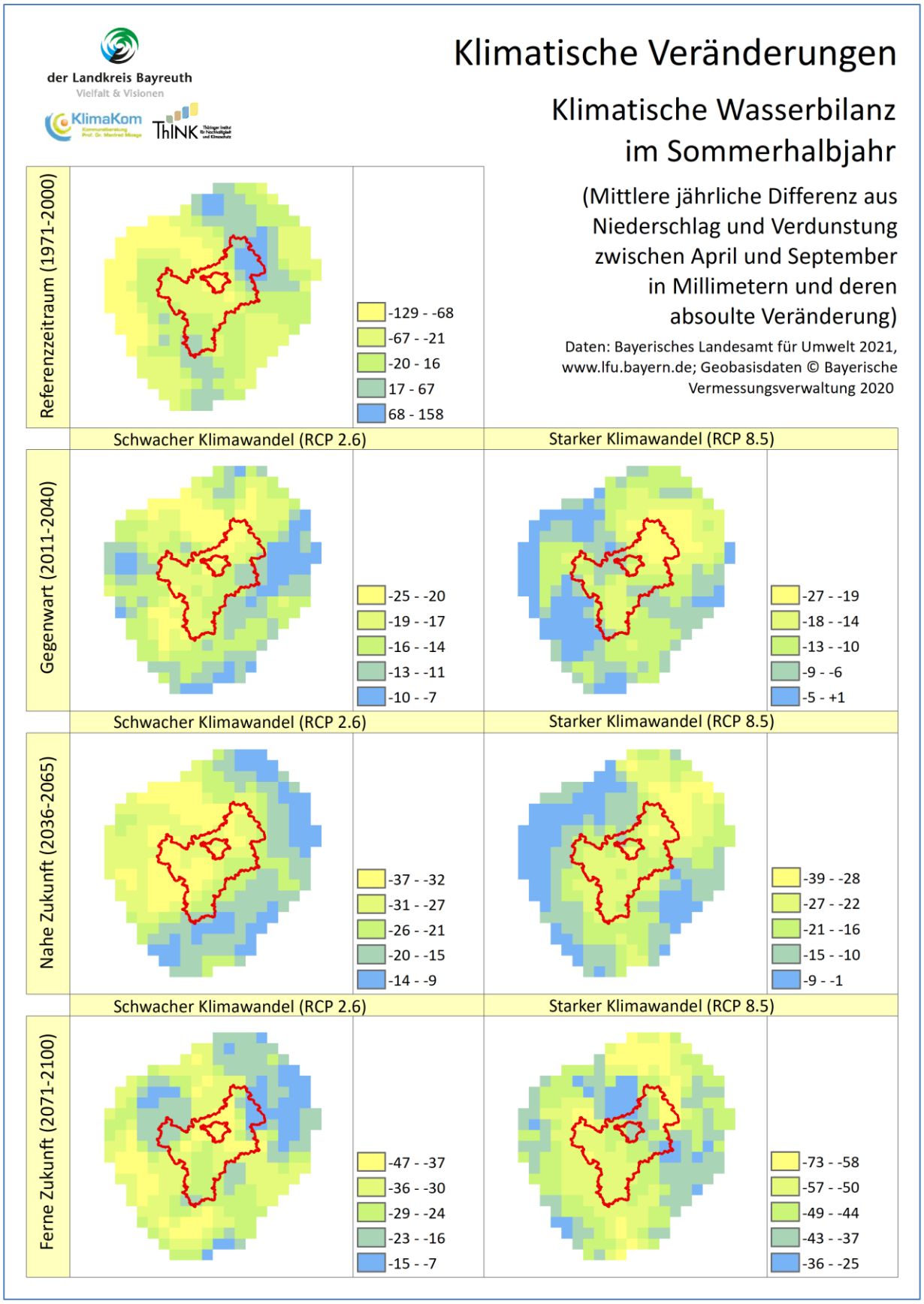


Abbildung 124: Klimaveränderungskarte der Klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr für den Landkreis Bayreuth am Beispiel vier verschiedener Zeiträume (Quelle: eigene Erstellung)

A.1.27 Globalstrahlung und Sonnenstunden im Gesamtjahr

Hinweis: Die Berechnung der Globalstrahlung konnte nur für die Stationen der Universität Bayreuth erfolgen. In Heinersreuth-Vollhof werden alternativ die Sonnenstunden gemessen. Bei der Klimamodellierung sind wiederum vollständige Daten zur Globalstrahlung vorhanden.

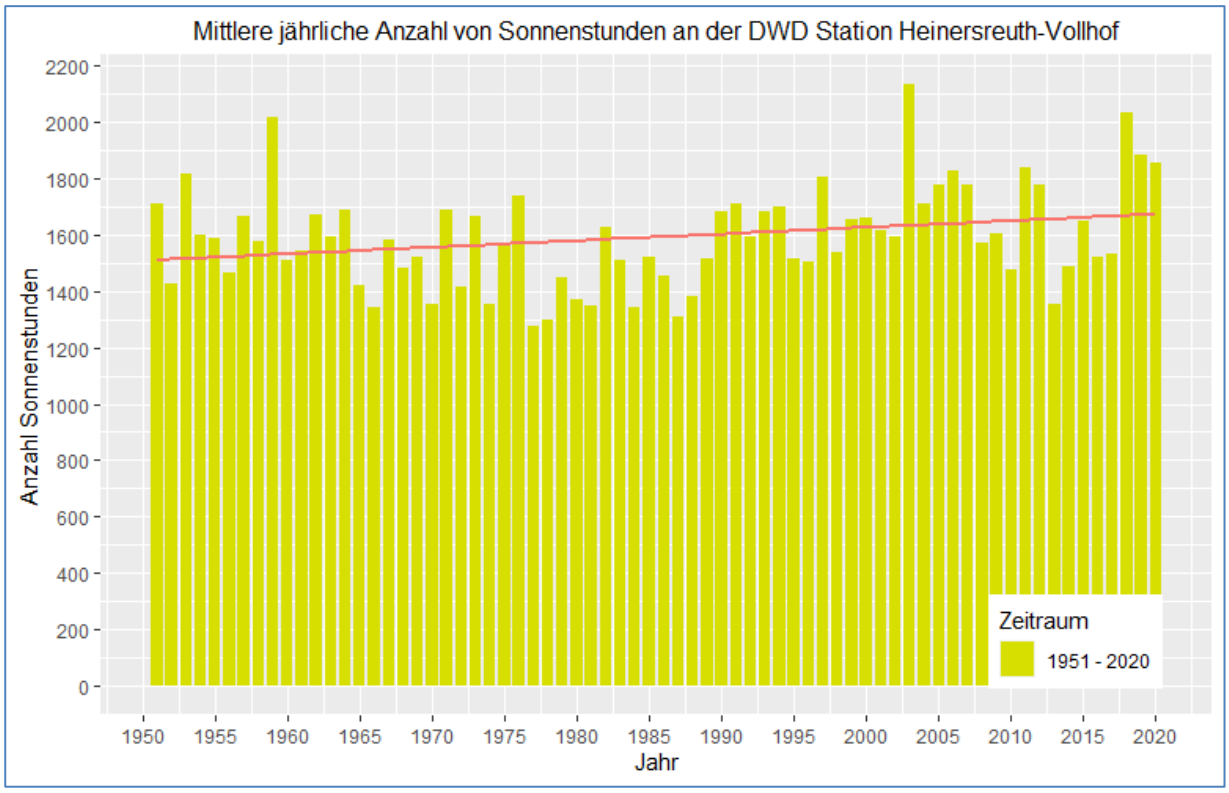
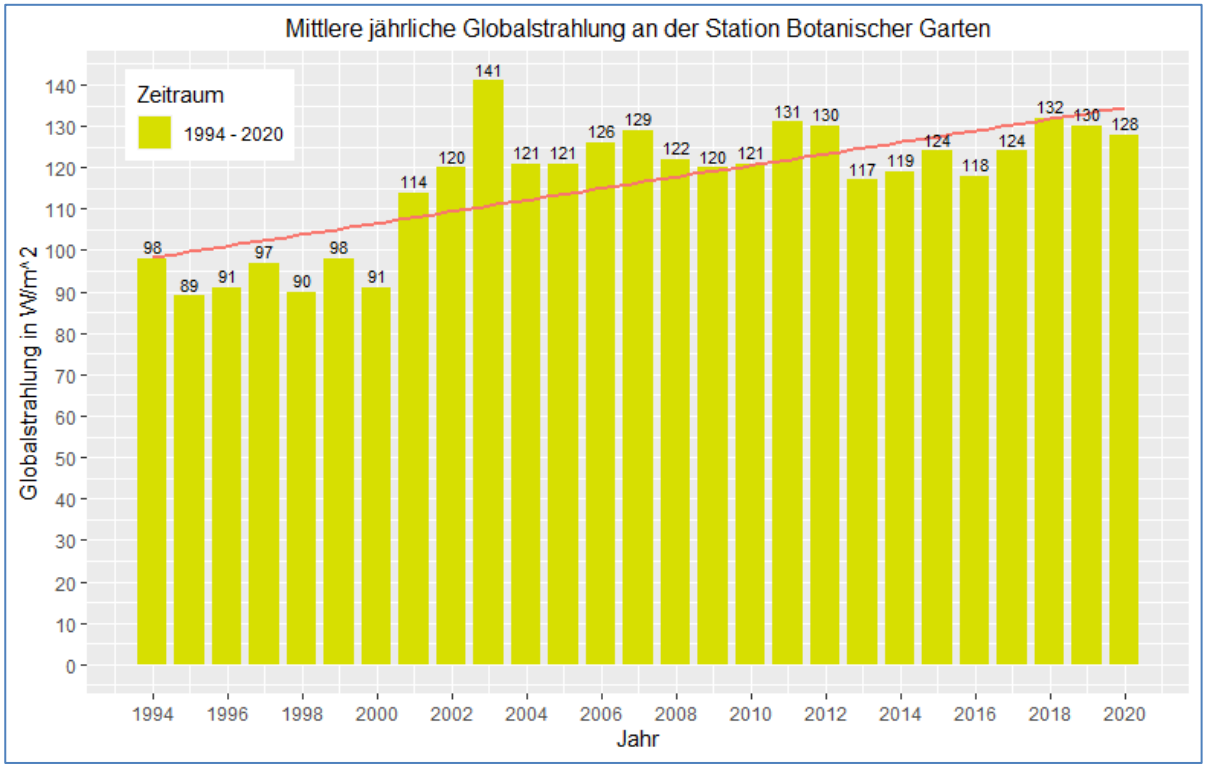


Abbildung 125: Mittlere jährliche Anzahl von Sonnenstunden an der DWD-Station Heinersreuth-Vollhof. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)



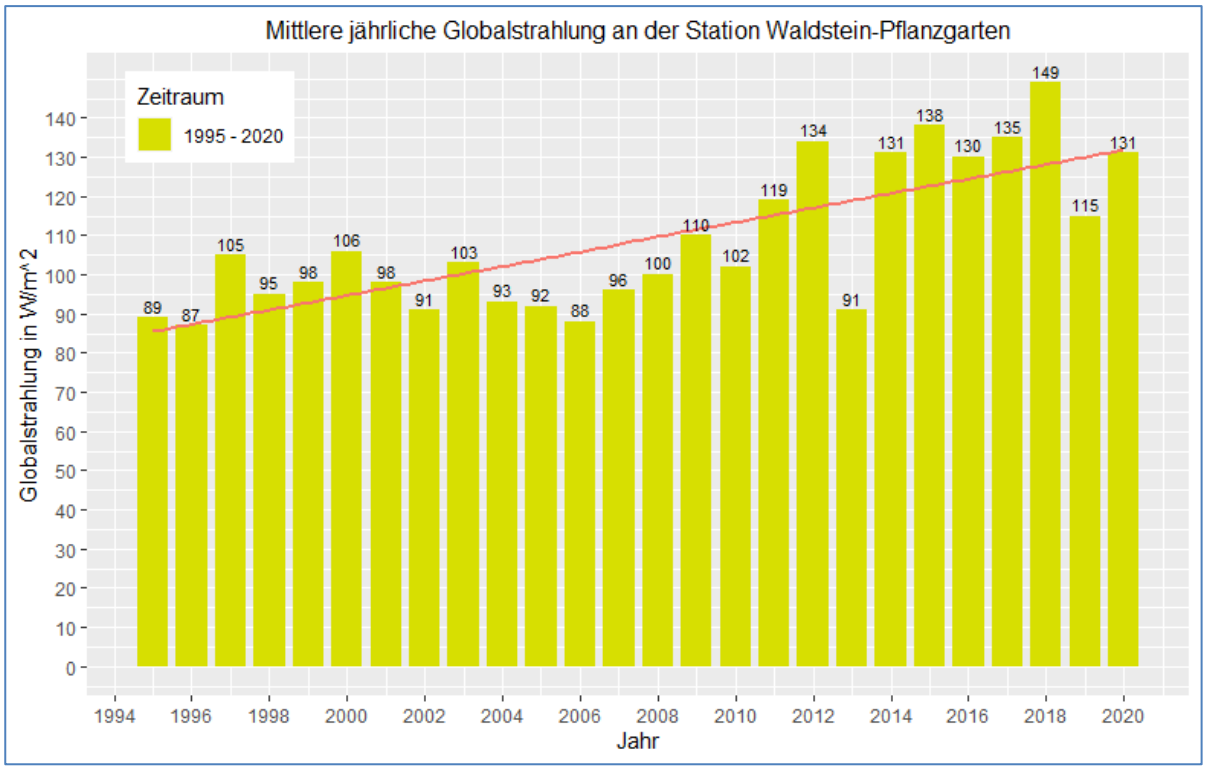


Abbildung 126: Mittlere jährliche Globalstrahlung an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

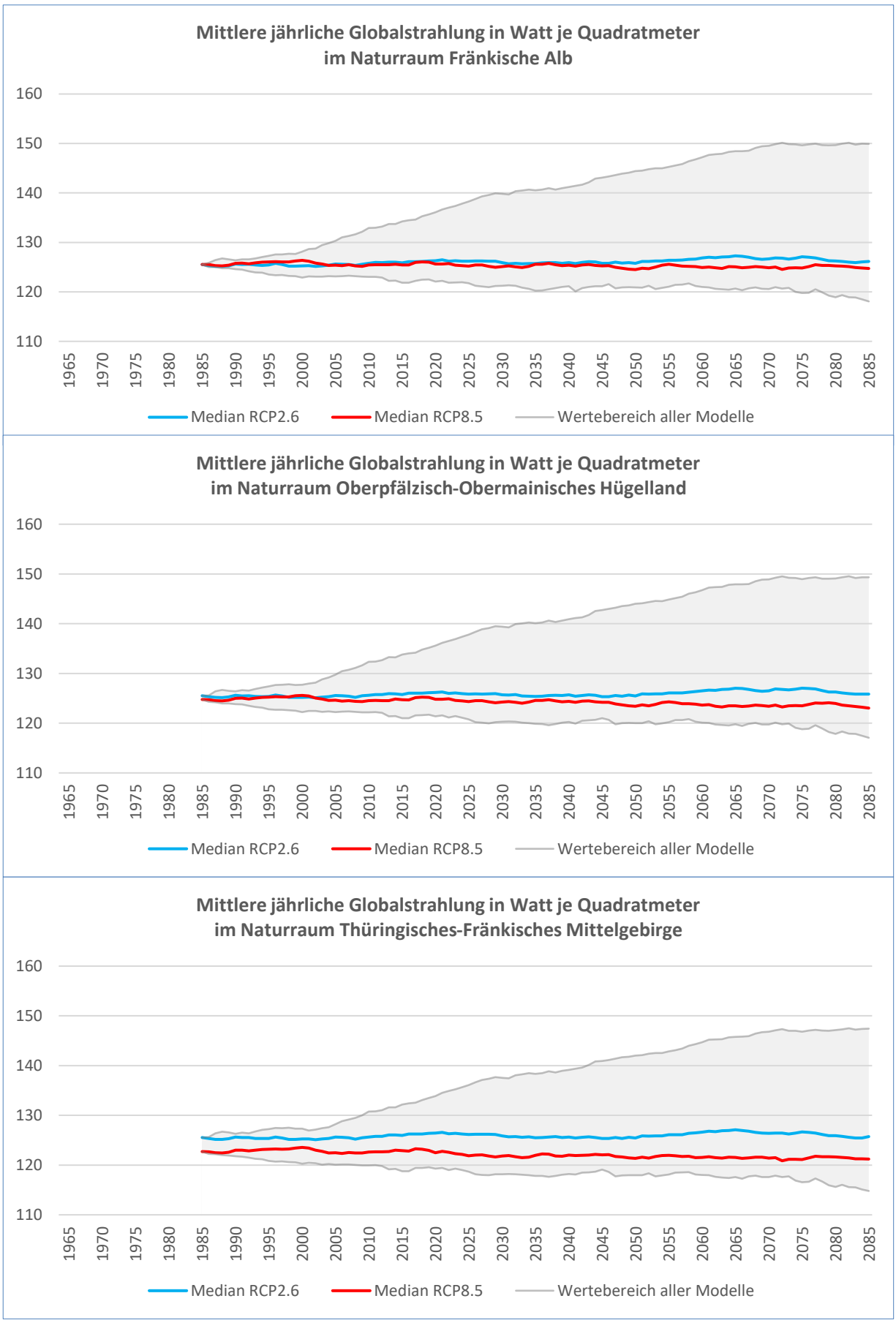


Abbildung 127: Projektionen der mittleren jährlichen Globalstrahlung in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: eigene Erstellung)

Tabelle 62: Veränderung der mittleren jährlichen Globalstrahlung zwischen den Klimaperioden 1951-1980 und 2071-2100 in den Naturräumen des Landkreises Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten des LfU 2021)

Klimaperiode		1951-1980	1971-2000	1990-2019	2011-2040		2036-2065		2071-2100	
Datensatz		BayObs			RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
Naturraum Fränkische Alb										
Watt je m²		-	125,5	-	126,2	125,2	125,8	124,5	126,1	124,7
Veränderung	W/m²	-	-	-	+0,7	-0,3	+0,3	-1,0	+0,6	-0,8
	%	-	-	-	+1	0	0	-1	0	-1
Naturraum Oberpfälzisch-Obermainisches Hügelland										
Watt je m²		-	124,8	-	125,8	124,4	125,5	123,4	125,9	123,0
Veränderung	W/m²	-	-	-	+1,1	-0,4	+0,7	-1,4	+1,1	-1,7
	%	-	-	-	+1	0	+1	-1	+1	-1
Naturraum Thüringisches-Fränkisches Mittelgebirge										
Watt je m²		-	122,7	-	126,1	121,9	125,4	121,3	125,7	121,2
Veränderung	W/m²	-	-	-	+3,4	-0,8	+2,7	-1,4	+3,0	-1,5
	%	-	-	-	+3	-1	+2	-1	+2	-1

A.1.28 Globalstrahlung und Sonnenstunden im Winterhalbjahr

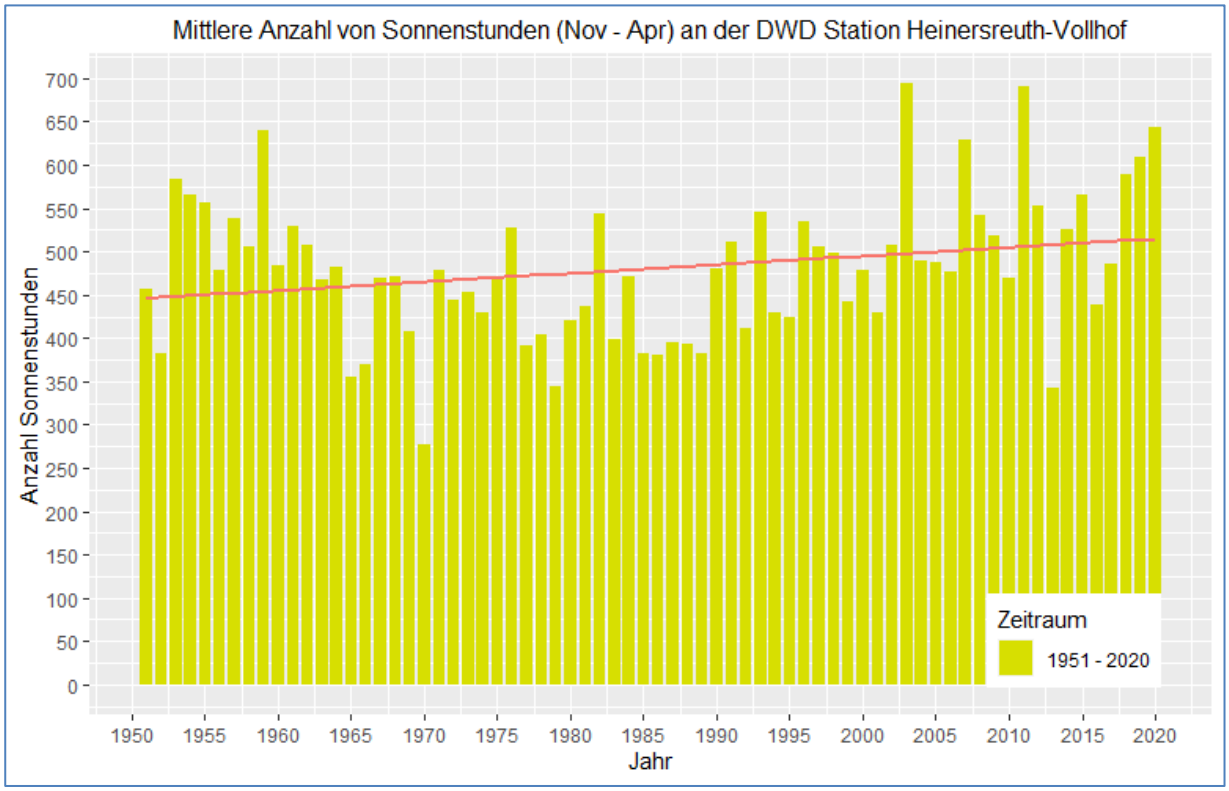


Abbildung 128: Mittlere jährliche Anzahl von Sonnenstunden (Nov – Apr) an der DWD-Station Heinersreuth-Vollhof. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

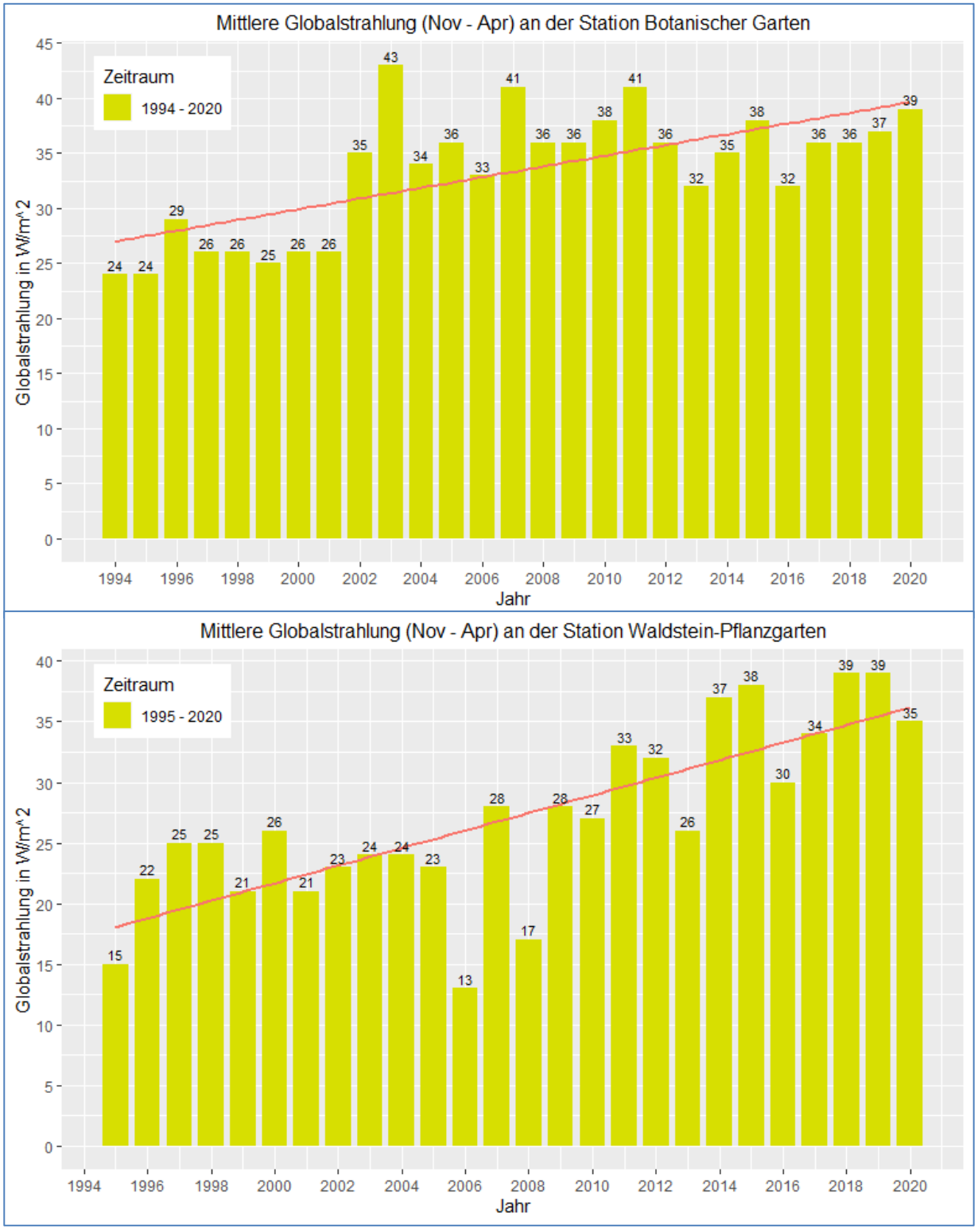


Abbildung 129: Mittlere jährliche Globalstrahlung an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

A.1.29 Globalstrahlung und Sonnenstunden im Sommerhalbjahr

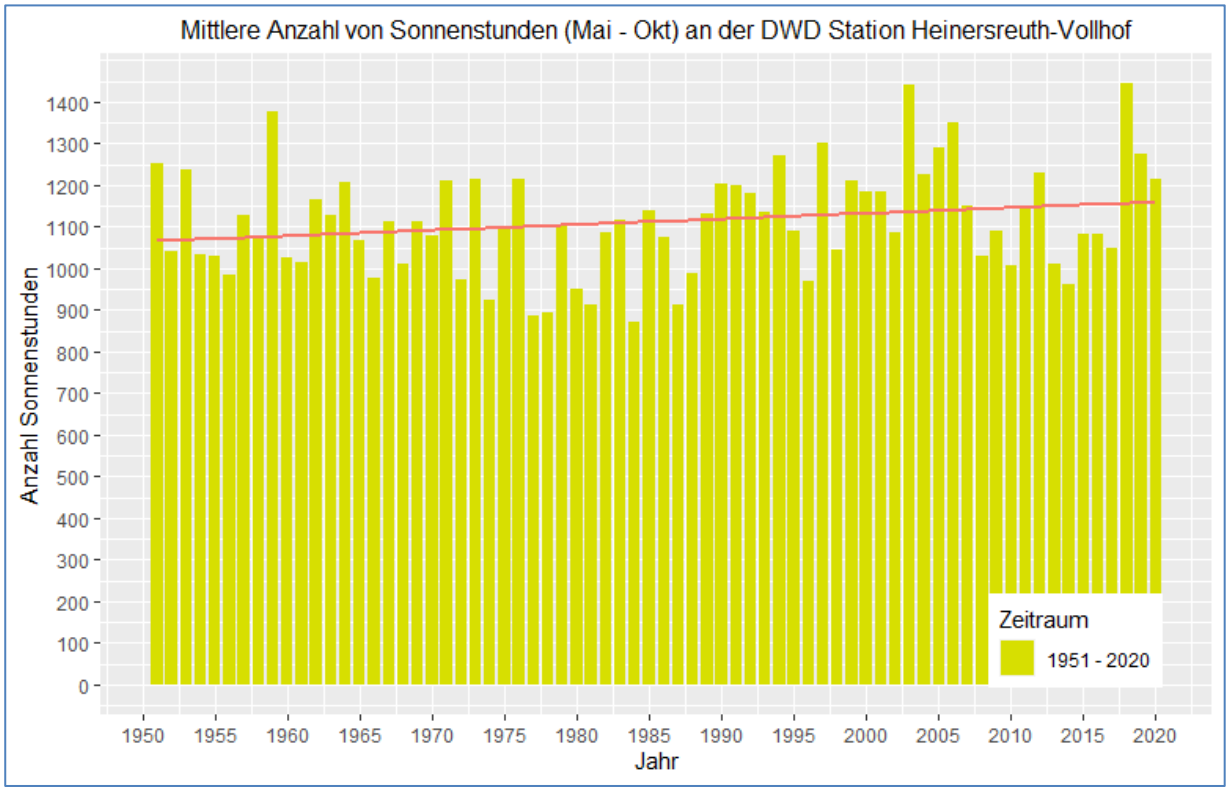


Abbildung 130: Mittlere jährliche Anzahl von Sonnenstunden (Mai – Okt) an der DWD-Station Heinersreuth-Vollhof. Die rote Linie zeigt den linearen Trend (Quelle: eigene Erstellung)

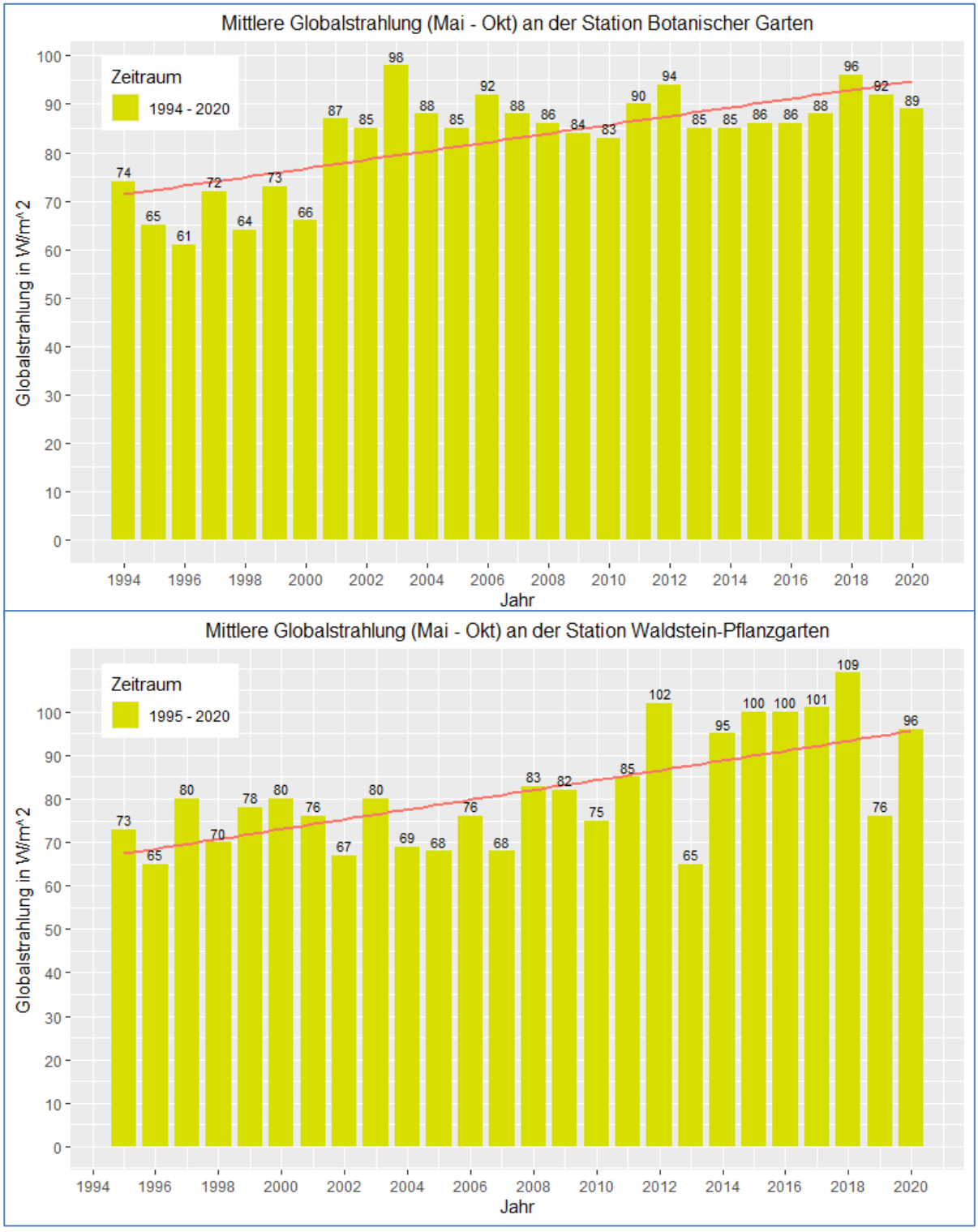


Abbildung 131: Mittlere jährliche Globalstrahlung an den beiden Stationen der Universität Bayreuth (Quelle: Auswertung auf Basis von Daten der Universität Bayreuth 2021)

A.1.30 Jahreswerte der Klimastationen

Tabelle 63: Überblick über ausgewählte Klimakennwerte und deren Jahreswerte von 1951 bis 2020 für die DWD-Stationen Heinersreuth-Vollhof (HV) und Fichtelberg / Oberfranken-Hüttstadl (OH). Die fünf höchsten (lila) und niedrigsten (blau) Werte sind gekennzeichnet. Bei Gleichstand erfolgte eine zufällige Auswahl.

	Lufttemperatur		Eistage		Sommertage		Hitzetage		Hitzewellentage		Jahresnieder-schlag		Starkregen 25 mm		Starkregen 30 mm		Sturmtage		Sonnenschein-dauer	
Jahr	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH
1951	8,6	6,7	10	31	39	14	7	0	7	12	639	857	1	2	1	1	-	-	1709	-
1952	7,6	5,8	36	83	36	20	16	9	15	14	805	1305	2	7	2	3	-	-	1425	-
1953	8,5	7,1	36	57	46	20	4	0	19	19	443	691	1	1	1	0	-	-	1820	-
1954	7,2	5,5	38	56	20	11	4	0	3	7	787	1385	2	9	2	6	-	-	1598	-
1955	6,9	5,5	34	68	17	2	1	0	4	9	708	1276	2	5	1	3	-	-	1586	-
1956	6,1	4,8	50	70	19	2	0	0	0	3	670	1287	2	5	0	4	-	-	1465	-
1957	7,9	6,6	23	44	30	14	9	4	18	16	606	1013	1	5	0	2	-	-	1666	-
1958	7,6	6,2	23	53	29	11	3	0	0	4	762	1217	1	6	1	1	-	-	1579	-
1959	8,1	7,2	20	27	49	18	5	2	4	12	648	801	3	4	2	2	-	-	2018	-
1960	7,7	6,3	29	47	25	6	3	0	6	7	676	1108	1	4	1	3	-	-	1509	-
1961	8,1	7,0	24	39	35	21	5	0	3	13	745	1208	2	5	1	3	-	-	1543	-
1962	6,6	5,1	38	68	32	15	4	2	3	6	587	936	1	3	0	1	-	-	1674	-
1963	6,8	5,4	65	84	35	14	6	2	6	9	580	871	3	3	2	1	-	-	1595	-
1964	7,8	6,0	35	69	50	29	17	8	21	24	437	808	1	2	1	1	-	-	1689	-
1965	7,4	5,4	28	68	21	9	1	0	6	6	866	1532	1	5	1	4	-	-	1424	-
1966	8,6	6,3	19	57	30	4	3	0	11	12	913	1313	3	7	2	6	-	-	1346	-
1967	8,7	6,2	21	55	40	15	8	0	12	14	738	935	4	4	3	2	-	-	1584	-
1968	7,9	5,5	37	85	31	8	2	0	6	6	708	963	1	7	1	1	-	-	1482	-
1969	7,7	5,5	46	82	43	16	9	0	19	15	577	983	0	5	0	3	-	-	1521	-
1970	7,7	5,1	36	77	37	6	3	0	6	6	792	1410	2	6	0	6	-	-	1354	-
1971	8,3	6,1	26	50	39	19	15	1	26	22	490	851	1	4	0	3	-	-	1689	-
1972	7,7	5,4	25	53	28	15	8	0	16	15	537	817	2	3	1	2	-	-	1416	-
1973	7,8	5,7	22	69	45	16	7	0	12	15	564	845	0	3	0	1	-	-	1667	-
1974	8,6	6,2	2	33	20	5	4	0	8	10	819	1237	1	5	0	3	-	-	1353	-
1975	8,2	6,6	11	37	41	9	3	0	3	17	543	791	0	0	0	0	-	-	1573	-
1976	7,4	6,1	30	62	49	19	11	2	19	21	445	777	0	1	0	0	-	-	1740	-
1977	7,8	6,2	20	55	17	4	2	0	0	0	909	1258	4	7	2	2	-	-	1279	-
1978	7,4	5,2	28	72	20	4	0	0	5	8	802	1116	4	6	2	5	-	-	1299	-
1979	7,6	5,5	24	59	34	10	3	0	8	7	752	1210	1	7	1	6	4	-	1451	-
1980	7,4	5,0	31	65	19	4	2	0	4	6	746	1380	1	12	0	5	7	-	1372	-
1981	7,8	5,8	42	75	31	8	1	0	13	15	1041	1486	3	10	2	5	7	-	1348	-

	Lufttemperatur		Eistage		Sommertage		Hitzetage		Hitzewellentage		Jahresnieder-schlag		Starkregen 25 mm		Starkregen 30 mm		Sturmtage		Sonnenschein-dauer	
Jahr	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH	HV	OH
1982	8,4	6,6	19	49	50	22	10	0	20	24	637	944	1	3	1	2	4	-	1630	-
1983	8,4	6,6	31	51	57	27	13	3	33	30	680	1134	1	4	0	3	5	-	1513	-
1984	7,4	5,3	15	63	18	6	3	1	4	4	804	1318	2	12	2	9	6	-	1342	-
1985	6,9	5,1	47	68	34	12	4	0	4	3	604	903	0	0	0	0	3	-	1521	-
1986	7,6	5,6	41	65	42	18	6	0	13	14	838	1436	0	12	0	9	11	-	1455	-
1987	7,0	5,1	43	72	27	8	1	0	6	6	802	1261	3	7	0	6	4	-	1308	-
1988	8,8	6,4	8	45	35	12	4	0	11	3	908	1415	3	4	2	3	3	-	1384	-
1989	8,8	7,1	17	27	36	13	4	1	10	9	769	935	2	1	1	1	2	-	1514	-
1990	8,9	-	18	37	37	0	10	0	13	0	656	-	1	4	1	3	9	-	1684	-
1991	7,8	5,9	26	41	39	13	7	1	17	16	499	850	3	5	2	5	2	-	1709	-
1992	8,9	6,8	15	37	50	16	10	2	15	7	703	1135	1	3	1	3	4	-	1593	-
1993	8,3	6,2	27	49	42	10	3	0	12	3	773	1256	2	4	1	1	9	-	1681	-
1994	9,8	7,5	11	28	51	28	25	6	41	34	801	1335	2	7	2	6	3	-	1700	-
1995	8,6	6,5	26	58	53	27	12	2	20	24	994	1374	5	10	3	5	6	32	1516	-
1996	7,1	4,8	42	85	32	7	3	0	7	7	615	917	2	3	0	3	1	12	1505	-
1997	8,5	6,5	21	35	49	16	6	0	22	12	678	1041	3	7	2	2	-	27	1809	-
1998	9,1	6,7	24	46	42	16	10	3	23	12	894	1514	3	11	2	8	-	30	1541	-
1999	9,3	6,8	16	50	46	15	7	0	20	9	774	1227	1	4	0	2	-	23	1653	-
2000	9,8	7,6	10	37	50	20	8	2	23	14	634	1155	0	3	0	2	-	23	1661	-
2001	9,1	6,7	14	45	49	21	12	1	26	19	812	1541	2	7	2	5	-	21	1615	-
2002	9,2	7,3	22	33	50	17	12	1	18	19	943	1530	7	15	2	10	-	31	1593	-
2003	9,0	7,1	19	43	86	43	32	9	47	34	559	920	2	9	1	5	-	19	2134	-
2004	8,6	6,4	24	55	41	18	11	0	20	20	696	1225	3	9	2	5	-	26	1714	-
2005	8,8	6,4	26	67	47	24	16	2	30	20	752	1134	4	9	4	6	-	12	1777	-
2006	9,0	7,0	28	56	49	26	14	1	26	27	693	1240	4	5	3	4	-	21	1827	-
2007	9,1	7,5	13	25	39	17	3	2	10	11	835	1452	1	9	0	5	-	39	1780	-
2008	8,7	7,2	7	30	40	20	9	0	17	21	764	1110	3	3	2	1	-	18	1571	-
2009	8,4	6,9	29	45	44	13	2	0	3	5	733	1132	3	4	2	3	-	9	1608	-
2010	7,3	5,6	62	82	37	20	10	4	20	24	827	1172	2	6	0	3	-	6	1477	-
2011	8,9	7,4	16	33	48	22	6	2	9	9	700	993	4	7	3	4	-	7	1842	-
2012	8,6	7,0	25	44	48	28	9	4	19	20	692	1102	2	6	1	4	-	7	1781	-
2013	8,3	6,5	29	54	41	26	16	7	27	24	757	1074	4	2	2	2	-	5	1352	-
2014	9,8	8,3	7	17	43	17	10	3	16	21	570	886	2	3	2	2	-	7	1488	-
2015	9,7	7,9	6	26	56	36	28	14	44	39	507	972	1	9	1	6	-	13	1648	-

	Lufttemperatur		Eistage		Sommertage		Hitzetage		Hitzewellentage		Jahresnieder-schlag		Starkregen 25 mm		Starkregen 30 mm		Sturmtage		Sonnenschein-dauer	
Jahr	**HV**	**OH**	**HV**	**OH**	**HV**	**OH**	**HV**	**OH**	**HV**	**OH**	**HV**	**OH**	**HV**	**OH**	**HV**	**OH**	**HV**	**OH**	**HV**	**OH**
2016	9,0	7,3	14	31	55	23	10	2	23	26	615	1031	**0**	**1**	0	1	-	**3**	1520	-
2017	9,1	7,3	20	39	**57**	25	9	1	24	26	752	1196	0	5	**0**	2	-	11	1535	-
2018	**10,1**	**8,3**	12	43	**90**	**54**	**24**	7	**41**	**39**	535	900	1	7	1	5	-	8	**2034**	-
2019	9,7	**8,2**	9	**21**	**67**	**37**	**23**	**8**	**38**	**35**	599	1029	1	5	1	2	-	10	**1883**	-
2020	9,5	**8,1**	**5**	**11**	50	26	12	5	10	18	653	967	2	4	2	2	-	9	**1857**	-

Tabelle 64: Überblick über ausgewählte Klimakennwerte und deren Jahreswerte von 1994 bis 2020 für die Universitäts-Stationen Botanischer Garten (BG) und Waldstein-Pflanzgarten (WS). Die fünf höchsten (lila) und niedrigsten (blau) Werte sind gekennzeichnet. Bei Gleichstand erfolgte eine zufällige Auswahl.

	Lufttemperatur		Eistage		Sommertage		Hitzetage		Hitzewellentage		Jahresnieder-schlag		Starkregen 25 mm		Starkregen 30 mm		Sturmtage		Globalstrahlung	
Jahr	BG	WS	BG	WS	BG	WS	BG	WS	BG	WS	BG	WS	BG	WS	BG	WS	BG	WS	BG	WS
1994	9,5	6,8	11	-	48	-	27	-	37	-	730	1348	3	8	2	3	-	-	98	-
1995	8,4	5,7	31	67	48	30	13	3	27	29	827	1262	2	7	0	5	-	-	89	89
1996	6,8	4,0	48	104	31	9	4	1	7	7	588	784	2	4	1	2	-	-	91	87
1997	8,3	6,0	22	52	51	19	7	0	13	13	663	544	2	2	1	0	-	-	97	105
1998	8,7	6,0	23	55	37	19	10	5	12	9	820	1304	3	8	2	6	-	-	90	95
1999	8,8	6,2	18	64	49	17	8	0	10	6	762	1183	1	4	1	1	-	-	98	98
2000	9,4	6,8	10	43	47	20	10	2	14	11	601	982	0	4	0	1	-	-	91	106
2001	8,4	6,0	18	56	36	20	9	2	22	19	822	1197	2	3	0	3	-	-	114	98
2002	9,1	7,0	22	36	45	14	9	1	15	11	958	1217	2	6	1	5	-	-	120	91
2003	8,6	6,8	23	52	74	37	23	8	31	34	476	653	2	2	1	1	-	-	141	103
2004	8,3	6,1	23	70	32	18	1	0	13	20	709	1028	3	3	2	3	-	-	121	93
2005	8,2	6,3	34	73	42	20	8	3	20	17	710	1053	1	5	1	4	-	-	121	92
2006	8,8	6,9	29	66	45	27	9	5	26	30	696	973	2	6	2	1	-	-	126	88
2007	9,3	7,2	12	31	39	16	3	2	10	10	857	1300	2	7	2	3	-	-	129	96
2008	9,0	6,9	8	36	38	18	10	0	14	15	684	1053	1	5	0	4	-	-	122	100
2009	8,6	6,6	25	56	33	10	2	0	3	3	795	987	2	4	2	2	-	-	119	110
2010	7,4	5,2	60	90	34	24	10	3	23	26	868	1175	5	6	2	3	-	-	121	102
2011	8,9	7,2	17	40	38	18	4	1	6	9	819	944	8	5	5	3	-	-	131	119
2012	8,6	6,5	26	54	44	22	9	2	20	16	696	1067	1	5	0	2	-	-	131	134
2013	8,3	6,5	33	79	41	18	12	5	24	24	767	1052	3	4	2	1	-	-	117	91
2014	9,8	7,9	7	22	39	14	8	2	16	17	591	884	1	6	0	4	-	-	119	131
2015	9,7	8,0	6	26	54	35	27	13	44	37	590	860	2	8	2	4	-	-	124	138
2016	9,0	6,9	15	40	50	23	10	1	22	21	665	915	1	1	1	1	-	-	118	130
2017	9,0	6,9	21	49	50	25	8	2	25	18	725	1006	2	4	0	2	-	-	124	135
2018	10,1	7,9	12	56	87	46	23	6	37	34	523	643	2	0	1	0	-	-	132	149
2019	9,7	7,7	10	33	66	24	23	6	39	24	607	831	1	1	1	1	-	-	130	115
2020	9,5	-	5	25	47	25	10	4	10	15	635	-	2	-	2	-	-	-	128	131

A.2 Maßnahmenkatalog für den Landkreis Bayreuth

A.2.0 Informations- und Öffentlichkeitsarbeit

Nummer	0.1			
Titel	**„Sicher in die Zukunft" – Informations- und Bewusstseinskampagne für die breitere Bevölkerung (Sofortmaßnahme)**			
Priorisierte Klimawirkungen	X	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen	X	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Neuartige Krankheitsüberträger, Erhöhte Anforderungen infolge verstärkter/häufigerer Extremereignisse			
Maßnahmenziel	Bürger über klimawandelbedingte Gefahren und über Anpassungsmöglichkeiten im privaten Bereich informieren sowie zur Umsetzung motivieren			
Ausgangslage und Maßnahmenhintergrund	Viele Maßnahmen erfordern die Kenntnis und den allgemeinen Willen der breiten Bevölkerung, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Um Bürger im Landkreis Bayreuth über klimawandelbedingte Gefahren sowie Anpassungsmöglichkeiten zu informieren, sollten Online- bzw. Print-Informationsmaterialien erstellt werden. In diesen sollen Klimawandelfolgen wie Hochwasser, Trockenheit, Hitze und Starkregen und entsprechende Präventionsmaßnahmen thematisiert werden. Die Materialien sollen kostenlos für die Bevölkerung verfügbar sein. Bereits existierende Online-Angebote oder Flyer, wie beispielsweise zum Thema Hochwasser- und Starkregenrisiken, der von der Bayerischen Landesregierung zur Verfügung gestellt wurden, bieten Inhalte, die genutzt werden könnten. Empfehlenswert ist eine verständliche und kurze Darstellung der Problematik und von Handlungsempfehlungen passend für private Haushalte, z.B. „So schützen Sie ihr Gebäude gegen Hochwasserschäden." Des Weiteren bietet es sich an, systematisch die vorhandenen Informationsangebote zu recherchieren, und für die neuen Informationsangebote zu nutzen sowie gebündelt auf der Website des Landratsamtes zu verlinken. Beispielhaft seien hier die Empfehlungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe genannt (https://www.bbk.bund.de/DE/Warnung-Vorsorge/Vorsorge/vorsorge_node.html). Hier sind Empfehlungen für Notsituationen, wie sie durch Extremwetterereignisse auftreten können, beispielsweise zur Vorsorge mit Essens- und Getränkevorräten sowie einer Hausapotheke, zusammengestellt. Darüber hinaus wird angeraten, die Klimaanpassungsmaßnahmen der eigenen Liegenschaften öffentlichkeitswirksam darzustellen, um zum Nachahmen anzuregen. Dies könnte durch Pressemitteilungen, über Social-Media-Kanäle, auf der Homepage, durch Schilder an den betreffenden Gebäuden oder in Form von Aktionen und Führungen umgesetzt werden.			
Umsetzungsfahrplan	• Sammlung von Themen und Informationen, die vermittelt werden sollen → *Meilenstein 1* • Erstellung geeigneter Print-Medien → *Meilenstein 2* • Online-Bereitstellung der Medien als PDF und Verteilung der Printmedien → *Meilenstein 3* • Durchführung öffentlichkeitswirksamer Aktionen, wie z.B. die Eröffnung von klimagerechten Neubauten oder sanierten Gebäuden der eigenen Liegenschaften; Führungen → *Meilenstein 4* • verstärkte Darstellung der Klimaanpassungsaktivitäten des Landkreises auf der Homepage und in den Sozialen Medien, z. B. fortlaufende Pressemitteilungen zur Klimawandelanpassung und Verweis zu Beratungen → *Meilenstein 5*			
Verortung	gesamter Landkreis Bayreuth			

Priorität	hoch
Zeitraum	Kurzfristig, ab sofort
Aufwand	• Personalkosten: integriert (sofern Klimaanpassungsmanagement im Landkreis eingerichtet wird) • Sachkosten: moderat (für Informationsmaterialien) • Investitionen: keine
Fördermöglichkeiten	Umwelt-Förderschwerpunkt Klimaschutz in Kommunen im Klimaschutzprogramm Bayern 2050 (Förderrichtlinien Kommunaler Klimaschutz – KommKlimaFöR, https://www.umweltpakt.bayern.de/werkzeuge/foerderfibel/programme/279/umwelt-foerderschwerpunkt-klimaschutz-in-kommunen-im-klimaschutzprogramm-bayern-2050/)
Zielgruppe	Bürgerschaft/Haushalte des Landkreises
Akteure	• Federführung: Regionale Entwicklungsagentur des Landkreises Bayreuth • Kooperationspartner: Landkreisverwaltung
Erwartete Anpassungsleistung	Die Bürger des Landkreises sind mithilfe von Broschüren, Sozialen Medien, Beratungen und Aktionen über klimawandelbedingte Gefahren informiert und durch diese Sensibilisierung zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen motiviert.
Erfolgskontrolle	• Besucherzahlen auf betreffenden Internetseiten • Zahl der angeforderten Broschüren • Anzahl an Personen, die an Beratungen und Weiterbildungen teilnehmen
Synergien und Konflikte Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Eine informierte Bevölkerung kann durch eigene Vorsorge und angepasstes Verhalten die Katastrophenvorsorge und menschliche Gesundheit (1.1) erheblich unterstützen. • Auch können Synergien mit weiteren Informationsangeboten und -kampagnen zu speziellen Themenfeldern gefunden und somit die gesamte Breitenwirksamkeit der Informationsangebote erhöht werden (z.B. 2.1, 3.1, 4.1). • Je nach Ausgestaltung der Informationskanäle können bewusst Informationen zum Themenfeld Klimaschutz kombiniert werden mit Erfordernissen zur Klimaanpassung. • Die übergreifende Öffentlichkeitsarbeit zeigt gezielt dabei auch die positiven Effekte der naturbasierten Lösungen auf den Erhalt und der Steigerung der Biodiversität, sowie positive Effekte der Lösungen auf den Klimaschutz auf. • Ein wichtiger Bestandteil ist dabei auch, diese Synergieeffekte greifbar zu machen. So können Veranstaltungen gezielt die Synergien thematisieren. Blau-grüne Infrastrukturen eignen sich hier besonders, diese Synergien auch direkt am Objekt erlebbar zu machen: z.B. Fassadenbegrünung, die im Frühjahr / Sommer Bestäuber anlockt und Lebensraum für Vögel und Insekten bietet.
Beitrag zu Zielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie	• SDG 3.1: Länger gesund leben • SDG 4.1: Bildung und Qualifikation kontinuierlich verbessern
Regionale Wertschöpfung	Die Schlüsselmaßnahme stärkt die regionale Wertschöpfung, indem Impulse für neue Projektentwicklungen und wirtschaftliches Engagement gegeben werden. Zum anderen trägt eine aktive Vorsorge und ein angepasstes individuelles Verhalten zur individuellen Gesundheit bei und vermindert damit Folgekosten.
(Regionale) Beispiele	• Projekt „Sonne(n) mit Verstand – statt Sonnenbrand“ des StMGP: Der Fachbereich Gesundheitswesen des Landratsamts Bayreuth hat am 21. Juni 2020 den „Tag des Sonnenschutzes“ organisiert. Zudem werden im Sommer 2021 in verschiedenen Freibädern des Landkreises Infostände zum Thema angeboten. Die Infostände, beispielsweise im Freibad Betzenstein, werden von Vertretern des Bayreuther Gesundheitsamtes und des Seniorenamtes, sowie vom Fachbereich Gesundheitswesen am Bayreuther Landratsamtes durchgeführt. • Tipps gegen Sommerhitze im Haus auf der Internetseite des Landkreises Bayreuth unter: https://klima.landkreis-bayreuth.de/unsere-projekte/aktuelle-meldungen/tipps-gegen-sommerhitze-im-haus/

	• Zum Thema Hochwasser stellt die Bayrische Staatsregierung Flyer zum Download bereit: https://www.hochwasserinfo.bayern.de/. Diese Flyer sind für eine breite Zielgruppe gedacht und beziehen sich spezifisch auf verschiedene Flussgebiete. Sie könnten als Orientierung für einen Flyer für Bürger*innen genutzt werden. • Hinweis: Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe erarbeitet derzeit eine Informationsbroschüre; Leitfaden „Verhalten im Katastrophenfall" wurde in diesem Kontext bereits erarbeitet und könnte hier auch geteilt werden

A.2.1 Katastrophenvorsorge und menschliche Gesundheit

Nummer	1.1			
Titel	**Katastrophenvorsorge - Kritische Infrastrukturen und administrative Entscheidungswege auf Auswirkungen der Klimaveränderungen vorbereiten**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen	X	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
	X	Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Bevölkerung und Infrastrukturen vor Hochwasser- und Sturzflutereignissen schützen; Verwaltung und Katastrophenschutz auf Extremereignisse vorbereiten			
Ausgangslage und Maßnahmenhintergrund	Im Rahmen der Klimaveränderungen kann es zu einer Zunahme der Anzahl und Intensität von Starkregenereignissen kommen. Diese Ereignisse können Sturzfluten und Überflutungen auch abseits von Flüssen und Bächen auslösen sowie Hochwasser der Fließgewässer verursachen bzw. verstärken. Aufgrund sehr kurzer Vorwarnzeiten solcher Ereignisse sollte im Ernstfall klar sein, welche Gebäude und Infrastrukturen am stärksten gefährdet sind und welche Handlungsabläufe von wem abgearbeitet werden müssen, um den Schaden an Bevölkerung und Sachwerten so gering wie möglich zu halten. Die Maßnahme soll in erster Linie Informationen über potenzielle durch Hochwasser und Sturzfluten gefährdete Infrastrukturen liefern und Schutzmaßnahmen für diese Objekte initiieren. Zielgruppen sind die Bevölkerung und die maßgeblichen Entscheidungsträger sowie vorhandene Organisationsstrukturen im Katastrophenfall (Führungsgruppe Katastrophenschutz, Feuerwehr, THW, Rettungsdienste…).			
Umsetzungsfahrplan	• Es werden Informationsgrundlagen und –angebote gesichtet (z. B. **HiOS** - **Hi**nweiskarte **O**berflächenabfluss & **S**turzflut, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten des LfU, Feuerwehreinsatzkataster) und für die Vermittlung an Kommunalverwaltungen und Einrichtungen des Bevölkerungs-/Katastrophenschutzes aufbereitet. → *Meilenstein 1* • Im Rahmen noch festzulegender Informationskanäle (Workshop, Texte, Internet, Veranstaltungen) werden die Kommunen im Landkreis und die Entscheidungsträger im Katastrophenfall über die Informationsangebote unterrichtet. → *Meilenstein 2* • Auf Basis der Hinweiskarte und weiterer Informationsangebote werden die potenziell von Sturzfluten und Hochwasser gefährdeten Objekte gesichtet und nach Schadenshöhe priorisiert. Kriterien hierfür könnten z. B. sein: Anzahl gefährdeter Personen, Relevanz für Energie- und Wasserversorgung sowie den Verkehrsfluss und die Kommunikation, Höhe des materiellen und ideellen Schadens. → *Meilenstein 3* • Beginnend mit den hochpriorisierten Objekten aus Schritt 3 werden diese der Reihe nach daraufhin analysiert, durch welche Schutzmaßnahmen ein Schadensereignis verhindert oder gemindert werden könnte, und wie im Schadensfall die Alarmierungs-, Sicherungs- und Rettungswege aussehen müssten. Für kleinere Kommunen, für die Sturzfluten eine existenzielle Bedrohung sein können, bietet sich ggf. ein eigenes Konzept zum kommunalen Sturzflutrisikomanagement an (siehe unter Fördermöglichkeiten) → *Meilenstein 4*			

	• Die in Schritt 4 erarbeiteten Alarm- und Rettungspläne müssen mit den Handlungsplänen des Katastrophenschutzes abgeglichen und ggf. in diese implementiert sowie in Übungen trainiert werden. → *Meilenstein 5* • Darüber hinaus werden Informationen für die Bevölkerung in den Risikogebieten zusammengestellt (siehe auch Beispiel-Broschüren unter „Regionale Beispiele“) und auf geeigneten Kommunikationskanälen (Internet, Radio, Presse, Flyer) gestreut. → *Meilenstein 6*
Verortung	• Gesamtes Kreisgebiet zu Anfang; hochgefährdete Lokalitäten werden im Maßnahmen-Prozess erarbeitet • Gemeinden mit besonderer Gefährdung durch Starkregenüberflutungen: Bindlach, Weidenberg, Goldkronach, Prebitz, Gesees • Gemeinden mit besonderer Gefährdung durch Flusshochwasser: Bad Berneck, Bindlach, Pegnitz, Waischenfeld, Hollfeld, Speichersdorf, Heinersreuth, Plankenfels
Priorität	hoch
Zeitraum	Mittelfristig, ab sofort
Aufwand	• Personalkosten: moderat (teilweise auch in Arbeit des Katastrophenschutzes integriert) • Sachkosten: moderat (für Informationsmaterialien, Workshops) • Investitionen: keine (erst später für ggf. Objektschutz)
Fördermöglichkeiten	(im Juli 2021 verlängertes) Sonderförderprogramm „Integrale Konzepte zum kommunalen Sturzflutrisikomanagement“ des StMUV Bayern (https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/foerderung/sturzfluten.htm)
Zielgruppe	Bevölkerung, Kommunalverwaltungen, Beschäftigte und Freiwillige des Katastrophenschutzes
Akteure	• Federführung: Regionale Entwicklungsagentur des Landkreises Bayreuth (wenn Klimaanpassungsmanagement im LRA vorhanden) und/oder Integrierte Leitstelle Bayreuth/Kulmbach • Kooperationspartner: Kommunalverwaltungen, Einrichtungen des Bevölkerungs-/Katastrophenschutzes
Erwartete Anpassungsleistung	Einerseits sind die in Risikogebieten wohnhaften Bürger via Flyer, Presse, Radio, Internet über potentiell durch Hochwasser und Sturzfluten gefährdete Infrastrukturen informiert. Andererseits sind Entscheidungsträger des Katastrophenschutzes mithilfe einer Hinweiskarte und weiterer Informationsangebote darin geschult, gefährdete Objekte zu identifizieren und priorisieren. Darüber hinaus sind speziell auf Hochwasser und Sturzfluten ausgerichtete Schutzmaßnahmen erarbeitet und in Alarm-, Sicherungs- und Rettungspläne eingearbeitet, um extremwetterbedingte Schäden von kritischen Infrastrukturen und der Bevölkerung insgesamt zu minimieren.
Erfolgskontrolle	• Regelmäßige Überprüfung der Einsatzpläne des Katastrophenschutzes • Anzahl durchgeführter Informationsveranstaltungen • Menge von an die Bevölkerung verteilten Flyern
Synergien und Konflikte Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Eine informierte Bevölkerung kann durch angepasstes Verhalten die eigene Vorsorge und menschliche Gesundheit (0.1) erheblich unterstützen. Das Bewusstsein für eigene Betroffenheit (in entsprechenden Gebieten) kann die Bereitschaft für weitere Maßnahmen sowohl im Bereich Klimaanpassung, als auch Klimaschutz befördern. • Mögliche Konflikte können mit Grundstücksbesitzern auf betroffenen Flächen auftreten, die sich von Maßnahmen der Katastrophenvorsorge benachteiligt sehen. • Synergien zu natürlichem Klimaschutz und zur Biodiversitätssteigerung können im Laufe des Projektes entstehen, je nachdem welche Maßnahmen zum Schutz vor Sturzfluten oder Überschwemmungen (vgl. 3.1 - Meilenstein 4) getroffen werden. Beispiele hierfür wären die Schaffung von natürlichen Überflutungsräumen oder natürlichen Wasserrückhaltebecken und anderen Entsiegelungsmaßnahmen mit Bepflanzungen, die einen Beitrag zur Steigerung der Biodiversität beitragen können.

Beitrag zu Zielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie	• SDG 1.1: Armut begrenzen • SDG 3.1: Länger gesund leben • SDG 4.1: Bildung und Qualifikation kontinuierlich verbessern • SDG 6.2: Besserer Zugang zu Trinkwasser- und Sanitärversorgung weltweit, höhere (sichere) Qualität • SDG 8.3: Gute Investitionsbedingungen schaffen – Wohlstand dauerhaft erhalten • SDG 9.1: Zukunft mit neuen Lösungen nachhaltig gestalten
Regionale Wertschöpfung	Die Maßnahmen zur Katastrophenvorsorge verringern die Schäden und Kosten, und tragen somit zur langfristigen Sicherung der regionalen Wertschöpfung bei. Finanzmittel, die andernfalls in die Beseitigung von Klimaschäden etc. fließen würden, finden im Rahmen dieser Maßnahme eine präventive Anwendung.
(Regionale) Beispiele	• Projekt HiOS (Hinweiskarten Oberflächenabfluss und Sturzflut): https://www.lfu.bayern.de/wasser/starkregen_und_sturzfluten/hios/index.htm und http://www.hios-projekt.de/sites/default/files/20181114_Projektposter_HiOS.pdf • Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten des LfU: https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_risikomanagement_umsetzung/hwgk_hwrk/index.htm • Bürgerinformationen des LfU (Hochwasser-Eigenvorsorge und Checkliste): https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_103_hochwasser.pdf und https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_127_hochwasser_checkliste.pdf • Bürgerbroschüre des BBSR: Leitfaden Starkregen – Objektschutz und bauliche Vorsorge (https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2018/leitfaden-starkregen-04-2019-dl.pdf) • Broschüre für Bürger und Kommunen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe: https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/bbk_starkregen.pdf • Anreizsysteme für die kommunale Überflutungsvorsorge (AKUT): https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/anreizsysteme-fuer-die-kommunale und https://www.hs-mainz.de/microsites/technik/akut/uebersicht/

Nummer	1.2			
Titel	**Anleitung und Modellprojekt für einen kühlen Kopf in sozialen Einrichtungen - Praxisleitfaden „Soziale Einrichtungen an die Wärmebelastung anpassen“**			
Priorisierte Klimawirkungen	X	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen		Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Wärmebelastung in Gebäuden und auf Freiflächen sozialer Einrichtungen; Energiesparende Kühlung öffentlicher Gebäude im Sommer (sowie energiesparende Beheizung im Winter); Information und Sensibilisierung öffentlicher und privater Bauherren			
Ausgangslage und Maßnahmenhintergrund	Bei der Sanierung oder dem Neubau von Gebäuden sind die Richtlinien des Gebäudeenergiegesetzes von 2020 einzuhalten. Im Sinne der Klimaanpassung sind bei der Gebäudedämmung Materialien zu verwenden, die im Sommer ein Aufheizen der Innenräume reduzieren. Zudem sind Materialien aus Perspektive des Klimaschutzes nachwachsenden Rohstoffen empfehlenswert. Die Kombination mehrerer Maßnahmen an exponierten öffentlichen Gebäuden kann zum Nachahmen anzuregen. Hierfür bieten sich Führungen zur technischen Umsetzung für interessierte Bauherren an sowie Informationsbroschüren. Idealerweise werden Inhalte der Maßnahmen auch im Rahmen der Bürgerenergieberatung kommuniziert und an umsetzungskompetente Handwerksbetriebe verwiesen. Für öffentliche Gebäude und Freiflächen, insbesondere von sozia-			

	len Einrichtungen, sollen daher beispielhaft für unterschiedliche Einrichtungs-/Gebäudetypen Untersuchungen zur Wärmebelastung vorgenommen werden. Abgeleitet von der potenziellen Betroffenheit der unterschiedlichen Einrichtungs- (Kita, Schule, Krankenhaus, Senioreneinrichtung) und Gebäudetypen (Flachbau, mehrgeschossig etc.) können dann standardisierte Empfehlungen zur Anpassung an die Wärmebelastung (technische Verschattungen, Entsiegelung, Bepflanzungen, etc.) erarbeitet werden und in einem Praxisleitfaden festgehalten werden. Vorschläge zu den Modellprojekten: Empfehlenswert ist als Vorbildprojekt eine eigene Liegenschaft des Landkreises auszuwählen in der womöglich auch Führungen zu klimagerechten Bauen angeboten werden können. Darüber hinaus ist in der Stadt Creußen aktuell eine Kindertagesstätte in Planung und in der Gemeinde Schnabelwaid ist eine weitere Einrichtung bereits im Bau. Hier könnte Rücksprache mit der Verwaltungsgemeinschaft Creußen getroffen werden, ob sich eine dieser Einrichtungen als Vorbild anbietet. Zudem könnte Rücksprache mit dem beauftragten Architekturbüro getroffen werden. Ein weiterer Vorschlag für ein Vorbildprojekt ist eine Kindertagesstätte in der Gemeinde Ahorntal, die sich noch in der Vorplanung befindet. Durch die Kombination unterschiedlicher Einzelmaßnahmen kann eine klimafreundliche Gebäudekühlung erzielt werden: Grundwassergespeiste Kaltwassernetze können zur energiesparenden Kühlung und Beheizung öffentlicher Gebäude genutzt werden. Um den steigenden Bedarf an Kühlenergie im Sommer entgegenzuwirken, sollte geprüft werden, ob ein Aufbau eines solchen Kühlsystems in Kommunen des Landkreises Bayreuth technisch und finanziell umsetzbar ist.
Umsetzungsfahrplan	<u>Teilmaßnahme 1: Erarbeitung von Maßnahmen zur Anpassung an Wärmebelastung und weitere Klimawandelfolgen in Gebäuden und auf Freiflächen sozialer Einrichtungen</u> Im Rahmen der Erstellung eines Praxisleitfadens: • Auswahl sozialer Einrichtungen, die im Landkreis besonders von Wärmebelastung betroffen sind und bei denen womöglich eine (Teil)Sanierung ansteht → *Meilenstein 1* • Untersuchung der Wärmebelastung und weiterer Klimawandeleffekte in diesen Einrichtungen sowie Ausarbeiten individualisierter Maßnahmenempfehlungen mit Schwerpunkt auf klimafreundliche Gebäudekühlung (siehe Fördermöglichkeiten) → *Meilenstein 2* • Beratung der betreffenden und weiterer Träger / Heimaufsichten sozialer Einrichtungen zu Fördermöglichkeiten • Ermittlung, welche verschiedenen Gebäudetypen es gibt und ob für diese übertragbaren Empfehlungen entwickelt werden können → *Meilenstein 3* • Praxisleitfaden erstellen mit Schwerpunkt auf klimafreundliche Gebäudekühlung, Zusammenarbeit mit Arbeitsgruppe des Landratsamtes, die Klima- und Nachhaltigkeitscheck erstellt → *Meilenstein 4* • Praxisleitfaden bei Trägern sozialer Einrichtungen vorstellen → *Meilenstein 5* <u>Teilmaßnahme 2: Öffentliche und private Neubauten klimawandelangepasst und klimafreundlich gestalten</u> • Modellprojekt/ Nachahmprojekt eines öffentlichen sozialen Gebäudes klimawandel- und klimaschutzgerecht bauen mit einem Fokus auf eine energiesparende Gebäudekühlung → *Meilenstein 1* • Mindeststandards zum Schutz vor Wärmebelastung und weiteren Klimawandelfolgen bei Neubau öffentlicher Gebäude erstellen und ggf. mit Praxisleitfaden zur Anpassung bestehender Gebäude fusionieren → *Meilenstein 2* • Handreichungen für private Bauherrn formulieren, bewerben und auf Internetseite des Landkreises veröffentlichen → *Meilenstein 3* • Führungen zur technischen Umsetzung für die Öffentlichkeit anbieten und passende Beratungsangebote fördern → *Meilenstein 4* <u>Teilmaßnahme 3: Sensibilisierung für und Weiterbildung zu Klimaanpassungsmaßnahmen</u> • Weiterer Ausbau der bestehenden Online-Angebote des Landkreises Bayreuth zum Thema Klimawandelanpassung (Fördermöglichkeiten, regionale Vorbildprojekte

	darstellen, energiesparende Kühlung, Praxisleitfaden veröffentlichen etc.) → *Meilenstein 1* • Informationskampagne/ Workshops (siehe Fördermöglichkeiten) für Bewohner sozialer Einrichtungen sowie für Menschen zu Hause (womöglich Kooperation mit der „Gesundheitsregion plus") organisieren, z.B. in Form von Aktionstagen (ggfs. auch vorhandene Formate wie die „Gesundheitstage" nutzen) → *Meilenstein 2* • für Kinder und Schüler spielerische und quizartige Vermittlung → *Meilenstein 3* • für Leitung und Mitarbeiter Kommunikationskanäle suchen, z.B. als aufsuchende Beratung in Form einer Rundreise oder bei Rundem Tisch (hier könnte auch Katastrophenschutz mit eingebunden werden) → *Meilenstein 4*
Verortung	Gebäude sozialer Einrichtungen des Landkreises in Ortslagen mit potenziell hoher Hitzebelastung (z. B. Pegnitz, Bindlach, Speichersdorf, Heinersreuth, Mistelgau, Hollfeld, Altenplos, Eckersdorf), Modellprojekte müssen ermittelt werden
Priorität	hoch
Zeitraum	Teilmaßnahmen 1 und 3: mittelfristig, Teilmaßnahme 2 langfristig; ab sofort (es sollte im Auge behalten werden, dass die Förderrichtlinie „Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen" bis 01.07.2023 gültig ist. Bis dahin sollten sowohl die Konzepte wie auch die Umsetzung der (investiven) Maßnahmen abgeschlossen sein, soweit möglich)
Aufwand	• Personalkosten: gering (für Öffentlichkeitsarbeit, Erstellung des Praxisleitfadens durch externes Fachbüro; Teilmaßnahme 1), gering (Teilmaßnahme 2), moderat (Teilmaßnahme 3) • Sachkosten: gering (für Informationsmaterialien, Teilmaßnahmen 1 bis 3), • Investitionen: keine (Teilmaßnahme 1 & 3), moderat bis hoch (für bauliche Maßnahmen, Teilmaßnahme 2)
Fördermöglichkeiten	• Beratung und Erstellung von Klimaanpassungskonzepten (Förderschwerpunkt 1), Umsetzung Investiver Maßnahmen (Förderschwerpunkt 2), Weiterbildungen und Informationskampagnen (Förderschwerpunkt 3): https://www.z-u-g.org/aufgaben/klimaanpassung-in-sozialen-einrichtungen • Umwelt-Förderschwerpunkt Klimaschutz in Kommunen im Klimaschutzprogramm Bayern 2050 (Förderrichtlinien Kommunaler Klimaschutz – KommKlimaFöR, https://www.umweltpakt.bayern.de/werkzeuge/foerderfibel/programme/279/umwelt-foerderschwerpunkt-klimaschutz-in-kommunen-im-klimaschutzprogramm-bayern-2050/)
Zielgruppe	Soziale Einrichtungen verschiedener Träger, deren Mitarbeiter, Pflegebedürftige, Senioren, Schüler, Kinder
Akteure	• Federführung: Regionale Entwicklungsagentur des Landkreises Bayreuth (wenn Klimaanpassungsmanagement im LRA vorhanden, Teilmaßnahmen 1 bis 3) • Kooperationspartner: Landkreisverwaltung, Träger sozialer Einrichtungen (Teilmaßnahmen 1 bis 3)
Erfolgskontrolle	• Teilmaßnahme 1: Anzahl der sozialen Einrichtungen im Landkreis, die an den Klimawandel angepasst sind, Temperaturmessung in den Einrichtungen an Sommertagen • Teilmaßnahme 2 & 3: Besucherzahlen auf betreffenden Internetseiten des Landratsamtes, Teilnehmerzahlen an Führungen durch Vorbildgebäude, Anzahl an Personen, die an Beratungen und Weiterbildungen teilnehmen
Erwartete Anpassungsleistung	Zum einen sind öffentliche und private Bauherren sowie Bewohner sozialer Einrichtungen mithilfe von Handreichungen, Führungen und Online-Angeboten über Wärmebelastungen und Sanierungsbedarfe informiert und durch diese Sensibilisierung zur klimafreundlichen Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen (wie bspw. Verschattungen, Entsiegelungen, Bepflanzungen) motiviert. Zum anderen wurden in Form von Praxisleitfäden standardisierte Empfehlungen zur Anpassung an die Wärmebelastung erarbeitet sowie Modellprojekte initiiert, sodass die Wärmebelastung in Gebäuden und auf Freiflächen sozialer Einrichtungen merklich reduziert wird.
Synergien und Konflikte	• Das Bewusstsein für eigene Betroffenheit (in entsprechenden Einrichtungen) kann die Bereitschaft für weitere Maßnahmen sowohl im Bereich Klimaanpassung, als auch Klimaschutz befördern.

Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Synergie mit Klimaschutzbemühungen durch Reduktion von Treibhausgasemissionen bei der Gebäudekühlung und -heizung, insbesondere während Hitzeperioden. • Natürlicher Klimaschutz: Gebäudebegrünung kann zusätzlich CO_2 speichern. • Einsatz von Gebäudebegrünung oder Entsiegelung von Flächen mit anschließender insektenfreundlicher Begrünung trägt zudem zum natürlichen Kühlungseffekt bei und bietet Rückzugsorte für zahlreiche Tiere in besiedelten Gebieten.
Beitrag zu Zielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie	• SDG 3.1: Länger gesund leben • SDG 3.2: Gesunde Umwelt erhalten • SDG 4.1: Bildung und Qualifikation kontinuierlich verbessern • SDG 7.1: Ressourcen sparsam und effizient nutzen • SDG 9.1: Zukunft mit neuen Lösungen nachhaltig gestalten • SDG 7.2: Zukunftsfähige Energieversorgung ausbauen • SDG 11.1: Flächen nachhaltig nutzen • SDG 11.3: Bezahlbarer Wohnraum für alle • SDG 13.1: Treibhausgase reduzieren
Regionale Wertschöpfung	Die geringere Wärmebelastung steigert die Leistungsfähigkeit und Produktivität von Mitarbeitern, Schülern und Kindern und reduziert gleichzeitig die öffentlichen Gesundheitsausgaben aufgrund verringerter hitzebedingter Herz-Kreislauferkrankungen und Mortalitäten. Außerdem bietet die Maßnahme das Potential bei der Erarbeitung und Kommunikation von Informations- und Beratungsangeboten sowie bei der Gebäudesanierung aktiv regionale Institutionen und Dienstleister einzubinden, um so die regionale Wertschöpfung zu steigern.
(Regionale) Beispiele	• Projekt „Sonne(n) mit Verstand – statt Sonnenbrand“ des StMGP: Der Fachbereich Gesundheitswesen des Landratsamts Bayreuth stellte für Kindertageseinrichtungen und Kindertagespflegestellen von Stadt und Landkreis Bayreuth kostenfreie Informationsmaterialien zur Verfügung. Auch hat am 21. Juni 2020 in diesem Rahmen der „Tag des Sonnenschutzes“ stattgefunden. Zudem werden im Sommer 2021 in verschiedenen Freibädern des Landkreises Infostände zum Thema angeboten. Die Infostände, beispielsweise im Freibad Betzenstein, werden von Vertretern des Bayreuther Gesundheitsamtes und des Seniorenamtes, sowie vom Fachbereich Gesundheitswesen am Bayreuther Landratsamtes durchgeführt. • Tipps gegen Sommerhitze im Haus auf der Internetseite des Landkreises Bayreuth unter: https://klima.landkreis-bayreuth.de/unsere-projekte/aktuelle-meldungen/tipps-gegen-sommerhitze-im-haus/ • Klimafreundliche Gebäudekühlung durch grundwassergespeistes Kaltwassernetz: Umsetzungsbeispiel Paderborn (https://www.paderborn.de/wohnen-soziales/umwelt-gruen/energetische-nutzung-von-grundwasser-in-der.php)

Nummer	1.3			
Titel	**Sommerlicher Wärmeschutz in öffentlichen Gebäuden**			
Priorisierte Klimawirkungen	X	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen		Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Passive Kühlsysteme als sommerlicher Hitzeschutz an Gebäuden etablieren			
Kurzbeschreibung	Die Kommunen können über Bebauungspläne etc. Vorgaben machen, die in Wohngebieten pilothaft umgesetzt werden können. Die Berücksichtigung von Klimawandel-			

	folgen soll zunächst Bestandteil von Planungsverfahren für öffentliche Gebäude werden. Außenjalousien können bei entsprechender Form und Ausgestaltung Hitzebelastung reduzieren und zugleich die Lichtsituation an die Notwendigkeiten anpassen. Eine passive Kühlung sollte der aktiven Kühlung und damit der externen Energiegewinnung vorgezogen werden, wobei darüber hinaus auf Dach- und Fassadenbegrünung geachtet werden sollte. In landkreiseigenen Gebäuden soll modellhaft eine natürliche Beschattung vorangetrieben werden. Gebäude außerhalb der kreisfreien Stadt Bayreuth sollten dies auf jeden Fall berücksichtigen, z.B. bei Sanierung oder Neubau von Schulen, Rathäusern etc. Eine Untersuchung kommunaler Liegenschaften sollte in den Alltag der Kreisarbeit mit einfließen. Auf Grundlage der Erfahrungen in kommunalen Liegenschaften soll eine Sensibilisierung bzw. Fort-/Weiterbildung anderer Träger erfolgen, um unter Einbezug von Experten z. B. Alten- und Pflegeheime sowie Kindertageseinrichtungen an die veränderten Bedingungen anzupassen.
Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• In landkreiseigenen Gebäuden soll modellhaft eine natürliche Beschattung vorangetrieben werden - dadurch können Treibhausgasemissionen bei der Gebäudekühlung und -heizung, insbesondere während Hitzeperioden gesenkt werden und die Begrünung bietet Rückzugsorte für Lebewesen (z.B. Insekten) in besiedelten Gebieten. Fassadenbegrünung kann zusätzlich CO_2 binden und speichern.
(Regionale) Beispiele	Der in Entwicklung befindliche Klima-Check für Planungen und Maßnahmen des Landkreises (derzeit wegen der Corona-Pandemie pausierend) bietet einen Anknüpfungspunkt für die Maßnahme. Für Neubauvorhaben wurden bereits pragmatische Maßnahmen erarbeitet, bspw. eine Energieberatung bereits während der Planungsphase einzuschalten. Hier sind weitere Schritte geplant.

Nummer	1.4			
Titel	**Erarbeitung eines Hitzeaktionsplanes**			
Priorisierte Klimawirkungen	X	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen		Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Entwicklung und Umsetzung eines Hitzeaktionsplans			
Kurzbeschreibung	Der Hitzeaktionsplan soll alle Verantwortlichen in kommunalen Einrichtungen, den Verwaltungen und auch sonstige Träger (z. B. Altenheime, soziale Einrichtungen, Krankenhaus) auf erforderliche Maßnahmen hinsichtlich sommerlicher Hitzebelastung vorbereiten und die aktive Durchführung in den Einrichtungen sicherstellen. Der Hitzeaktionsplan umfasst neben einem Informationsdienst auch wesentliche Handlungsempfehlungen, einrichtungsspezifische Aktionspläne und weiterführende vorbereitende Maßnahmen, wie z. B. die Einrichtung von Trinkwasserspendern, Schulungen zu hitzeangepasstem Verhalten. Der Hitzeaktionsplan sieht eine einheitliche Informationskette vor, welche bereits als Präventionsmaßnahme, sowie bei aktuellen Hitzewarnungen (z. B. Hitzewarnsystem des Deutschen Wetterdienstes) in Kraft tritt. Dabei werden betroffene Bereiche über durchzuführende Schutzmaßnahmen z. B. zur Reduktion der Hitze in Gebäuden und hitzeangepasstes Verhalten (Trinken, Bewegung, ÖPNV) rechtzeitig aufgeklärt. Weiterführend sind durch die Akteure eigene einrichtungsspezifische Maßnahmen umzusetzen.			

	Die Erarbeitung und Umsetzung des Hitzeaktionsplanes sollte sich an den Handlungsempfehlungen des Bundesumweltministeriums (https://bit.ly/2ZLHC3S) und der Weltgesundheitsbehörde (https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/heathealth-action-plans) orientieren.
(Regionale) Beispiele	-

Nummer	1.5				
Titel	**Klimaangepasste Planung und Bauleitplanung**				
Priorisierte Klimawirkungen	X	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen	
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen	
	X	Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser	
		Beeinträchtigung des Wintertourismus			
Weitere Klimawirkungen	Trockenstress für städtisches Grün				
Maßnahmenziel	Klimaangepasste Neubauvorhaben				
Kurzbeschreibung	Die Berücksichtigung von Klimawandelfolgen wird Bestandteil von Planungsverfahren. Es wird eine „Grüne Bauleitplanung" angestrebt, die über reine Klimaanpassungsmaßnahmen hinausgeht und Instrumente wie einen Kriterienkatalog „Nachhaltiges Bauen", eine Klima-Checkliste für B-Pläne, den Aufbau von Förderprogrammen für Klimawandelaspekte und regelmäßige Fortbildungen für Mitarbeiter der Bauämter enthält. Die Maßnahme zielt vor allem auf die Reduzierung der Hitzebelastung und Überflutungen nach Starkregenereignissen ab, soll aber ein klimaresilientes Kommunalgrün ebenso berücksichtigen. Die Bepflanzung wird so ausgewählt, dass sie genügend Beschattung gewährleistet und Trockenstress widersteht. Es werden auch Empfehlungen für das Privatgrün erstellt. Straßenbeläge werden festgesetzt, die sich wenig aufheizen und versickerungsfähig sind; Gebäude werden möglichst strahlungsgünstig ausgerichtet, in hellen Farben bzw. Materialien gehalten sowie Dach- und Fassadenbegrünung werden integriert; Frischluftschneisen sind freizuhalten, eine wassersensible Straßenraumgestaltung (z. B. Schwammstadt-Prinzip; siehe Maßnahme 3.1) mitzudenken.				
Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Bei der Auswahl der Bepflanzung kann bewusst auf eine gemischte Bepflanzung gesetzt werden, die sowohl trockenresistent ist, als auch Nahrung für Insekten und Vögel bietet. Außerdem kann durch eine vielschichtige Anpflanzung mit unterschiedlichen Höhen (Bäume, Stauden, Gräser/Kräuter) zusätzlich vielfältiger Lebensraum für Tiere mit unterschiedlichen Anforderungen geschaffen werden. Dies kann zum Erhalt und zur Steigerung der Biodiversität beitragen. Eventuell können auch Wasserflächen eingeplant werden, die zusätzlich Lebensraum schaffen.				
(Regionale) Beispiele	Der in Entwicklung befindliche Klima-Check für Planungen und Maßnahmen des Landkreises (derzeit wegen der Corona-Pandemie pausierend) bietet einen Anknüpfungspunkt für die Maßnahme. Für Neubauvorhaben wurden bereits pragmatische Maßnahmen erarbeitet, bspw. eine Energieberatung bereits während der Planungsphase einzuschalten. Hier sind weitere Schritte geplant.				

A.2.2 Land- und Forstwirtschaft, Boden

Nummer	2.1			
Titel	**Klimagerechter Waldumbau – Beratung und Weiterbildung zur Anpassung des Waldes an zukünftige Klimabedingungen**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
	X	Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen		Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Waldbrandgefahr durch zunehmende Hitze- und Trockenperioden, Windwurfgefahr durch Sturm und Schnee, Ertragsausfälle durch Schadorganismen; (Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung in Wäldern / Klimaschutz); Ertragszuwachs durch Verlängerung der Wachstumsperiode			
Maßnahmenziel	Schaffung eines klimaangepassten und widerstandfähigen Wald- und Forstbestandes, Information und Motivation von Waldbesitzern und Forstmitarbeitern zum nachhaltigen Waldumbau			
Ausgangslage und Maßnahmenhintergrund	Die klimatischen Änderungen haben unmittelbare Auswirkungen auf die Wald- und Forstflächen. Es muss mit zunehmender Hitze und Trockenheit und daraus resultierender Waldbrandgefahr und Begünstigung von Baumschädlingen, aber auch verstärktem Windwurf und Schneebruch gerechnet werden. Der sukzessive Umbau der Wald- und Forstflächen im Landkreis Bayreuth hin zu einer klima- und standortangepassten Bestockung findet unter anderem in Staatsforstbetrieben bereits seit einiger Zeit statt. In der Region werden vermehrt Laubbäume gepflanzt, um ökologisch wertvolle Mischwälder zu gestalten. Der Umbau der Forstbestände – und ebenso deren Naturverjüngung – sollte mit hoher Intensität fortgeführt und beschleunigt werden (Orientierung am Waldumbauprogramm des Klimaprogramms Bayern 2020). Mitarbeitern der Forstbetriebe und (Privat-)Waldbesitzern sollte das notwendige Hintergrundwissen zu Klimafolgen in der Forstwirtschaft, der Umgang mit vorhandenen Fachgrundlagen (z. B. Standort-/ Waldinformationssystem, Anbaurisikokarten) sowie praktische Handlungsoptionen für einen klimaangepassten Umbau der Bestände vermittelt werden. Wenn möglich, sollten sie regelmäßig an Beratungen und Weiterbildungen zu den Themen forstliche Klimafolgen und nachhaltiger Waldumbau teilnehmen. Die Wissensvermittlung kann über Informationsveranstaltungen, Beratungsangebote und die Ausgabe von Broschüren und Flyern erfolgen. Zudem können Diskussionsforen und Vor-Ort-Demonstrationen organisiert werden. Die Durchführung sollte an bestehende Formate anknüpfen.			
Umsetzungsfahrplan	<u>Teilmaßnahme 1: Mitarbeiter der Forstbetriebe</u> • Regelmäßige Durchführung von Informations- und Weiterbildungsmaßnahmen zu Klimafolgen in der Forstwirtschaft für Mitarbeiter der Forstbetriebe → *Meilenstein 1* • *Entweder* Aufbereitung von Kommunalwald mit Vorbildwirkung als Demonstrationsflächen für Waldumbau auf verschiedenen Flächen im Landkreis mit unterschiedlichen Standortbedingungen (z. B. Fichtelgebirge, Fränkische Schweiz) und unterschiedlichen „Zukunftsbaum"-Mischungen *und/oder* Kooperation mit AELF-BM zu dessen ähnlich gelagerten Aktivitäten hinsichtlich unterschiedlicher Musterbestände → *Meilenstein 2* • Durchführung von Vor-Ort-Terminen auf den Demonstrationsflächen zur Information interessierter Waldbesitzer und der Öffentlichkeit in Kooperation mit AELF-BM und Waldbesitzervereinigung → *Meilenstein 3* • Regelmäßige Evaluierung der Maßnahme anhand der Anzahl der Demonstrationsflächen und Teilnehmerzahlen der Informationsveranstaltungen vor Ort → *Meilenstein 4* <u>Teilmaßnahme 2: Information und Motivation von Privatwaldeigentümern (und ggf. Kommunalverwaltungen) zum Waldumbau</u>			

	• Bildung einer Aktionsgruppe aus Vertretern von Landratsamt, AELF Bayreuth-Münchberg, Waldbesitzervereinigungen und ggf. Universität Bayreuth → *Meilenstein 1* • Erstellung einer kompakten Informationssammlung hinsichtlich Umbaunotwendigkeit, vorhandener Fachgrundlagen, Handlungsoptionen, bestehender Beratungsangebote und Fördermöglichkeiten in Broschürenform bzw. PDF durch AELF-BM unter Mitwirkung der Aktionsgruppe → *Meilenstein 2* • Versand der Broschüre bzw. des PDF an die Waldbesitzer per Post mit Grundsteuerbescheid durch die Kommunalverwaltungen und/oder per E-Mail durch die Waldbesitzervereinigung sowie Auslange bzw. Verteilung in Stationen des Maschinenringes → *Meilenstein 3* • Informationskampagne der o.g. Aktionsgruppe zum Waldumbau → *Meilenstein 4*, z. B. mittels: ○ Online-Artikel auf Webseite und Social-Media-Kanälen der Mitglieder der Aktionsgruppe ○ Bereitstellung und Versand von Broschüren und Flyern (z. B. Hinweise auf klimaresiliente Baumarten oder Förderangebote) ○ Informationsveranstaltungen mit Diskussionsforen (z. B. Initiierung eines jährlichen „Bayreuther Forum Waldumbau") ○ Beratungsangebote (z. B. Initiierung bzw. Verstärkung einer „Waldbesitzer-Sprechstunde") ○ Vor-Ort-Termine auf Demonstrationsflächen im Bestand mit den Waldbesitzern und Forst-Experten von AELF-BM und Universität Bayreuth • Regelmäßige Evaluierung der Informationskampagne anhand der Teilnehmerzahlen der Informationsveranstaltungen und Vor-Ort-Termine → *Meilenstein 5*
Verortung	• Teilmaßnahme 1: Demonstrationsflächen = verschiedene Flächen im Landkreis mit unterschiedlichen Standortbedingungen und Baummischungen, z. B. Kahlflächen in Bad Berneck, • Teilmaßnahme 2: ganzer Landkreis • Generell in Gemeinden und gemeindefreien Gebieten mit hoher Sensitivität gegenüber Trockenstress auf Wald- und Forstflächen (u. a. Hollfeld, Waischenfeld, Pottenstein, Betzenstein, Veldensteiner Forst, Aufseß, Pegnitz, Forst Neustädtlein a.Forst, Heinersreuther Forst, Prüll, Neubauer Forst-Nord)
Priorität	Sehr hoch
Zeitraum	Teilmaßnahme 1 & 2: mittelfristig, Start so bald als möglich aufgrund des langen Umsetzungshorizontes für Waldumbau
Aufwand	• Personalkosten: Im LRA integriert (sofern dort ein Klimaanpassungsmanagement eingerichtet wird), im AELF integriert, da Beratung zu den Kernaufgaben des AELF gehört (Teilmaßnahme 1 & 2) • Sachkosten: moderat (Teilmaßnahme 1 & 2) • Investitionen: hoch (Teilmaßnahme 1); keine (Teilmaßnahme 2)
Fördermöglichkeiten	• WaldFöPR2020: Förderprogramm zum Aufbau klimafester und artenreicher Wälder in Bayern (https://www.stmelf.bayern.de/wald/waldbesitzer_portal/048719/index.php) • Umwelt-Förderschwerpunkt Klimaschutz in Kommunen im Klimaschutzprogramm Bayern 2050 (Förderrichtlinien Kommunaler Klimaschutz – KommKlimaFöR, https://www.umweltpakt.bayern.de/werkzeuge/foerderfibel/programme/279/umwelt-foerderschwerpunkt-klimaschutz-in-kommunen-im-klimaschutzprogramm-bayern-2050/)
Zielgruppe	• Teilmaßnahme 1: Mitarbeiter der Forstbetriebe • Teilmaßnahme 2: Privat- und Körperschaftswald-Besitzer
Akteure	• Federführung: AELF-BM, Staatsforstbetriebe (Teilmaßnahme 1); AELF-BM, Waldbesitzervereinigungen (Teilmaßnahme 2) • Kooperationspartner: Landratsamt, Kommunalverwaltungen (Teilmaßnahme 1); Landratsamt, Staatsforst, Universität Bayreuth, Maschinenring Bayreuth-Pegnitz e.V. und Fränkische Schweiz, Kommunalverwaltungen sowie lokale Initiativen (Teilmaßnahme 2)

Erfolgskontrolle	• Teilmaßnahme 1: Anzahl der Demonstrationsflächen im Landkreis, Teilnehmerzahlen der Vor-Ort-Termine • Teilmaßnahme 2: Teilnehmerzahlen der Informationsveranstaltungen und Vor-Ort-Termine, Anteil klimaresilienter Baumarten auf den Forstflächen (Jahreszeitreihe)
Erwartete Anpassungsleistung	(Privat-)Waldbesitzer und Mitarbeiter der Forstbetriebe sind dank der Informations- und Beratungsangebote (z. B. Broschüren und Vor-Ort-Begehungen) über waldbezogene Klimawandelfolgen und -anpassungsmaßnahmen informiert, sensibilisiert und dadurch zum klimagerechten Waldumbau motiviert.
Synergien und Konflikte Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Synergie: Mischwald besitzt aufgrund seiner höheren Biodiversität und Ästhetik einen höheren Erholungswert für die Bevölkerung. Aufgrund der tendenziell höheren Wasserspeicherkapazität kann langfristig auch Sturzfluten und Überschwemmungen besser entgegengewirkt werden (3.1). • Konflikte: Schnellwachsende Fichten- und Kiefernkulturen bringen kurzfristig hohe Erträge bei hohem Risiko; ein klimaangepasster Mischwald verringert kurzfristig profitablere Nadelholzerträge. • Mischwald, indem auch Totholzer einen Platz haben und der eine ausgewogene Altersstruktur der Bäume aufweist, kann die Biodiversität zusätzlich stärken, indem er für zahlreiche Tier-, Pflanzen- und Pilzarten einen wertvollen Rückzugsort und Lebensraum bietet. • Die Bindung von CO_2 in den Wäldern ist durch schnellwachsende und trockenanfällige Baumarten gefährdet. Dem kann durch eine Umstellung auf Mischwald entgegengewirkt werden. Die anschließende Weiterverarbeitung des Holzes, z.B. zu Möbeln und Baustoffen trägt zur längerfristigen Speicherung von CO_2 bei. •
Beitrag zu Zielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie	• SDG 3.2: Gesunde Umwelt erhalten • SDG 4.1: Bildung und Qualifikation kontinuierlich verbessern • SDG 8.4: Wirtschaftsleistung umwelt- und sozialverträglich steigern • SDG 9.1: Zukunft mit neuen Lösungen nachhaltig gestalten • SDG 13.1: Treibhausgase reduzieren • SDG 15.1: Arten erhalten – Lebensräume schützen • SDG 15.2: Ökosysteme schützen, Ökosystemleistungen erhalten und Lebensräume bewahren • SDG 15.3: Weltweit Entwaldung vermeiden und Böden schützen
Regionale Wertschöpfung	Die Schlüsselmaßnahme stärkt die regionale Wertschöpfung, indem durch die Konzeption und Erstellung von Informations- und Beratungsangeboten und deren öffentlichkeitswirksamer Kommunikation bestehende Arbeitsplätze gesichert und erweitert werden sowie evtl. in einem begrenzten Umfang auch neue Stellen geschaffen werden können. Zudem trägt sie in der Forstwirtschaft trotz möglicherweise kurzfristiger Minderungen langfristig zur Einkommenssicherung bei. Die Maßnahme zielt auf eine hohe Außenwirkung ab, die das Potential hat, externe Mittel und Expertise hervorzurufen.
(Regionale) Beispiele	• Bereits seit dem Jahr 2015 sind im Bereich des AELF Bayreuth-Münchberg eine Folge von Maßnahmen im Rahmen der Initiative Zukunftswald (IZW) durchgeführt worden. Es wurden u. a. abgegrenzte Waldgebiete, die auf Grund ihrer besonderen Lage, der örtlichen Gegebenheiten des Geländes und des Bodens sowie der Baumartenzusammensetzung hohe Notwendigkeit des Waldumbaus aufzeigten, ausgewiesen. Im Zukunftswald Plankenfeld-Löhlitz wurden Waldbesitzer und Förster qualifiziert, um die Wälder klimafit zu machen (https://www.aelf-bm.bayern.de/forstwirtschaft/waldbesitzer/275749/index.php). Hier bietet sich eine Kooperation und Ausweitung der Projekte an. • Die Initiative „Klimawald Bayreuth“ hat ebenfalls begonnen, den Waldumbau aktiv voranzutreiben. Sie hat inzwischen bereits fünf Waldflächen in und um die Stadt Bayreuth begründet (https://www.klimawaldbayreuth.com). Auch hier bietet sich eine Kooperation an. • Waldumbau: Ende September 2021 startete das Forum Zukunftswald am Gutshof in Mengersdorf. Nähere Infos: https://www.bayceer.uni-bayreuth.de/bayceer/de/aktuelles/news/detail.php?id_obj=162177

	• Das am Campus der Universität Bayreuth verortete „Forum Waldkontroversen“ soll wiederaufgenommen werden: https://www.bayceer.uni-bayreuth.de/waldkontroversen • Naturschutzbericht des Forstbetriebes Pegnitz: Erfassung der Risikostandorte in den umliegenden Schutzgebieten. Es wurden z. B. Wälder auf Feucht-, Trocken- und Sonderstandorten erfasst und erfahren eine gesonderte, angepasste Waldbehandlung.

Nummer	2.2			
Titel	**„Dass der Boden da bleibt, wo er hingehört“ – Erosions-Schwerpunkte aufdecken und gezielt erweiterten Bodenschutz voranbringen**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung	X	Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen	X	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Erhöhung des Wassergehalts im Boden sowie Stabilisierung des Bodens gegenüber Wasser- und Winderosion, Verhinderung von Bodenerosion und erosiven Sturzfluten			
Ausgangslage und Maßnahmenhintergrund	Fällt Starkregen auf ausgetrockneten Boden, kann das Niederschlagswasser nicht schnell genug versickern und es kommt zu oberflächlichem Abfluss, der sich zu erosiven Sturzfluten entwickeln kann, die angrenzende Ortschaften und Verkehrswege stark beschädigen können. Durch bodenstabilisierende Maßnahmen in der Land(wirt)schaft können Sturzfluten und Hochwasserereignisse zwar nicht verhindert, aber dennoch abgeschwächt und Erosion vermieden werden. Daher sollten Erosions-Schwerpunkte im Landkreis Bayreuth identifiziert und gezielt reduziert werden. Die Identifizierung kann dabei auf Basis von Feuerwehreinsatzkatastern, der Rückmeldung von Bürgern und Landwirten sowie mithilfe von Erosionskarten der LfL erfolgen. Die Reduktion von Erosionsschwerpunkten kann z. B. mittels Anlage von Feldrandstreifen und Heckenstrukturen, Umwandlung in Grünland, angepasster Anbau- und Bearbeitungspraktiken oder auch Agroforstsystemen (siehe Maßnahme 2.3) geschehen. Zwischenfrüchte und Untersaaten schützen darüber hinaus den Boden, indem sie für Bodenbedeckung sorgen und auch die Art der Bodenbearbeitung beeinflusst das Wasserrückhaltevermögen. Der Boden selbst ist je nach Bodenart, Bodentyp und Verdichtungsgrad ein guter Wasserspeicher. Es wird empfohlen, durch Mulchsaat, ein pflugloses Saatverfahren, den Boden im Sinne des Erosionsschutzes zu bearbeiten. Auch die Streifenfrässaat als bodenschonendes Bearbeitungsverfahren oder das Anlegen eines 15 Meter breiten Grünbrachestreifens an den Feldrändern verringern den Bodenabtrag und die Verfrachtung auf/in angrenzende Straßen und Kanäle. Auch sollte eine zu starke Verdichtung des Oberbodens vermieden werden, da sonst (Stark-)Regenwasser nicht versickern kann, oberflächlich abfließt und die Erosion des Bodens verstärkt. Bei Vermeidung starker Bodenverdichtung kann das Regenwasser schneller in tiefere Bodenschichten eindringen und den Bodenwasserspeicher auffüllen und zur Grundwasserneubildung beitragen. Die Vermittlung von Informationen über klimaangepasste bodenschützende Anbau- und Bearbeitungspraktiken erfolgt idealerweise durch bzw. in Kooperation mit etablierten Akteuren wie Landwirtschaftsämtern (AELF) und Landwirtschaftsverbänden, z. B. in Informationsveranstaltungen und Beratungsangeboten für Landwirte. Es sollte an bestehende Formate der Akteure angeknüpft werden, wobei insbesondere das Programm boden:ständig (Amt für Ländliche Entwicklung [ALE]) ausgebaut werden soll.			
Umsetzungsfahrplan	• Erosionsschwerpunkte aufdecken: Erfassung von Erosions-Ereignissen bzw. -schwerpunkten auf der Basis von Feuerwehreinsatzkatastern, der Rückmeldung von Bürgern und Landwirten sowie mithilfe von Erosionskarten des LfL oder dem IBALIS-Kartenviewer. Karten und Informationen können über bestehende Plattformen			

	und Kommunikationskanäle der Kooperationspartner weitergegeben werden → *Meilenstein 1* • Durchführung von Workshops/Beratungsangeboten: Regelmäßige Angebote durch AELF/ Landwirtschaftliche Lehranstalten zur Vermeidung von Bodenverdichtung und -erosion. Aktive Bewerbung der Angebote bei Landwirten und interessierten Bürgern durch den Landkreis Bayreuth. → *Meilenstein 2* • Ausweitung des Programms boden:ständig: Bewerbung des Programms boden:ständig über den Landkreis Bayreuth bei Landwirten und interessierten Bürgern. Hilfestellung, Informationsvermittlung zur Ausweitung des boden:ständig-Programms an weitere Standorte innerhalb des Landkreises – in enger Zusammenarbeit mit den Kommunen der Integrierten Ländlichen Entwicklungen. → *Meilenstein 3* • Runder Tisch zu Flurneuordnung und Kernwegenetz: Synergien zwischen der Flurneuordnung/Ausbau Kernwegenetz mit Biotop-Planungen und Naturschutz suchen und nutzen; hier braucht es ein Treffen der beteiligten Akteure, um aktuelle Flurneuordnungsverfahren noch beeinflussen zu können. Es sollte das Gespräch mit dem Vertreter aus dem Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gesucht werden. → *Meilenstein 4*
Verortung	Vor allem in Gemeinden mit vielen potenziellen Problempunkten erosiver Sturzfluten (u. a. Gefrees, Weidenberg, Pegnitz, Hollfeld, Creußen, Bindlach, Pottenstein, Bad Berneck, Speichersdorf, Betzenstein, Gefrees, Weidenberg, Pegnitz)
Priorität	hoch
Zeitraum	Mittelfristig; mit vorbereitenden Maßnahmen kann bereits im 2. Halbjahr 2022 begonnen werden; Die kalkulierte Projektlaufzeit beträgt insgesamt 2,5 Jahre.
Aufwand	• Personalkosten: integriert (das Programm boden:ständig wird durch das Amt für Ländliche Entwicklung Bamberg durchgeführt.) • Sachkosten: gering • Investitionen: keine (für die Durchführung der eigentlichen Maßnahme) bzw. unbekannt (für die Umsetzung von Erosionsschutzmaßnahmen)
Fördermöglichkeiten	Projekte im Rahmen von boden:ständig sind über die ALE förderfähig
Zielgruppe	Landwirte, interessierte Bürger, beteiligte Akteure zur Flurneuordnung und dem Ausbau des Kernwegenetzes
Akteure	• Federführung: ALE Oberfranken (wird vorgeschlagen) • Kooperationspartner: Landratsamt Bayreuth, Landkreis Bayreuth (betreffend Naturschutz, Verkehrswegeplanung, Landwirtschaft); Integrierte Ländliche Entwicklungen ILE Fränkisches Markgrafen- & Bischofsland, ILE Fränkische Schweiz Aktiv, ILE Frankenpfalz im Fichtelgebirge, ILE Gesundes Fichtelgebirge, ILE Rund um die Neubürg Fränkische Schweiz, ILE Wirtschaftsband A9 Fränkische Schweiz, ILE Frankenpfalz; Regionalwert AG als Ansprechpartner für Finanzierung einzelner Projekte; GeoTeam als möglicher weiterer Kooperationspartner
Erfolgskontrolle	ggfs. Initiierung einer Begleitforschung durch Universität Bayreuth / GeoTeam möglich
Erwartete Anpassungsleistung	Im Kreisgebiet sind Schwerpunkte der Wasser-, Wind- und Bodenerosion identifiziert und durch Schutzmaßnahmen (u.a. angepasste Anbau- und Bearbeitungspraktiken) gezielt reduziert. Außerdem sind Landwirte, interessierte Bürger sowie Akteure aus dem Bereich Flurneuordnung/Kernwegenetz mithilfe verschiedener Austauschformate (Workshops, Runder Tisch) beraten und vernetzt.
Synergien und Konflikte Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Synergien zwischen Klimaanpassung in der Landwirtschaft (Erosionsschutz) und Landschaftsschutz (Hochwasser- und Starkregenereignisse), sowie positive Effekte auf die Beeinträchtigung der Verkehrsinfrastruktur. • Mögliche Konflikte können zwischen Flurneuordnung/Ausbau Kernwegenetz mit Biotopplanungen und Naturschutz im Hinblick auf Klimaanpassung aufkommen • Bodenfreundliche Bodenbearbeitung fördert / stellt gesunde Boden-Biodiversität wieder her und trägt so zum Humusaufbau bei. Humus bindet nicht nur CO_2, sondern speichert auch Wasser, was für einen gesunden Bodenwasserhaushalt, sowie

	für den Klimaschutz, und die Anpassung an den Klimawandel unerlässlich ist. Außerdem kann so die Versickerung von Regenwasser gestärkt werden und das Risiko von Überschwemmungen reduziert werden.
Beitrag zu Zielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie	• SDG 2.1: In unseren Kulturlandschaften umweltverträglich produzieren • SDG 2.2: Das Recht auf Nahrung weltweit verwirklichen • SDG 3.2: Gesunde Umwelt erhalten • SDG 4.1: Bildung und Qualifikation kontinuierlich verbessern • SDG 8.1: Ressourcen sparsam und effizient nutzen • SDG 8.4: Wirtschaftsleistung umwelt- und sozialverträglich steigern • SDG 15.2: Ökosysteme schützen, Ökosystemleistungen erhalten und Lebensräume bewahren • SDG 15.3: Weltweit Entwaldung vermeiden und Böden schützen
Regionale Wertschöpfung	Durch den Ausbau bestehender Formate (insbesondere boden:ständig) werden neue Arbeitsplätze geschaffen und bestehende gesichert. Außerdem finden Finanzmittel, die andernfalls in die Beseitigung von Erosionsschäden und erosiven Sturzfluten fließen würden, im Rahmen dieser Maßnahme eine präventive Anwendung.
(Regionale) Beispiele	• Arbeitsgemeinschaft Lebendige Itz: Gewässer dritter Ordnung => Vernetzung wäre möglich; entwickelte Modelle können Kommunen im Landkreis Bayreuth vorgestellt werden, um das entsprechende Wissen, welches gewonnen werden konnte, „als Bildungsorganisation“ weiterzugeben • Fortführung und Ausbau der Projekte auf der Praxisplattform boden:ständig: https://www.boden-staendig.eu/projekte?regions=&categories • Projekt mit torffreier Erde läuft bereits; Arbeitskreis „Torffreier Landkreis“

Nummer	2.3			
Titel	**Zukunftsfähige Landnutzung - Modellprojekt „Landschaft 2030“ und Etablierung von Agroforstsystemen**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung	X	Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen	X	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Extremwetterereignisse, Versorgungssicherheit Ernährung			
Maßnahmenziel	Modellhafter Aufbau von Landnutzungssystemen im Landkreis, die die Anforderungen des Klimawandels, die Notwendigkeiten der Klimaanpassung (Senkung der Bodentemperaturen und Erhöhung der relativen Luftfeuchte), die Stärkung der Biodiversität, der Bodenfruchtbarkeit (Erhöhung des Humus-Gehalts), die Senkung der Wind und Wassererosion sowie dabei die Wirtschaftlichkeit der Flächen im Blick haben			
Ausgangslage und Maßnahmenhintergrund	Landschaft 2030 Ein integraler Ansatz der Landschaftsgestaltung ist hilfreich, um die Vielzahl der Problemstellungen der aktuellen Landnutzung im Landkreis exemplarisch zu lösen. Die Aspekte Klimawandel, Artensterben, Düngemittel, Bodenfruchtbarkeit, Fruchtfolge, Wasserhaushalt sind jeweils starke Unsicherheitsfaktoren und müssen für die zukunftsfähige und klimawandelangepasste Landnutzung zusammengedacht werden. Benötigt werden daher kleinräumige Pilotprojekte auf Gemarkungsebene die aufzeigen, welche Gehölze, Kulturpflanzen und Strukturen im Sinne der Klimaanpassung in der Region und an unterschiedlichen Standorten geeignet sind und Modelle einer zukunftsfähigen Landnutzung darstellen. Auf gemarkungsübergreifender Ebene kann in Zusammenarbeit mit Flurneuordnungsverfahren auch ein größerer Rahmen mit mehreren beteiligten Kommunen und Unternehmen geschaffen werden. In einem Landschaftsausschnitt (z. B. Hummelgau) könnte dieses entsprechend beispielhaft umgesetzt werden. Das Projekt dient als konkretes Umsetzungsbeispiel und soll zum Nachahmen anregen.			

	<u>Agroforstwirtschaft</u> Eine weitere Möglichkeit des Bodenschutzes und einer zukunftsfähigen Landnutzung ist die Agroforstwirtschaft, also die Kombination von Gehölzen und Ackerkulturen (und/oder Tieren) auf einer Landwirtschaftsfläche. Die Landnutzungsform der Agroforstwirtschaft erfüllt zahlreiche Ziele. So binden Gehölze Kohlenstoff, schützen durch dauerhaften Bewuchs effektiv den Boden, vermindern Nährstoffausträge in Grund- und Oberflächengewässer, wirken Wind- und Wassererosion entgegen, speichern Wasser, schützen vor Austrocknung und steigern die Bodenfruchtbarkeit. Gleichzeitig erleichtern die Baumwurzeln das Versickern von Regenwasser; die Bäume und deren Blätter fangen zudem Wasser durch Interzeption ab. Die Pflanzung von Hecken und Bäumen an den Rändern schützen dort den Boden durch Beschattung vor Austrocknung. Als nachhaltiges und klimaresilientes Landnutzungssystem und heimisches Agroforstsystem sind z. B. auch bestehende traditionelle Streuobstwiesen zu verstehen. Mit dem Projekt soll ein modellhaftes und experimentelles Vorgehen verbunden werden, das unter anderem Erkenntnisse für Weide- und Viehhaltung in extensivem Maße beinhaltet.
Umsetzungs-fahrplan	<u>Teilmaßnahme 1: Landschaft 2030</u> • Erarbeitung von Kriterien für die Flächenauswahl einer modellhaften und für die Region beispielhaft stehenden „Landschaft“ innerhalb des Landkreises Bayreuth → *Meilenstein 1* • In Absprache zwischen den beteiligten Akteuren wird frühzeitig eine Klärung der Finanzierung i.S.v. geeigneten Förderprogrammen, ggfs. ein Crowdfunding-Programm zur gemeinschaftlich/bürgerschaftlich unterstützten Finanzierung sowie eine Beteiligung der Kommunen vorgeschlagen → *Meilenstein 2* • Finden von geeigneten Flächen und landwirtschaftlichen Betrieben im Landkreis Bayreuth anhand der zuvor erarbeiteten Kriterien; Ansprache der Eigentümer, um eine Auswahl für das Modellprojekt festzulegen und zwischen den Akteuren eine Festlegung zu erreichen → *Meilenstein 3* • Klärung der Bereitschaft für ein Verfahren der Ländlichen Entwicklung zur Zusammenlegung oder Flurneuordnung der entsprechenden Flächen → *Meilenstein 4* • Reflektion der Erfahrungen, Verbreitung des modellhaften Ansatzes und ggfs. wissenschaftliche Begleitung durch die Universität Bayreuth (im Sinne eines Reallabors) → *Meilenstein 5* <u>Teilmaßnahme 2: Agroforstwirtschaft</u> • Erarbeitung von Kriterien für die Flächenauswahl (ggfs. gemeinsam mit dem Projektmanagement der Ökomodellregion Fränkische Schweiz) → *Meilenstein 1* • Vorabinformation bei ähnlichem Projekt im Landkreis Forchheim (über die Solawi Ebermannstadt), kontinuierlicher Erfahrungsaustausch → *Meilenstein 2* • In Absprache zwischen den beteiligten Akteuren wird frühzeitig eine Klärung der Finanzierung i.S.v. geeigneten Förderprogrammen, ggfs. ein Crowdfunding-Programm zur gemeinschaftlich/bürgerschaftlich unterstützen Finanzierung sowie eine Beteiligung der Kommunen vorgeschlagen → *Meilenstein 3* • Suche nach geeigneten Flächen im Landkreis Bayreuth anhand der zuvor erarbeiteten Kriterien: z.B. Aufruf in den Amtsblättern, Ansprache durch das Projektmanagement Ökomodellregion Fränkische Schweiz; anschließend Ansprache der Eigentümer → *Meilenstein 4* • Klärung der Bereitschaft für ein Verfahren der Ländlichen Entwicklung zur Zusammenlegung oder Bodenneuordnung der entsprechenden Flächen sowie anschließende Durchführung → *Meilenstein 5* • Reflektion der Erfahrungen, Verbreitung des modellhaften Ansatzes und ggfs. wissenschaftliche Begleitung durch die Universität Bayreuth (im Sinne eines Reallabors → *Meilenstein 6*
Verortung	Pilotprojekt durch Bewerbung interessierter Kommunen und landwirtschaftlicher Betriebe
Priorität	hoch

Zeitraum	Teilmaßnahmen 1 & 2: mittel bis langfristig
Aufwand	• Personalkosten: 50%-Stelle über 2 Jahre (hoch) • Sachkosten: moderat • Investitionen: sind zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht kalkulierbar
Fördermöglichkeiten	Eine gemeinsame Förderung z.B. über das ALE kann in Zusammenarbeit mit dem LRA Bayreuth angestrebt und gemeinsam mit etablierten Institutionen aus der Region (bspw. Regionalwert AG Oberfranken) vorangetrieben werden. Einzelne Förderungen für strukturbildende Maßnahmen sind über das ALE, ggf. auch über die neuen Förderlinien der Ökomodellregion möglich.
Zielgruppe	Landwirte für die Umsetzung von Beispielprojekten, Kommunen für die Begleitung der Beispielprojekte ihrer Landwirte
Akteure	• Federführung: Regierung von Oberfranken und Amt für Ländliche Entwicklung Bamberg • Kooperationspartner: 1) Regierung von Oberfranken in Zusammenarbeit mit der Landkreisverwaltung, 2) SoLawi Bayreuth e.V., Streuobstallianz Bayreuth, 3) Universität Bayreuth (BAYCEER, Ökologisch-Botanischer Garten), 4) Regionalwert AG Oberfranken und 5) Ökomodellregion Fränkische Schweiz
Erfolgskontrolle	Teilmaßnahme 1 & 2: Anzahl und Flächengröße der modellhaften Projekte
Erwartete Anpassungsleistung	Durch den modellhaften Ausbau der innovativen Landnutzungssysteme „Landschaft 2030“ und „Agroforstwirtschaft“ wird letztlich nicht nur eine klimatisch angepasste, sondern auch eine ökologische und ökonomische Flächenbewirtschaftung implementiert.
Synergien und Konflikte Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Synergien zu Klimaschutzbemühungen und regionaler Wertschöpfung, zu den Zielsetzungen der Ökomodellregion Fränkische Schweiz, mit dem Streuobstpakt Bayern, mit den Eco-Schemes der GAP ab 2023 • Über den integralen Ansatz werden mehrere Problemfelder durch den Einsatz naturbasierter Lösungen angegangen, die vielfältige Synergieeffekte zum natürlichen Klimaschutz und der Steigerung der Biodiversität aufweisen: • Durch bodenschonende Landnutzung soll Humus aufgebaut werden. Dies trägt zur Grundwasserneubildung bei, stärkt und erhält somit den Wasserhaushalt. Außerdem bindet Humus CO_2. • Durch eine Flurneuordnung kann auch auf Verknüpfung der Habitate geachtet werden und so zum Erhalt der Artenvielfalt beigetragen werden (z.B. durch Verknüpfung von Rückzugsorten), auch eine angepasste Bewirtschaftungsweise wie reduzierter Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln oder bodenschonende Bewirtschaftungsmethoden können zur Stärkung der Biodiversität beitragen. • Durch die Etablierung von klimaangepassten Fruchtfolgen wird nicht nur der Boden geschont, sondern ein vielfältiger Lebensraum geschaffen, der Nahrung und Habitate für zahlreiche Lebewesen stellt.
Beitrag zu Zielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie	• SDG 2.1: In unseren Kulturlandschaften umweltverträglich produzieren • SDG 2.2: Das Recht auf Nahrung weltweit verwirklichen • SDG 3.2: Gesunde Umwelt erhalten • SDG 4.1: Bildung und Qualifikation kontinuierlich verbessern • SDG 6.1: Minderung der stofflichen Belastung von Gewässern • SDG 7.1: Ressourcen sparsam und effizient nutzen • SDG 8.4: Wirtschaftsleistung umwelt- und sozialverträglich steigern • SDG 9.1: Zukunft mit neuen Lösungen nachhaltig gestalten • SDG 11.1: Flächen nachhaltig nutzen • SDG 12.2: Anteil nachhaltiger Produktion stetig erhöhen • SDG 15.1: Arten erhalten – Lebensräume schützen • SDG 15.2: Ökosysteme schützen, Ökosystemleistungen erhalten und Lebensräume bewahren • SDG 15.3: Weltweite Entwaldung vermeiden und Böden schützen

Regionale Wertschöpfung	Die Schlüsselmaßnahme bietet das Potential bei der Auswahl und Gestaltung der Flächen gezielt regionale Institutionen einzubinden und zu vernetzen, um so die regionale Wertschöpfung zu steigern.
(Regionale) Beispiele	• Die Regionalwert AG Oberfranken ist beteiligt an der Planung des Projektes „Baum schafft Landschaft“ zum Test des Agroforst-Anbaus. • Der Verein SoLaWi Bayreuth e.V. befindet sich in der Planung eines Projektes zur gemeinschaftsgetragener Versorgungsökonomie auf einer Streuobstfläche: info@solawi-bayreuth.org. • Beispiel: Wertvolles Wangelkow - Landwirtschaft anspruchsvoll neu denken (https://www.succow-stiftung.de/naturerbe-landnutzung/wertvolles-wangelkow)

Nummer	2.4			
Titel	**Entwicklung eines Wassermanagementplans**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung	X	Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Trinkwasserverfügbarkeit			
Maßnahmenziel	Langfristige Sicherung der landwirtschaftlichen Bewässerung sowie der Trinkwasserversorgung			
Kurzbeschreibung	Die Verfügbarkeit von Wasser aus Grund- und Oberflächenwasser sowie oberirdischen Speichern für die Bewässerung von Landwirtschaftsflächen ist beschränkt. In Hinblick auf intensivere Trockenperioden und wahrscheinlich häufigere Starkniederschlagsereignisse sollten strategische Maßnahmen zum Umgang mit der Ressource Wasser eruiert und diese konzeptionell in einem Wassermanagementplan zusammengeführt werden. Dieser könnte Maßnahmen wie die Renaturierung von Fließgewässern, die Verlangsamung des Wasserabflusses durch Drainagen, die Speicherung von Wasser in Reservoirs, Priorisierungen bei der Bewässerung, die Bewerbung wasserspeichernder und bodenschonender Bewirtschaftungsmethoden in der Landwirtschaft, aber auch eine Verbrauchsmengenregulierung für Trink- und Brauchwasser enthalten. Darüber hinaus sollte auch der quantitative wie qualitative Grundwasserschutz stärker in den Fokus genommen werden, um den perspektivisch wahrscheinlich sinkenden Grundwasserspiegeln entgegenzuwirken. Dazu muss u.a. die Regenwasserversickerung in bebauten (siehe Maßnahme 3.1) und landwirtschaftlichen Bereichen (bodenlockernde Bearbeitung, Verdichtungsvermeidung; siehe Maßnahme 2.2) verbessert werden.			
Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Die Renaturierung von Fließgewässern trägt zur Stärkung der Artenvielfalt bei, da bei der Renaturierung unterschiedliche Strukturen im Gewässer geschaffen werden, die unterschiedliche Lebensraumanforderungen erfüllen und somit durch natürliche Wiederansiedelung verdrängter und / oder gefährdeter Arten auch zur Steigerung der Biodiversität beitragen können. • Bodenschonende Bewirtschaftungsmethoden tragen zum Humusaufbau und damit zur Steigerung der Biodiversität, Bindung von CO_2 und Speicherung von Wasser bei.			
(Regionale) Beispiele	Das am Campus der Universität Bayreuth verortete Dialogforum „Wasserkontroversen“: https://www.bayceer.uni-bayreuth.de/wasserkontroversen/. Die Veranstaltungsreihe wird von Frau Dr. Birgit Thies vom Bayreuth Center of Ecology and Environmental Research (BayCEER) im Rahmen des Praxisdialogs im Projekt *AquaKlif* koordiniert. Ziele sind neben der Unterstützung des Austauschs von Forschung & Praxis auch die Bewusstseinsbildung und Information für die interessierte Öffentlichkeit.			

Nummer	2.5			
Titel	**Etablierung klimaangepasster Sorten und Arten**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung	X	Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen		Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Trinkwasserverfügbarkeit			
Maßnahmenziel	Landwirtschaftlichen Ertrag sichern			
Kurzbeschreibung	Der Klimawandel führt zu veränderten Wachstumsbedingungen. Um den Ertrag zu sichern, sollten daher ggfs. in Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftlichen Lehranstalten des Bezirks Oberfranken, der Universität Bayreuth und bereits experimentierenden Akteuren in der Region (z.B. Bio-Verbände wie Naturland) verstärkt Kulturen etabliert werden, die gut an Wärme und Trockenheit sowie die veränderte Vegetationsperiode in der Region angepasst sind. Gleichzeitig könnten auch Pflanzempfehlungen für Privat- bzw. Kleingärtner entwickelt werden. Ein Pionier-Projekt mit Beispielen für regional angepasste Arten und Sorten kann dabei öffentlichkeitswirksam in einem Schau- und Demonstrationsgarten aufgezeigt und dabei auch anderen Landwirten und der breiteren Öffentlichkeit präsentiert werden. Ziel des Projektes soll die Erweiterung und Übertragung auf weitere Flächen im Landkreis Bayreuth sein.			
Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Der Anbau regional angepasster Arten und Sorten kann einen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität leisten, da dadurch gebietstypische Populationen in ihrer genetischen Vielfalt erhalten bleiben und als Lebensgrundlage für andere Arten zur Verfügung stehen. Darüber hinaus wird das Landschaftsbild bereichert. • Auf Demonstrationsflächen bieten sich auch Kombinationen mit weiteren biodiversitätssteigernden Maßnahmen an, z.B. Obstanbau mit Blühwiesen, Anbau in Mischkulturen, etc.			
(Regionale) Beispiele	BayKlimaFIT: Strategien zur Anpassung von Kulturpflanzen an den Klimawandel: http://www.bayklimafit.de/index.php?id=10			

Nummer	2.6			
Titel	**Waldbinnenklima schützen**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
	X	Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen		Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Trinkwasserverfügbarkeit			
Maßnahmenziel	Feuchtigkeit im Wald halten, Grundwasserneubildung fördern			
Kurzbeschreibung	Auf Wald- und Forststandorten bildet sich in aller Regel ein eigenes Bestandsklima aus, das – im Vergleich zum unbewaldeten Umland – ausgeglichener ist und eine höhere Luftfeuchte aufweist. Temperatur- und damit Luftdruckunterschiede führen zu Luftströmungen zwischen Wald und Umland, die am Tage die kühle, feuchte Luft des Waldes abführen. Um die für die Bäume wichtige Feuchte im Wald zu halten, sollten mehrstufige Wälder mit geschlossenen Waldrändern etabliert werden. Gleichzeitig können			

	kleine Rückhaltebecken angelegt werden, die Niederschlagswasser bzw. Wasser aus Wegeentwässerungsgräben sammeln, welches zur Waldvernässung und Versickerung, aber auch als Reserve zur Waldbrandbekämpfung genutzt werden kann. Der Wasserrückhalt im Wald kommt über die Grundwasserneubildung letztlich auch der Trinkwasserversorgung zu gute. Hierzu könnten im Landkreis Bayreuth ein oder mehrere Modellprojekte initiiert werden, die eine Waldrandstufung und Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Wald darstellen. Idealerweise werden sie mit den Demonstrationsflächen zum Waldumbau (siehe Maßnahme 2.1) gekoppelt.
Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Geschlossene Waldränder haben einen strukturell vielschichtigen Aufbau mit Krautgürtel, Dickicht, Strauchgürtel und Waldmantel, die auch Totholz, Steinhäufen und vegetationsarme Flächen. Sie bieten einen vielfältigen Lebensraum für unzählige Nützlinge wie Wildbienen, Ameisen, Eidechsen und verschiedenste Käfer. • Die geschlossenen Walränder tragen dazu bei, dass mehr Feuchtigkeit im Wald gehalten wird und leisten damit einen Beitrag zur Grundwasserneubildung.
(Regionale) Beispiele	-

A.2.3 Wasserwirtschaft

Nummer	3.1			
Titel	**„Schwammstadt“ – Blau-Grüne Infrastrukturen fördern**			
Priorisierte Klimawirkungen	X	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Trockenstress für Stadtbäume			
Maßnahmenziel	Großflächige Reduzierung der Hitzebelastung für Menschen, Reduzierung der Wärmeaufnahme von Gebäuden, Reduzierung des oberflächlich abfließenden Regenwassers durch (Teil)- Entsiegelung sowie gezielter Schaffung von Wasserrückhalt.			
Ausgangslage und Maßnahmenhintergrund	Das Schaffen einer „Schwammstadt“ oder -gemeinde mit mehr grünen und blauen Strukturen (Grün- und Wasserflächen) hat einige Vorteile. Durch die Flächenentsiegelung bzw. durch die Verwendung versickerungsfähiger Materialien sowie die Anlage von Gründächern, kann Regenwasser dezentral versickert werden und fällt so nicht als Last im Kanalnetz an. Dies führt zu weniger bzw. kleineren Überflutungen im Straßenraum sowie zu einem geringeren Bedarf der kostenintensiven Anpassung des Kanalnetzes. Auf der anderen Seite wird empfohlen, einen Teil des Regenwassers zur Verwendung während Trockenperioden, beispielsweise in Zisternen und in natürlichen Becken, aufzufangen. Bei der Abwägung zwischen den beiden Optionen sind unter anderen die geologischen und bodenkundlichen Gegebenheiten zu bedenken, da Versickerung nicht überall gleich gut funktioniert oder angeraten ist. Gleichzeitig kann Regenwasser von den unversiegelten Flächen bzw. aus dem Boden verdunsten, was der Luft Energie entzieht und zu einer lokalen Abkühlung beiträgt. Besonders in stark versiegelten öffentlichen, gewerblichen und privaten Flächen sollten mehr grüne und blaue Strukturen (Grünflächen, Parks, Bäume bzw. Wasserläufe, Teiche etc.) etabliert werden, denn entsiegelte Bereiche mit Grünflächen und Bäumen sorgen neben Regenwasserrückhalt für Beschattung, Verdunstungskühlung und stoßen allgemein auf hohe Akzeptanz. Auch Wasserelemente wie Bachläufe, Wasserrinnen, Fontänenfelder, etc. reduzieren sommerliche Hitzebelastung durch Verdunstungskühlung.			

	Die Kombination von grünen und blauen Strukturen als Klimaoasen befördert körperliche und geistige (Nah-)Erholung sowie eine für Bürger attraktivere Kommune. Die Bepflanzung von Dächern und Fassaden reduziert die Wärmeaufnahme der Gebäudeaußenfläche und bewirkt zudem einen Rückhalt von Regenwasser. Eintreffende Strahlungsenergie wird für die Photosynthese verbraucht sowie über die Transpiration der Pflanzen und der Verdunstung von Bodenwasser in latente Wärme umgewandelt. Damit steht wesentlich weniger Energie für die Aufheizung der Gebäude zur Verfügung. Die Luft wird zudem lokal durch die Verdunstung befeuchtet und gekühlt. Es wird angeraten, diese Maßnahme möglichst mit Photovoltaik-Modulen auf Dächern oder an Fassaden zu kombinieren. Empfehlenswert ist, dass Kommunen bei der Schaffung einer „blau-grünen Infrastruktur" als Vorbild vorangehen. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass Bürger zum Handeln aktiviert werden. Je nach Gebäudebesitzer müssen unterschiedliche Umsetzungsschritte eingeleitet werden: Für kommunale bzw. Landkreisliegenschaften bietet sich eine Machbarkeitsanalyse der Bestandsgebäude an. Gerade kleinere Kommunen benötigen externe Unterstützung bei der Umsetzung. Da der Einfluss auf private Flächeneigentümer gering ist, sollte die Kommune hier im Sinne der Information und Sensibilisierung agieren. Zudem wird angeraten, rechtliche Instrumente, wie einer am Versiegelungsgrad orientierten Anpassung der Gebühren für Abflusswasser, zu prüfen.
Umsetzungsfahrplan	<u>Teilmaßnahme 1: Für die Kommunen</u> • Machbarkeitsanalyse für kommunale Gebäude bezüglich Gründächern (möglichst in Kombination mit PV) → *Meilenstein 1* • Parallel: Erstellung einer Übersicht über mögliche satzungsgemäße Regelungen zur Brauchwassernutzung, Gebäudebegrünung und Flächenentsiegelung in den Kommunen → *Meilenstein 2* • Durchführung eines Expertenworkshops für die Kommunen (z.B. Bauämter) und die regionalen Wasserversorger zum Thema Handlungsoptionen zur Klimawandelanpassung → *Meilenstein 3* • Regelmäßige Evaluierung des Umsetzungsstandes der Gebäudebegrünung und ggf. Prozessanpassung → *Meilenstein 4* <u>Teilmaßnahme 2: Für die Bürgerschaft</u> • Öffentlichkeitswirksame Darstellung der Bedeutung und von Plänen zum Ausbau „Grün-Blauer Strukturen" auf Website der Regionen und in Sozialen Medien, um Akzeptanz zu erhöhen → *Meilenstein 1* • Organisation von Veranstaltungen (in Kooperation mit Bildungspartner) zur Gestaltung „grün-blauer Strukturen" im privaten Raum (z.B. Zisternenbau, Brauchwassernutzung) → *Meilenstein 2* • Organisation von „Beratungsnachmittagen" zur Unterstützung von Bürgern bei der Umsetzung „grün-blauer Strukturen" → *Meilenstein 3* • Öffentlichkeitswirksame Kampagne zur Verbreitung von Best-Practice Beispielen und von umsetzungsnahen Handlungsmöglichkeiten → *Meilenstein 4* • Regelmäßige Erfolgskontrolle der Kampagne zur Gebäudebegrünung und ggf. Prozessanpassung → *Meilenstein 5*
Verortung	• im gesamten Landkreis Bayreuth: Kreisverwaltung, kommunale Verwaltungen und private Haushalte • Gemeinden mit besonderer Gefährdung durch Starkregenüberflutungen: Bindlach, Weidenberg, Goldkronach, Prebitz, Gesees
Priorität	Hoch
Zeitraum	Teilmaßnahme 1: mittelfristig, Teilmaßnahme 2: kurzfristig; ab sofort
Aufwand	• Personalkosten: keine zusätzlichen Kosten, wenn Klimaanpassungsmanagement im LRA vorhanden (Teilmaßnahmen 1 & 2) • Sachkosten: gering (für Öffentlichkeitsarbeit) bis mittel (für externe Dienstleistungen z.B. für Machbarkeitsanalyse) (Teilmaßnahmen 1 & 2) • Investitionen: keine

Fördermöglichkeiten	Umwelt-Förderschwerpunkt Klimaschutz in Kommunen im Klimaschutzprogramm Bayern 2050 (Förderrichtlinien Kommunaler Klimaschutz – KommKlimaFöR, https://www.umweltpakt.bayern.de/werkzeuge/foerderfibel/programme/279/umwelt-foerderschwerpunkt-klimaschutz-in-kommunen-im-klimaschutzprogramm-bayern-2050/)
Zielgruppe	Kommunale Verwaltungen und private Haushalte
Akteure	• Federführung: Regionale Entwicklungsagentur des Landkreises Bayreuth/ Klimaanpassungsmanagement von Stadt und Landkreis Bayreuth (Teilmaßnahmen 1 & 2) • Kooperationspartner: kommunale Verwaltungen und regionale Wasserversorger, Wasserwirtschaftsamt, Fachbüro(s) (Teilmaßnahme 1); Volkshochschulen in Stadt und Landkreis Bayreuth, Verbraucherzentrale Bayern, Kommunen im Landkreis Bayreuth, Stadtverwaltung Bayreuth (Teilmaßnahme 2)
Erfolgskontrolle	• Teilmaßnahme 1: Ergebnisse Machbarkeitsanalyse Gründach-Potenzial auf kommunalen Dächern, Anzahl Kommunen die Anpassungen ihrer Satzungen o.Ä. vornehmen, Teilnehmer Expertenworkshop (Vertreter aus mind. 15 Kommunen), • Teilmaßnahme 2: Teilnehmer Infoveranstaltungen (Ziel: mind. Je 25 Teilnehmende), Anzahl Beratungsgespräche bei Beratungsnachmittagen (Ziel: min. 12 Teilnehmende), Social-Media-Reaktionen auf Kampagnen-Motive und Slogans, Besucher auf Websites, Interessierte Kommunen, die Infos auf ihren Seiten aufnehmen
Erwartete Anpassungsleistung	Auf kommunaler Ebene wurde eine Machbarkeitsanalyse zur Anlegung von Gründächern (in Kombination mit PV) auf Bestandsgebäuden durchgeführt und eine Übersicht über mögliche satzungsgemäße Regelungen zur Realisierung einer Schwammstadt bzw. –gemeinden erstellt. Diese dienen als Grundlage, um in kommunalen bzw. Landkreisliegenschaften erforderliche (Teil-)Flächenentsiegelungen vorzunehmen und gezielt versickerungsfähige Materialien zu verwenden. Der durchgeführte Expertenworkshop hat die Anpassungsleistung der regionalen Wasserversorger und zuständiger Ämter speziell im Bereich Brauchwassernutzung und Gebäudebegrünung gezielt erhöht. Private Gebäudebesitzer sind mithilfe einer Öffentlichkeitskampagne (Social Media, Website-Angebote, Best-Practice-Beispiele sowie Veranstaltungen) über die Bedeutung und Umsetzung „blau-grüner Strukturen“ (wie beispielsweise Dach- und Fassadenbegrünungen) informiert, sensibilisiert und dadurch zum Ergreifen von Maßnahmen motiviert. Letztlich wird mithilfe der Schlüsselmaßnahme nicht nur die Wärmeaufnahme von Gebäuden und somit die sommerliche Hitzebelastung für Menschen, sondern auch der Oberflächenabfluss und folglich das Risiko für das Auftreten von Überschwemmungen und Hochwasser wesentlich reduziert. Regelmäßige Evaluierungen/Erfolgskontrolle stellen die erhöhte Anpassungsleistung sicher und ermöglichen die Identifizierung potentieller Prozessanpassungen.
Synergien und Konflikte Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Eine informierte Bevölkerung kann durch angepasstes Verhalten die eigene Vorsorge und menschliche Gesundheit (0.1) erheblich unterstützen. Das Bewusstsein für eigene Betroffenheit (in entsprechenden Gebieten) kann die Bereitschaft für weitere Maßnahmen sowohl im Bereich Klimaanpassung, als auch Klimaschutz befördern. • Synergie mit Klimaschutz: Begrünung von Gebäuden senkt den Kühlbedarf durch Verschattung, zudem bewirkt Stadtgrün eine Speicherung von Kohlenstoff sowie eine verbesserte Luftqualität. • Ein höherer Anteil von blauen und grünen Infrastrukturen kann darüber hinaus förderlich für die Ziele des Artenschutzes und der Biodiversität sein. (vgl. Synergien von 1.2, 1.3 und 4.5)
Beitrag zu Zielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie	• SDG 3.1: Länger gesund leben • SDG 3.2: Gesunde Umwelt erhalten • SDG 4.1: Bildung und Qualifikation kontinuierlich verbessern • SDG 9.1: Zukunft mit neuen Lösungen nachhaltig gestalten • SDG 11.1: Flächen nachhaltig nutzen • SDG 13.1: Treibhausgase reduzieren

Regionale Wertschöpfung	Durch die Anlage und Pflege blauer und grüner Infrastrukturen können (je nach Verfügbarkeit) positive regionale Beschäftigungseffekte erzielt werden.
(Regionale) Beispiele	Im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (https://www.wwa-ho.bayern.de/fluesse_seen/umsetzungskonzepte_wrrl/index.htm) sind einige Projekte zum Gewässerschutz auf Gemeindeebene geplant oder auch schon umgesetzt.

Nummer	3.2			
Titel	**Natürliche Gewässer zur Klimaanpassung – Erhalt und Entwicklung naturnaher Gewässer sowie Moor- und Auenschutz**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
	X	Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Verschiebung von Artenarealen/Artenschutz, (Kohlenstoffbindung in Moorflächen / Klimaschutz)			
Maßnahmenziel	Stark verbaute Fließgewässer renaturieren, vorhandene Retentionsflächen sichern und ausweiten sowie Moorrenaturierungen vorantreiben			
Ausgangslage und Maßnahmenhintergrund	Die möglichst naturnahe Gestaltung von Fließgewässern und die Sicherung von Retentionsflächen sind effektive Beiträge zum Hochwasserschutz, tragen darüber hinaus auch zum Artenschutz bei. Eine naturnahe Gewässerentwicklung mit naturnaher Lauflänge, Ausweisung von Gewässerrandstreifen, dem Rückbau vorhandener bzw. Vermeidung neuer Verrohrungen sowie die Aufweitung des Bachbetts kann die schadlose Ausuferung von Bächen ermöglichen. Auen dienen dem Gewässer als Retentionsräume bei Hochwasser und sollten im Rahmen der Renaturierung gesichert und – wo möglich – erweitert werden, z. B. durch die Aktivierung von Altarmen, Deichrückverlegung oder der Berücksichtigung ungenutzter Grabensysteme. Es wird empfohlen, vonseiten des Landkreises Bayreuth und anderen Organisationen über Flächenkauf und Flächentausch langfristig auf eine Erweiterung des Retentionsvolumens von Flussauen hinzuwirken. Insbesondere Moore sind darüber hinaus hervorragende Kohlenstoff-Speicher und dienen zugleich dem Wasserrückhalt. Des Weiteren beherbergen sie zahlreiche wertvolle und selten gewordene Arten. Über die Renaturierung der Moore wird nicht nur Kohlenstoff im Boden gebunden, sondern auch eine wichtige Pufferfunktion bei zunehmenden Witterungsextremen aufgebaut. Damit spielen sie sowohl für den Klimaschutz als auch für die Klimaanpassung eine große Rolle. Im Landkreis Bayreuth gibt es im Nordosten zur Landkreisgrenze Wunsiedel zahlreiche Moorstandorte, die aus diesen Gründen langfristig geschützt werden sollten. Auch sollten neue Flurstücke mit Moorflächen angekauft und verstärkt Moorrenaturierungen vorangetrieben werden. Es wird zunächst eine Informationsveranstaltung angestrebt. Mithilfe eines Modellprojekts sollen entstehende Vorteile und Auswirkungen öffentlichkeitswirksam dargestellt werden. Anschließend soll durch Prüfung und Ausweitung naturnaher Gewässer sowie Moorflächen eine Verbesserung der aktuellen Struktur erreicht werden.			
Umsetzungsfahrplan	<u>Teilmaßnahme 1: Vorbereitung durch den Landkreis</u> • Informationsveranstaltung für Land- und Forstwirte bzw. Eigentümer/Pächter von Flächen entlang von Gewässern als Auftaktveranstaltung → *Meilenstein 1* <u>Teilmaßnahme 2: Naturnahe Gestaltung von Fließgewässern</u> • Prüfung, an welchen Fließgewässern lokale Überschwemmungen ein Problem darstellen und welche Vorgaben zur Renaturierung im Gewässerentwicklungsplan oder Landschaftsplan existieren, welche Flächen sich zur Moorrenaturierung eignen sowie ggf. Belange des Artenschutzes als weiteres Auswahlkriterium einbeziehen → *Meilenstein 1*			

	• anschließend Festlegung des Gewässerabschnitts für die Renaturierung und Sicherung entsprechender Flächen im Maßnahmenbereich durch Kauf oder Tausch → *Meilenstein 2* • Detailplanung der Renaturierungsmaßnahme durch Kommunalverwaltung und/oder ein externes Fachbüro sowie Durchführung der Baumaßnahme → *Meilenstein 3* <u>Teilmaßnahme 3: (Modell-)Projektidee gemeinsam mit den Landwirtschaftlichen Lehranstalten (LLA) des Bezirkes Oberfanken zur Renaturierung eines Bachlaufes und entsprechenden Rückbau ehemals errichteter Verrohrungen</u> • Detailplanung mit den Landwirtschaftlichen Lehranstalten inkl. Auswahl eines Modellbereichs sowie Durchführung der Baumaßnahme → *Meilenstein 1* • Umsetzung der ausgearbeiteten Maßnahme → *Meilenstein 2* • Reflektion der Erfahrungen und Einspeisen in die anderen Renaturierungs-Vorhaben → *Meilenstein 3* <u>Teilmaßnahme 4: (Modell-)Projektidee gemeinsam mit einer interessierten Kommune aus dem Landkreis Bayreuth und dem Wasserwirtschaftsamt Hof (WWA) zur Renaturierung eines Moores</u> • Detailplanung mit dem Wasserwirtschaftsamt Hof und Auswahl eines Modellbereichs sowie Durchführung der Baumaßnahme → *Meilenstein 1* • Umsetzung der ausgearbeiteten Maßnahme → *Meilenstein 2* • Reflektion der Erfahrungen und Einspeisen in die anderen Moorrenaturierungs-Vorhaben in Bayern → *Meilenstein 3*
Verortung	• Landkreis und Stadtgebiet Bayreuth • Teilmaßnahme 2: Gemeinden mit besonderer Gefährdung durch Flusshochwasser (Bad Berneck, Bindlach, Pegnitz, Waischenfeld, Hollfeld, Speichersdorf, Heinersreuth, Plankenfels)
Priorität	hoch
Zeitraum	Teilmaßnahme 1: kurzfristig, Teilmaßnahme 2: langfristig, Teilmaßnahme 3 & 4: mittelfristig
Aufwand	• Personalkosten: gering (Teilmaßnahme 1), moderat (Teilmaßnahme 2) und gering (in Absprache mit LLA und WWA, Teilmaßnahmen 3 & 4) • Sachkosten: gering (Teilmaßnahmen 1 & 2) • Investitionen: keine (Teilmaßnahme 1), moderat bis hoch (abhängig von umgesetzter Maßnahme, Teilmaßnahme 2), unbekannt (in Absprachen mit LLA und WWA Hof, Teilmaßnahmen 3 & 4)
Fördermöglichkeiten	• Maßnahmen, die an Gewässern stattfinden, können unter Eigenbeteiligung der Kommunen vom Wasserwirtschaftsamt Hof gefördert werden, können/müssen jedoch im Vorfeld von Kommunen beantragt werden. • Demonstrationsvorhaben oder Pilotprojekte zu Klimaanpassung sind mit 90% Förderquote aus der Bayerischen *KommKlimaFör* förderfähig; die Fördersumme beträgt hierbei max. 100.000 Euro. • Über Fördertöpfe im Bereich Naturschutz, z.B. für extensive Weidebewirtschaftung (Bodenschutz, Versickerung) und im Einzelfall über eine Förderung der Höheren Naturschutzbehörde (Regierung von Oberfranken) können weitere Maßnahmen gefördert werden. • Für die Konzepterstellung können bis zu 100% Förderung durch die Landschaftspflege- und Naturpark-Richtlinie akquiriert werden. • Vor Kurzem wurde mit dem „Fonds für Klimaschutz und nachhaltige Entwicklung in der Metropolregion Nürnberg e.V." darüber hinaus eine Allianz von Kommunen, Unternehmen und Privatpersonen gegründet, deren Ziel die regionale Kompensation von Treibhausgasen ist. Gefördert werden regionale Projekte, die zur Nachhaltigkeit beitragen und die ansonsten in keine klassische Förderschiene passen.
Zielgruppe	Naturschutzverbände, Kommunen, Grundstücksbesitzer und Anlieger von geeigneten Flächen

Akteure	• Federführung: Landratsamt (Koordinierung und Durchführung, Teilmaßnahme 1), Höhere Naturschutzbehörde (Regierung von Oberfranken, Anstoß Teilmaßnahmen 2), Untere Naturschutzbehörden (Landratsamt, Umsetzung Teilmaßnahmen 2), Landwirtschaftliche Lehranstalten (Koordinierung und Durchführung Teilmaßnahme 3), Wasserwirtschaftsamt Hof (Koordinierung und Durchführung Teilmaßnahme 4), • Kooperationspartner: ggfs. Unterstützung durch die vorhandenen Landschaftspflegeverbände und Forstbetriebe
Erfolgskontrolle	• Teilmaßnahme 1: Teilnehmerzahl der Informationsveranstaltung • Teilmaßnahme 2 & 3: Länge renaturierter Gewässerabschnitte, Größe erworbener Flächen bzw. erweiterter Retentionsräume, Erfolgskontrolle auch über Monitoring der Vegetation • Teilmaßnahme 4: Messung der Wiedervernässung in Mooren gibt einen Hinweis zur Menge an gebundenem Kohlenstoff
Erwartete Anpassungsleistung	Mittels durchgeführter Informationsveranstaltungen, Modellprojekte, Flächenkäufe und/oder –tausche sowie verschiedener Teilmaßnahmen (z.B. Prüfung von Planvorgaben, Realisierung von Baumaßnahmen) konnten relevante Fließgewässer, Auen und Moore erhalten und renaturiert werden
Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Synergie zu Klimaschutzbemühungen durch CO2-Bindung. • Eine Renaturierung von Fließgewässern mit strukturreicher Gewässer- und Ufergestaltung trägt zur Stärkung der Artenvielfalt bei. Somit kann auch eine Steigerung der Biodiversität erreicht werden, z.B. durch natürliche Rückkehr verdrängter Arten. Außerdem kann so auch neuer Lebensraum für klimavulnerable Arten geschaffen werden, z.B. Amphibien.
Beitrag zu Zielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie	• SDG 4.1: Bildung und Qualifikation kontinuierlich verbessern • SDG 6.1: Minderung der stofflichen Belastung von Gewässern • SDG 11.1: Flächen nachhaltig nutzen • SDG 13.1: Treibhausgase reduzieren • SDG 15.1: Arten erhalten – Lebensräume schützen • SDG 15.2: Ökosysteme schützen, Ökosystemleistungen erhalten und Lebensräume bewahren
Regionale Wertschöpfung	Die Schlüsselmaßnahme stärkt die regionale Wertschöpfung, indem durch die Konzeption und Erstellung von Informations- und Beratungsangeboten und deren öffentlichkeitswirksamer Kommunikation bestehende Arbeitsplätze gesichert und erweitert werden sowie evtl. in einem begrenzten Umfang auch neue Stellen geschaffen werden können. Zudem trägt sie in der Forstwirtschaft trotz möglicherweise kurzfristiger Minderungen langfristig zur Einkommenssicherung bei. Die Maßnahme zielt auf eine hohe Außenwirkung ab, die das Potential hat, externe Mittel und Expertise hervorzurufen.
(Regionale) Beispiele	• Moore werden im Landkreis Bayreuth schon seit vielen Jahren erfolgreich renaturiert, bspw. Hahnenfilz oder Haidenaabquellmoore. Auch im Fichtelgebirge haben einige Projekte bereits begonnen (z.B. Fichtelseemoor). So ist das Wasserwirtschaftsamt Hof im Landkreis Bayreuth u.a. verantwortlich für die Renaturierung der Fichtenohe, bei der auf einer Länge von insgesamt 2,5 km Hochwasserrückhalteraum geschaffen, die Gewässerdurchgängigkeit hergestellt und das Gewässerbett naturnah umgestaltet wird • Das Thema „Auen/Renaturierung/Flächenkonflikte“ wird in einer der nächsten „Wasserkontroversen“ 2022/23 aufgegriffen. Die Veranstaltungsreihe koordiniert Frau Dr. Birgit Thies vom *Bayreuth Center of Ecology and Environmental Research (BayCEER)* im Rahmen des Praxisdialogs im Projekt *AquaKlif*. Ziele sind neben der Unterstützung des Austauschs von Forschung & Praxis auch die Bewusstseinsbildung und Information für dieinteressierte Öffentlichkeit. Bisher gab es Veranstaltungen zu „Niedrigwasser“ und „Quellen“: https://www.bayceer.uni-bayreuth.de/wasserkontroversen

Nummer	3.3			
Titel	**Anpassung der Abwasserentsorgungsinfrastrukturen an veränderte Anforderungen**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Optimierung des Kanalsystems hinsichtlich veränderter Abflussmengen			
Kurzbeschreibung	Die Kanalnetze sind auf die Abführung definierter Abflussmengen ausgelegt. Ändern sich die Niederschlagsverhältnisse und damit z. B. die Regenmenge eines 50- oder 100-jährlichen Niederschlagsereignisses kann es sein, dass die nach alten Maßstäben dimensionierten Kanalnetze häufiger überlastet sind und sich infolgedessen häufiger lokale Überschwemmungen auf Straßen einstellen. Durch die Neudimensionierung des Kanalnetzes, insbesondere in Siedlungsbereichen bzw. Straßen, in denen es in der Vergangenheit häufiger zu lokalen Überschwemmungen kam (bspw. Bindlach), können größere Mengen Regenwasser abgeführt und Überschwemmungen vermieden bzw. reduziert werden. Da in einigen Kommunen des Landkreises derzeit die Sanierung des Kanalsystems ansteht, sollte diese mit den veränderten Anforderungen durch neue Niederschlagsregime, z.B. durch Auslegung auf ein 3-5-jährliches Niederschlagsereignis, angepasst werden. Durch die teils sehr unterschiedlichen Anforderungen, welche einerseits durch Starkregen- und Hochwasserereignisse, aber andererseits auch durch häufigere Niedrigwasserperioden entstehen, sind diese Maßnahmen jedoch nur in ausgewählten und von Hochwassern besonders betroffenen Siedlungsgebieten zu empfehlen. Eine langfristige Anpassung erfordert dagegen eine regionale Abstimmung natürlicher Retentionsflächen.			
(Regionale) Beispiele	-			

Nummer	3.4			
Titel	**Anlage von Notentwässerungsstrukturen**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Trockenstress für städtisches Grün			
Maßnahmenziel	Sichere Zwischenspeicherung und Ableitung von Niederschlagswasser			
Kurzbeschreibung	Die Anlage eines Systems aus Hochwasserrückhaltebecken, Notentwässerungswegen und temporären Regenwasserzwischenspeichern kann Starkregenwasser außerhalb der Siedlung abfangen, ggf. schadlos durch Siedlungsgebiete ableiten und/oder auf multifunktionalen Flächen zwischenspeichern. Die Reduzierung der Abflusslast für das kommunale Kanalnetz sollte bereits außerhalb der Ortslage mittels Renaturierung von Fließgewässern und der Erweiterung ihrer Retentionsräume ansetzen (vgl. Maßnahme 3.2). In der Ortslage ist die Mitbenutzung von multifunktionalen Flächen (z. B. Park, Spielplatz, Parkplatz) eine Möglichkeit, unkontrollierte lokale Überschwemmungen zu			

	reduzieren und Zielkonflikten mit Flächenverbrauchszielen und Beiträgen zum nachhaltigen Wasserhaushalt entgegenzuwirken. Geeignete Flächen können geregelt temporär geflutet werden, um Schäden anderswo abzuwenden. Ggf. kann zwischengespeichertes Regenwasser zur späteren Bewässerung von Grünflächen oder Straßenbäumen genutzt werden.
Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Hochwasserrückhaltebecken mit naturnaher Gestaltung tragen gleichzeitig zum Artenschutz und dem Erhalt der Biodiversität im öffentlichen Raum bei: ○ Strauch und Baumbepflanzungen schaffen Nahrung, sowie Brut- Nist- und Versteckmöglichkeiten für viele Tierarten. Sie bieten Ansitzwarten für Greifvögel oder Singwarten für Singvögel. ○ Stein und Schotterschüttungen an Beckenrand und vegetationsarme Bereiche bieten Lebensraum für wärmeliebende Tierarten wie Laufkäfer oder Eidechsen.
(Regionale) Beispiele	-

Nummer	3.5			
Titel	**Hochwasservorbereitung – Beseitigung von Abflusshindernissen**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Schnelle Abführung von Hochwasser aus der Ortslage			
Kurzbeschreibung	Hochwässer können aufgrund ihrer großen Bewegungsenergie Geröll, Äste, Müllablagerungen, Bauwerksteile und sogar Fahrzeuge erfassen und mittransportieren. Dieses Treibgut setzt Rechenanlagen, Abflüsse etc. zu und kann an Brückenpfeilern zu größeren Blockaden und einem Aufstauen des Wassers führen. Um Hochwasser möglichst schnell und überschwemmungsfrei durch die Ortslagen zu führen, müssen Abflusshindernisse und Engstellen beseitigt oder entschärft werden. Dazu sollten Rechen und Geröllfänge freigehalten, Abflussquerschnitte optimiert und hydraulische Engpässe (Brücken, Durchlässe, Verrohrungen) entschärft werden. Durch Gewässerschauen in allen Gewässerabschnitten mit Kommunalvertretern, Anliegern und ggf. weiteren Akteuren (Stadtwerke, Wasserwirtschaftsamt etc.) können Problemstellen identifiziert werden. Nach jedem Hochwasserereignis sollten hier vorsorgende Maßnahmen getroffen und ggfs. mithilfe einer Detailplanung durch ein externes Büro stark betroffene Stellen beseitigt werden. Vorgehen und Leitfaden zur Gewässerschau finden sich z. B. unter https://www.wbw-fortbildung.net/pb/,Lde/Home/Taetigkeiten/Gewaesserschau.html			
(Regionale) Beispiele	-			

Nummer	3.6			
Titel	**Erarbeitung von Informationsgrundlagen zu Überflutungsschwerpunkten**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen	X	Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Schaffung einer Informationsbasis für Problemorte im Landkreis			
Kurzbeschreibung	Um verlässliche Aussagen über Problemorte im Landkreis hinsichtlich Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser machen zu können, bedarf es einer belastbaren Datenbasis. Durch die Erarbeitung eines Überflutungskatasters auf Basis von Einsatzdaten der Feuerwehr, des THW etc. können Orte mit häufigen Überflutungen durch Starkregen oder Hochwasser identifiziert und überwacht werden. Die Ergebnisse liefern neuralgische Punkte für die Anpassung des Kanalnetzes in Siedlungsgebieten sowie für die Einsatzkräfteplanung bei auftretenden Starkregen/Hochwässern. Gleichzeitig dient die Überwachung der Orte mit häufigen Überflutungen der Erfolgskontrolle der Anpassungsmaßnahmen. Eine weitere Datengrundlage zur vorsorgenden Abwehr von Überflutungen nach Starkregenereignissen sind Starkregengefahrenkarten. Diese werden von Fachbüros erstellt und basieren auf Modellierungen von physikalisch-basierten Simulationsmodellen, die den Abfluss von Starkregenereignissen auf der Oberfläche und im Kanalnetz für verschiedene Niederschlagsdauern und –intensitäten abbilden können. Somit werden die theoretischen Schwachpunkte erkannt und können Basis für die Umsetzung von Gegenmaßnahmen sein. Der Freistaat Bayern hat die Erstellung derartiger Starkregengefahrenkarten in jüngster Zeit mit Fördermitteln unterstützt (https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/foerderung/sturzfluten.htm). *Hinweis:* Feuerwehren und Katastrophenschutz sind bei Hochwasserereignissen unter großem Druck und können unterstützt werden durch Vorsorge in privaten Haushalten, z.B. durch Rückstauklappen in Häusern, dem Vorhalten von Sandsäcken etc., um im Ernstfall schnell reagieren zu können (eine Informationsbroschüre kann hier Sensibilisierungsarbeit leisten (siehe Maßnahme 0.1).			
(Regionale) Beispiele	Das Hochwasserrisikomanagement wird beim Wasserwirtschaftsamt Hof mit einem Projekt zu „Risiko-Dialogen“ bearbeitet; neben den Überschwemmungen aus Flusshochwassern sind auch Überschwemmungen aus Starkregenereignissen ein wichtiges Thema. Ein Schwerpunkt im Landkreis ist hier z.B. Bindlach. Ein Prozess zum „Schadenspotenzial“ der verschiedenen Bereiche (Landwirtschaft, Industrie & Gewerbe) steht bereits im Fokus des WWA Hof. Hier sollten Synergien gefunden und aufgegriffen werden, um auch Bereiche zu lokalisieren, die nicht lokal steuerbar sind.			

A.2.4 Verkehr und Infrastruktur

<table>
<tr><td>Nummer</td><td colspan="4">4.1</td></tr>
<tr><td>Titel</td><td colspan="4">„ÖPNV mit kühlem Kopf“ – Mobilitätsstationen und ÖPNV für Einheimische und den Tourismus klimagerecht gestalten</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Priorisierte Klimawirkungen</td><td>X</td><td>Hitzebelastung der Bevölkerung</td><td></td><td>Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen</td></tr>
<tr><td></td><td>Trockenstress auf Waldflächen</td><td></td><td>Erosive Sturzfluten durch Starkregen</td></tr>
<tr><td></td><td>Schäden an Verkehrswegen</td><td></td><td>Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser</td></tr>
<tr><td>X</td><td colspan="3">Beeinträchtigung des Wintertourismus</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>Weitere Klimawirkungen</td><td colspan="4">Zunahme des Ganzjahrestourismus</td></tr>
<tr><td>Maßnahmenziel</td><td colspan="4">Schutz von Fahrgästen vor Hitzebelastung an öffentlichen Haltestellen und in Fahrzeugen des ÖPNV, Ganzjahres-Tourismus fördern (ganzjährige Attraktivität der Tourismusregionen trotz Klimaveränderung erhalten und ausbauen), Optimierung des ÖPNVs</td></tr>
<tr><td>Ausgangslage und Maßnahmenhintergrund</td><td colspan="4">Im April 2019 wurde ein Integriertes Mobilitätskonzept unter Berücksichtigung der Elektromobilität im Landkreis Bayreuth erstellt (IGES 2019) (https://zukunft.landkreis-bayreuth.de/media/6999/2019-04-24_mobilitaetskonzept_landkreis-bayreuth.pdf). Ebenfalls im Jahr 2019 wurde der Landkreis Bayreuth als einer von drei bayerischen Landkreisen als Modellregion “Mobilität 2030” ausgewählt.

Hierin wurden Leitprojekte definiert, die die Verbesserung der Mobilität der Bevölkerung im Landkreis Bayreuth aufzeigen. Leitprojekte sind: Stadt-Umland-Verknüpfung, Bedarfsgesteuertes Bürger-Taxi, Carsharing im Fichtelgebirge, Mobilitätsstationen im Landkreis. Ein Handlungsschwerpunkt ist das Kommunale Mobilitätsmanagement.

Diese Leitprojekte und Handlungsschwerpunkte bieten nicht nur Vorteile für Einheimische, sondern auch Anknüpfungspunkte zur Verbesserung der touristischen Infrastruktur. Bei der Erarbeitung des Integrierten Mobilitätskonzepts waren Vertreter der Tourismusbranche einbezogen. Ziel des Mobilitätskonzepts ist es daher auch, alternative Mobilitätsformen in touristischen Zielgebieten – im Fichtelgebirge und in der Fränkischen Schweiz – zu entwickeln. Die Erfordernisse zur Anpassung an den Klimawandel und auch der sich in diesem Zuge ändernden touristischen Angebote können gezielt bei der Umsetzung der Maßnahmen berücksichtigt werden.

Bushaltestellen und Warteräume an Busbahnhöfen sollten zur thermischen Entlastung der Fahrgäste klimagerecht gestaltet werden. Es ist für genügend Verschattung zu sorgen. Es wird empfohlen, Glasdächer und Glaswände schattenspendend zu begrünen und Wasserspender zu installieren. Falls eine aktive Kühlung notwendig ist, dann sollte diese mit PV-Modulen kombiniert werden. Mit selbsterzeugtem Strom kann die notwendige Kühlung in den Fahrzeugen des ÖPNV selbst gewonnen werden und darüber hinaus das Fahrgastinformationssystem – insofern es digital ausgeführt ist – für Hitzewarnungen genutzt werden. Haltestellen, Wartebereiche und Sammelpunkte insbesondere auch für touristische Infrastrukturen (Wander-, Kletter- oder Radtouren) sollten überdacht und verschattet werden, Trinkbrunnen installiert und angenehme Aufenthaltsmöglichkeiten gestaltet werden (auch nutzbar von Einheimischen).</td></tr>
<tr><td>Umsetzungsfahrplan</td><td colspan="4">Den ÖPNV im Rahmen des Mobilitätskonzeptes des Landkreises Bayreuth auch auf die veränderten klimatischen Rahmenbedingungen ausrichten und dabei die Belange des Tourismus berücksichtigen. Die Koordinierung ist Aufgabe der Regionale Entwicklungsagentur des Landkreises Bayreuths.
• Sammlung von Informationen seitens der Tourismusverbände zu hitze- und regenexponierten Haltestellen, Sammelpunkten etc. des Tourismusbetriebes, die einer Verbesserung bedürfen sowie zum zusätzlichen Bedarf aufgrund veränderter Tourismusangebote und bestehenden Defiziten im ÖPNV-Angebot → Meilenstein 1
• Berücksichtigung der ausreichenden und energiesparsamen Kühlung von Fahrzeugen des ÖPNV sowie landkreiseigener Fahrzeuge → Meilenstein 2
• Einspielen des Themas Klimaanpassung in vorhandene Austauschrunden von Tourismusverbänden, dem VGN, Landkreisverwaltungen (LK Bayreuth und angren-</td></tr>
</table>

	zende LK) zur Abstimmung bestehender Angebote (z.B. VGN-Freizeitlinien, landkreisübergreifender Fahrradbus) und Stärkung einer landkreisübergreifenden Kooperation → Meilenstein 3 • Integration des Aspektes Klimaanpassung in die Auswahl und Ausarbeitung der landkreisweiten Mobilitätsstationen durch Berücksichtigung von Beschattungen, Trinkbrunnenanlagen etc. → *Meilenstein 4* • Abstimmung mit Kommunalverwaltung, Tourismusverbänden, Verkehrsunternehmen und Prüfung von Fördermöglichkeiten sowie ggf. Fördergeldeinwerbung für klimaangepasste Mobilitätsstationen → *Meilenstein 5* • Öffentlichkeitswirksame Eröffnung der verbesserten Beispielprojekte im Rahmen des Mobilitätskonzeptes des Landkreis Bayreuth → *Meilenstein 6* • Bündelung der Erfahrungen aus dem Prozess (Ablauf, Fördermöglichkeiten, Ansprechpartner etc.) und Streuung der Information durch das Landratsamt. Bewerbung der umgesetzten Verbesserungen im ÖPNV, z. B. durch Information der Besucher durch Tourismusverbände und Kommunalverwaltungen → *Meilenstein 7* • Regelmäßige Evaluierung der Absprachen und Nahverkehrspläne in Hinsicht auf die Verbesserung der Situation im (landkreisübergreifenden) Ganzjahres-Tourismus, ggf. Nachsteuerung über vorhandene Austauschformate → *Meilenstein 8*
Verortung	Halte- und Sammelpunkte mit hohem Verbesserungsbedarf und/oder hoher touristischer Bedeutung im Landkreis Bayreuth → Bestimmung im Prozess
Priorität	hoch
Zeitraum	Mittelfristig, ab 2022 für ca. zwei Jahre
Aufwand	• Personalkosten: integriert • Sachkosten: gering • Investitionen: zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht kalkulierbar
Fördermöglichkeiten	Für den Bau von Trinkbrunnen kann das Wasserwirtschaftsamt Hof kontaktiert werden
Zielgruppe	Touristen sowie einheimische Nutzer des ÖPNV-Angebotes
Akteure	• Federführung: Regionale Entwicklungsagentur des Landkreises Bayreuth • Kooperationspartner: 1) Landkreisverwaltung, Verkehrsverbund Großraum Nürnberg (VGN), regionale Bus- und Mobilitäts-Unternehmen, 2) Tourismusverbände in der Fränkischen Schweiz und im Fichtelgebirge; 2) Kommunalverwaltungen (insbesondere von touristisch geprägten Orten)
Erfolgskontrolle	• Anzahl umgesetzter Mobilitätsstationen • Frequentierung der Halte- und Sammelpunkte durch Touristen und Einheimische
Erwartete Anpassungsleistung	Durch das Zusammenarbeiten von Regionaler Entwicklungsagentur und Kooperationspartnern wurde ein kommunales Mobilitätsmanagement mit mehreren Leitprojekten erarbeitet, das sowohl Klimaschutz- als auch Klimaanpassungsaspekte gezielt berücksichtigt.
Synergien und Konflikte	• Synergien zu Klimaschutzbemühungen und regionaler Wertschöpfung durch ÖPNV-Ausbau und damit verbundener Verringerung des motorisierten Individualverkehrs. • Je nach Ausgestaltung der Mobilitätsstationen bspw. mit Gründächern oder kleinen Gewässern können sich diese auch positiv auf die Wasserspeicherfähigkeit der Böden (vgl. Maßnahme 3.1), auf das Mikroklima und die Biodiversität auswirken.
Beitrag zu Zielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie	• SDG 3.2: Gesunde Umwelt erhalten • SDG 6.2: Besserer Zugang zu Trinkwasser und Sanitärversorgung weltweit, höhere (sichere) Qualität • SDG 8.4: Wirtschaftsleistung umwelt- und sozialverträglich steigern • SDG 9.1: Zukunft mit neuen Lösungen nachhaltig gestalten • SDG 11.1: Flächen nachhaltig nutzen • SDG 13.1: Treibhausgase reduzieren

Regionale Wertschöpfung	Die Schlüsselmaßnahme stärkt die regionale Wertschöpfung, indem das ÖPNV-Angebot ausgebaut und somit auch die touristische Infrastruktur verbessert wird.
(Regionale) Beispiele	Gästeservice Umwelt-Ticket (GUTi) in der Nationalpark-Region & Naturpark-Region Bayerischer Wald: https://www.bayerischer-wald.de/Info-Service/Anreise/Mobil-vor-Ort/Gaesteservice-Umwelt-Ticket-GUTi

Nummer	4.2			
Titel	**Wege wetterfest gestalten – Optimierungen bei Bau, Kontrolle und Instandhaltung der Verkehrswege**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
	X	Schäden an Verkehrswegen		Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Fahrbahnbeläge an Hitzeextreme anpassen, Kontrolle von Verkehrswegen auf potenzielle Schadenspunkte			
Kurzbeschreibung	Durch hohe Lufttemperaturen und Strahlungsintensität heizen sich vor allem dunkle Straßenbeläge so stark auf, dass es in Verbindung mit hoher Verkehrsbelastung zu Verformungen des Straßenkörpers (Spurrillenbildung) bis hin zu sog. „Blow Ups“ (bei Betonfahrbahnen) kommen kann. Die im Zuge des Klimawandels steigende Anzahl von Tagen mit einer Maximaltemperatur von über 30 °C wird dieses Problem verschärfen. Eine vorbeugende Anpassung der verwendeten Baumaterialen für Bau und Instandhaltung im Straßenbau sollte in Betracht gezogen werden, und der Fokus auf dem Erhalt der bestehenden Infrastruktur, anstatt auf dessen Neubau, liegen. Neben Hitze können Starkregenereignisse und Windwurf durch Stürme zu zeitweiliger Unpassierbarkeit und Schäden an Verkehrswegen führen. Hier sollte als Daueraufgabe präventiv auf potenzielle erosive Abflussbahnen im Umfeld der Verkehrswege, Hangsicherungen von steilen Böschungen sowie auf kranke und sturzgefährdete Bäume geachtet werden. Die Feuerwehreinsatzkataster liefern oft gute Anhaltspunkte für, von Klimafolgen betroffene, Schwerpunkte im Verkehrsnetz.			
(Regionale) Beispiele	-			

Nummer	4.3			
Titel	**Resiliente Energieversorgung – Schutz kritischer Infrastrukturen vor Extremwetter**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Beeinträchtigung der Energieversorgung durch Extremwetterereignisse			
Maßnahmenziel	Schutz der Energieinfrastruktur vor Extremwetterereignissen			
Kurzbeschreibung	Infrastrukturen zur Energieerzeugung und -verteilung, z. B. Windräder, Photovoltaik-Anlagen, Hochspannungsleitungen und Umspannstationen, sind durch Extremereignisse			

	wie Sturm, Hagel und Hochwasser in besonderem Maße gefährdet. Hier ist bei den zuständigen regionalen Strom- und Energieversorgern auf eine klimaangepasste und sichere Energieinfrastruktur und -versorgung hinzuwirken. Ansatzpunkte sind ein angepasster Ausbau der Stromversorgungsinfrastruktur (z. B. Erdkabel statt Freileitungen, Umspannstationen außerhalb von überflutungsgefährdeten Bereichen), die Erstellung von Blackout-Szenarien, die Stärkung lokaler regenerativer Energieerzeugung zur Verbesserung der lokalen Versorgungssicherheit sowie eine klimaangepasste Standortwahl für Wind-, Wasser- und Solarenergie.
(Regionale) Beispiele	-

Nummer	4.4			
Titel	**Verkehr während Hitzeperioden reduzieren**			
Priorisierte Klimawirkungen	X	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen		Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Reduktion lufthygienischer Belastung, (Reduktion der Treibhausgasemissionen aus dem Verkehr / Klimaschutz)			
Maßnahmenziel	Verbesserung der Lufthygiene in Hitzeperioden			
Kurzbeschreibung	Insbesondere in Bereichen mit hohen Verkehrsaufkommen ist auf eine Verringerung der Emissionen hinzuwirken. Durch die steigenden sommerlichen Temperaturen erhöht sich auch der Ozon-, Stickoxid- und Feinstaubanteil, sodass negative gesundheitliche Folgen der Bevölkerung zu erwarten sind. Es wird empfohlen, den erhöhten Emissionswerten auf der einen Seite langfristig durch das Pflanzen von Baumarten mit der erhöhten Fähigkeit zur Feinstaub- und Stickoxidbindung zu begegnen. Auf der anderen Seite sollten an besonders betroffenen Stellen verkehrsberuhigte Bereiche oder womöglich autofreie Tage in Hitzeperioden eingeführt werden. Auch die weitere Förderung des ÖPNV und ein verstärkter Ausbau der Radinfrastruktur wird empfohlen, um den Individualverkehr zu verringern und so die lufthygienische Belastung zu senken.			
(Regionale) Beispiele	-			

Nummer	4.5			
Titel	**Leitfaden zur Klimafolgenanpassung in Unternehmen**			
Priorisierte Klimawirkungen	X	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen	X	Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen	Gebäudeschäden durch Sturm und Windwurf			
Maßnahmenziel	Mitarbeiter, Kunden und Unternehmensgebäude vor Extremereignissen schützen; Betriebsabläufe klimaangepasst gestalten; Information und Sensibilisierung von Unternehmen			

Kurzbeschreibung	Die Klimafolgen für Unternehmen sind vielfältig. Viele Unternehmen werden insbesondere von einer zunehmenden Hitzebelastung ihrer Mitarbeiter und den Auswirkungen von Extremereignissen (Sturm, Starkregen, Hochwasser) betroffen sein. Darüber hinaus wird eine Temperaturerhöhung auf der einen Seite und ein wahrscheinlich reduziertes Angebot an Brauchwasser auf der anderen Seite, im Sommer die Kühlung von industriellen Prozessen, bei denen viel Wärme freigesetzt wird, erschweren. Künftig ist deshalb mit einem erhöhten Kühlbedarf zu rechnen. Extremereignisse wie Sturm, Starkregen und Hochwasser können außerdem Unternehmensgebäude beschädigen, Zufahrtswege blockieren und somit die Betriebsabläufe empfindlich stören. Eine klimaangepasste Bauweise sollte in Unternehmen daher mitgedacht und umgesetzt werden. Insgesamt können die durch Klimafolgen verursachten Probleme in einem Leitfaden für Unternehmen zusammengefasst und mit praktischen Lösungsmöglichkeiten für unterschiedliche Branchen untermauert werden. Ein solcher Leitfaden sollte in Zusammenarbeit mit der IHK und der HWK entstehen und durch diese öffentlichkeitswirksam beworben werden, z. B. im Rahmen von Informationsveranstaltungen und Weiterbildungen.
Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Synergie mit Klimaschutz: Begrünung von Gebäuden senkt den Kühlbedarf durch Verschattung, zudem kann eine Speicherung von Kohlenstoff sowie eine verbesserte Luftqualität erzielt werden. • Ein höherer Anteil von blauen und grünen Infrastrukturen kann darüber hinaus förderlich für die Ziele des Artenschutzes und der Biodiversität sein (vgl. Synergien von 1.2, 1.3 und 3.1).
(Regionale) Beispiele	-

Nummer	4.6			
Titel	**Modellprojekt „Grünes bzw. klimaangepasstes Gewerbegebiet“ im Landkreis Bayreuth**			
Priorisierte Klimawirkungen	X	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen		Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
		Beeinträchtigung des Wintertourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Klimaangepasstes Modell-Gewerbegebiet zur Nachahmung in weiteren Kommunen entwickeln			
Kurzbeschreibung	Kommunen sollten über Bebauungspläne oder Gestaltungssatzungen etc. Vorgaben machen, die auch in neuen oder bestehenden Gewerbegebieten des Landkreises Bayreuth pilothaft umgesetzt werden können. Der Landkreis Bayreuth sollte durch entsprechende Veranstaltungen eine Sensibilisierung und Fort-/Weiterbildung für Entscheidungsträger in diesem Bereich anbieten. Die ILE-Managements und Wirtschaftsförderungen in der Region sollten durch eine Teilnahme an den Informationsveranstaltungen mit gutem Beispiel vorangehen. Ziel der Maßnahme ist, mindestens ein „grünes bzw. klimaangepasstes Gewerbegebiet“ im Landkreis Bayreuth als Modellprojekt zu entwickeln und pilothaft umzusetzen. Ausgehend von diesen Erfahrungen sollen sich entsprechende Erfahrungen auch in anderen Kommunen etablieren.			
Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	(vgl. Synergien von 4.5.)			
(Regionale) Beispiele	-			

A.2.5 Tourismus

<table>
<tr><td>Nummer</td><td colspan="4">5.1</td></tr>
<tr><td>Titel</td><td colspan="4">Tourismus in die klimawandelgeprägte Zukunft führen - Tourismuskonzepte und Ganzjahresangebote auf Klimaanpassung überprüfen</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Priorisierte Klimawirkungen</td><td>X</td><td>Hitzebelastung der Bevölkerung</td><td></td><td>Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen</td></tr>
<tr><td></td><td>Trockenstress auf Waldflächen</td><td></td><td>Erosive Sturzfluten durch Starkregen</td></tr>
<tr><td></td><td>Schäden an Verkehrswegen</td><td>X</td><td>Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser</td></tr>
<tr><td>X</td><td colspan="3">Beeinträchtigung des Wintertourismus</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>Weitere Klimawirkungen</td><td colspan="4">Zunahme des Ganzjahrestourismus</td></tr>
<tr><td>Maßnahmenziel</td><td colspan="4">Tourismuskonzepte auf Klimaangepasstheit prüfen, weitere schneeunabhängige Ganzjahresangebote schaffen bzw. an neue Klimabedingungen anpassen</td></tr>
<tr><td>Ausgangslage und Maßnahmenhintergrund</td><td colspan="4">Infolge der klimawandelbedingten Temperaturerhöhung ist mit einer weiteren Abnahme der Tage mit Schneebedeckung im Landkreis Bayreuth zu rechnen. Daher wird sich der Wintertourismus auf die höheren Lagen der Mittel- und Hochgebirge verlagern. Gleichzeitig könnte sich der Sommertourismus in der Region verstärken, da in derzeit bevorzugten Tourismusregionen (z. B. Mittelmeer) mit einer steigenden Hitzebelastung für Touristen zu rechnen und eine Verschiebung des Tourismus in angenehm temperierte Gebiete wahrscheinlich ist. Auch ist aufgrund milderer Temperaturen eine Ausweitung der Wandersaison im Frühjahr und Herbst zu erwarten.

Schneeunabhängige Ganzjahresangebote wie Wandern, Nordic Walking, Radtourismus, Klettern, Wassersport und Kulturangebote sollten daher gefördert und ausgebaut werden. Die Tourismusregion „rund um den Ochsenkopf“ hat hierzu in den letzten Jahren bereits vielfältige konzeptionelle Anstrengungen übernommen und die Angebote ausgebaut. Die erweiterten Angebote sollten auch weiterhin durch überregionale Öffentlichkeitsarbeit beworben werden. Zudem wird angeraten, die Verkehrsinfrastruktur besser an die touristischen Angebote anzupassen (vgl. Maßnahme 4.1).

Auch ist künftig mit zunehmenden und sich intensivierenden Hitzeperioden und Starkregenereignissen zu rechnen. Hitze und Starkregen könnten Touristen vom Besuch der Region abhalten, wenn nicht attraktive Alternativen aufgezeigt werden. Ein witterungsangepasstes Tourismusangebot kann hier Abhilfe schaffen. Klimaangepasste Tourismuskonzepte sollten daher Themen wie beispielsweise ausreichenden Hitzeschutz, witterungsangepasste Ganzjahresangebote, kurzfristige Alternativangebote und eine angepasste Verkehrsinfrastruktur berücksichtigen.

Ausflugsziele, wie Schlösser, Burgen und Museen sollten im Außen- und Innenbereich auf erhöhte Hitzebelastung überprüft werden. Ggf. sollten Bäume oder technische Verschattungen im Außenbereich ergänzt werden. Auch Trinkbrunnen und Wasserspiele sind in Aufenthalts- und Wartebereichen empfehlenswert. Es könnten Informationsmaterialien an die Einrichtungen verteilt werden, um für das Problem einer steigenden Hitzebelastung zu sensibilisieren und Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Zum Schutz vor sommerlicher Hitzebelastung sollten die Arbeitgeber darauf hinwirken, dass kühltemperierte Rückzugsorte für Mitarbeiter im Tourismusbereich geschaffen werden. Zu bevorzugen sind natürlich kühle Räume, beispielsweise auf der sonnenabgewandten Seite von Gebäuden oder in den unteren Etagen, da mit der Nutzung von Kühlanlagen und Ventilatoren ein zusätzlicher Energieverbrauch verbunden ist. Erscheint die Nutzung von aktiven Kühlanlagen unvermeidbar, dann wird aus Gründen des Klimaschutzes eine Energieversorgung aus Photovoltaik oder anderen regenerativen Energieträgern angeraten, welche darüber hinaus auch öffentlichkeitswirksam dargestellt werden kann. Zum Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung am Arbeitsplatz wird die Nachrüstung von Außenjalousien empfohlen. Zudem sollte an Hitzetagen auf regelmäßige Pausen für die Mitarbeiter geachtet werden. Es wird angeraten – wo möglich – die Öffnungszeiten touristischer Einrichtungen in kühlere Tageszeiten am Morgen oder Abend zu verlagern bzw. verstärkt Mittagspausen einzurichten, sodass die Mitarbeiter nicht in der Mittagshitze arbeiten müssen. Praktische Hilfsmittel wie kühle</td></tr>
</table>

	Getränke, Sonnenschutzmittel, Kopfbedeckungen etc. sollten durch den Arbeitgeber bereitgestellt werden. Die angeführten Maßnahmen zum sommerlichen Hitzeschutz am Arbeitsplatz sind exemplarisch und auf Büroarbeitsplätze in anderen Branchen übertragbar. Weitere Maßnahmen finden sich z.B. auf der Website der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physikalische-Faktoren-und-Arbeitsumgebung/Klima-am-Arbeitsplatz/Sommertipps.html). Dürre, Starkregen und Hitzewellen beeinträchtigen das Tourismusgeschäft. Eine neue Presserklärung des Umweltbundesamts und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit zeigt, wie sich Reiseregionen an den Klimawandel anpassen können: https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/duerre-starkregen-hitzewellen-beeintraechtigen.

Umsetzungs-fahrplan	Teilmaßnahme 1: Ganzjahresangebote an neue Klimabedingungen anpassen bzw. neue Angebote schaffen
	• Identifizierung von witterungsbedingt kritischen Tourismusangeboten (z. B. aufgrund Hitzebelastung, Starkregen, Schnee- oder Wasserabhängigkeit) durch Tourismusverbände → *Meilenstein 1*
	• Prüfung, ob die Angebote mit vertretbarem personellem bzw. finanziellen Aufwand „klimatauglich“ gemacht werden können
	  ○ Falls ja: Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen (z. B. Installation von Sonnenschutz und Trinkbrunnen vor Ticketshop oder Sammelpunkt, weitere Umnutzung von Skiliften für Mountain-Biker); ggf. Prüfung, ob Anpassungsaktivitäten gefördert werden können → *Meilenstein 2a*
	  ○ Falls nein: Konzeptionierung und Umsetzung alternativer, „klimatauglicher“ Tourismusangebote (z. B. geführte Abend-/Nachtwanderungen oder veränderte Öffnungszeiten im Hochsommer, Rad- statt Skiwanderwege im Gebirge); ggf. Prüfung, ob Umsetzung gefördert werden → *Meilenstein 2b*
	• Regelmäßige Evaluierung der angepassten Tourismusangebote hinsichtlich eines veränderten Besucherzuspruchs und der Praktikabilität neu geschaffener Tourismusangebote → *Meilenstein 3*
	• Übernahme längerfristig umzusetzender Ideen und erfolgreicher neuer Angebote in das Tourismuskonzept → *Meilenstein 4*
	
	Teilmaßnahme 2: Tourismuskonzepte auf Klimaangepasstheit prüfen
	• Erstellung einer Kriterienliste zur Überprüfung der Tourismuskonzepte nach Literaturrecherche oder Konsultation eines Fachbüros → *Meilenstein 1*
	• Schulung der zentralen Mitarbeiter in den Tourismusorten und -regionen bzw. Tourismusverbänden zur Anwendung der Kriterienliste auf die bestehenden oder neu zu erarbeitenden Konzepte → *Meilenstein 2*
	• Nach der Konzeptbewertung folgt die Erstellung einer Prioritätenliste zur Anpassung des Konzeptes bzw. Neuschaffung und Überarbeitung bestehender Tourismusangebote → *Meilenstein 3*
	• Prüfung von Fördermöglichkeiten für die Anpassungsaktivitäten → *Meilenstein 4*
	• Umsetzung der ausgewählten Anpassungsaktivitäten → *Meilenstein 5*, z. B.:
	  ○ Identifizierung und Anpassung von potenziell hitzebelasteten Innen- und Außenbereichen von z. B. Schlössern, Museen
	  ○ Broschüre oder Infoseite im Web mit witterungsabhängigen alternativen Tourismusangeboten, z. B. „Was tun, wenn es regnet bzw. was tun, wenn es zu warm ist?“
	  ○ Einführung einer komplementären Eintrittskarte, die je nach Witterung zum Eintritt in ein Outdoor- und Indoor-Angebot berechtigt, z. B. einen Kletterpark und eine Höhlenführung
	  ○ Kurzfristige Alternativangebote bei Ausfall bestehender Angebote, z. B. (Schnupper-) Klettern / Hochseilgarten anstelle von Kajakfahren bei Hoch- oder Niedrigwasser

	○ Besucherlenkung in (Schloss-)Parks oder auf Wanderstrecken entlang schattiger Wege im Hochsommer (Sommer- vs. Winterweg: im Sommer schattig, im Winter sonnig) ○ Bei web-basierten Tourenplanern: Einführen einer Kategorie "Tour für Hitzetage geeignet", die das Filtern dieser Touren ermöglicht. ○ Koppelung von kostenfreiem ÖPNV-Touristenticket an Kurkarte • Regelmäßige Evaluierung des Tourismuskonzeptes hinsichtlich des Besucherzuspruchs für umgesetzte Aktivitäten und sich verändernder klimatischer Randbedingungen (Schnee, Hitze, Starkregen) → *Meilenstein 6* • Regelmäßiger (auch regionsübergreifender) Austausch der Tourismusverbände zu aktuellen Entwicklungen und Ansätzen/Konzepten → *Meilenstein 7* <u>Teilmaßnahme 3: Schaffung von kühltemperierten Rückzugsräumen für im Tourismus Arbeitende</u> • Informationsveranstaltung des Landkreises (nicht nur) für Tourismus-Arbeitgeber: „Schutz der Mitarbeiter vor Hitze" → *Meilenstein 1a* oder alternativ • Informationsbroschüre/Web-Angebot für (Tourismus)-Arbeitgeber: „Schutz der Mitarbeiter vor Hitze" → *Meilenstein 1b*
Verortung	• Teilmaßnahme 1: alle Kommunen mit Tourismusangeboten • Teilmaßnahme 2: Kommunen bzw. Regionen mit hoher Tourismusbedeutung, z. B. Fichtelgebirge (v. a. Bischofsgrün, Warmensteinach, Fichtelberg, Bad Berneck) und Fränkische Schweiz (v. a. Pegnitz, Pottenstein, Waischenfeld, Betzenstein) • Teilmaßnahme 3: alle Kommunen mit Tourismusangeboten
Priorität	Hoch
Zeitraum	Teilmaßnahme 1: mittelfristig (nächste fünf Jahre), Teilmaßnahme 2: langfristig (Daueraufgabe), Teilmaßnahme 3: kurzfristig (Daueraufgabe)
Aufwand	Teilmaßnahmen 1 bis 3: • Personalkosten: integriert • Sachkosten: integriert • Investitionen: integriert (Kann in bestehenden Stellen der ILEn / LK / Tourismusverbänden behandelt bzw. integriert werden.)
Fördermöglichkeiten	• Teilmaßnahme 1: LEADER, ILE • Teilmaßnahme 2: LEADER, ILE
Zielgruppe	Tourismusanbieter, Tourismusverbände
Akteure	• Federführung: Tourismusanbieter, ggf. in Abstimmung mit Tourismusverbänden und Kommunalverwaltungen (Teilmaßnahme 1); Tourismusverbände, evtl. Kommunalverwaltungen touristisch bedeutender Orte (Teilmaßnahme 2); Landkreis Bayreuth (anstoßend, Teilmaßnahme 3) • Kooperationspartner: Kommunalverwaltungen (Teilmaßnahme 1); Integrierte Ländliche Entwicklungen wie ILE Fränkisches Markgrafen- & Bischofsland, ILE Fränkische Schweiz Aktiv, ILE Frankenpfalz im Fichtelgebirge, ILE Gesundes Fichtelgebirge, ILE Rund um die Neubürg Fränkische Schweiz, ILE Wirtschaftsband A9 Fränkische Schweiz , ILE Frankenpfalz (Teilmaßnahme 2); Tourismusverbände und o.g. ILEn (Teilmaßnahme 3)
Erfolgskontrolle	• Teilmaßnahme 1: Besucherzahlen vor und nach Anpassungsmaßnahmen für witterungsbedingt kritischen Tourismusangebote, monatliche Übernachtungszahlen touristisch wichtiger Orte • Teilmaßnahme 2: inhaltliche Prüfung der Tourismuskonzepte ist abgeschlossen • Teilmaßnahme 3: Veranstaltung ist durchgeführt bzw. Informationsbroschüre ist erarbeitet und verteilt

Erwartete Anpassungsleistung	Es wurden Tourismuskonzepte erarbeitet, die Klimaanpassungsaspekte gezielt berücksichtigen. Sie umfassen Ganzjahres- und Alternativangebote und Verkehrsinfrastrukturen, die sowohl schnee- und wasserunabhängig als auch an Hitze und Starkregen angepasst sind. Außerdem wurden kühltemperierte Rückzugsorte für Mitarbeiter der Tourismusbranche geschaffen.
Synergien und Konflikte Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	• Synergien mit Maßnahme 4.1 (Verkehrsinfrastruktur besser an touristische Angebote anpassen) sowie Synergien zu Klimaschutzbemühungen und regionaler Wertschöpfung durch ÖPNV-Ausbau und damit verbundener Verringerung des motorisierten Individualverkehrs. • Tourismusangebote können mit Themen der nachhaltigen Klimaanpassung und dem natürlichen Klimaschutz verknüpft werden, z.B. beim Moorschutz. Tourismusangebote im Bereich Wandern & Radfahren z.B. im Fichtelgebirge sind nur in einem „gesunden" Fichtelgebirge attraktiv. Auch hier kann an verschiedenen Stellen z.B. auf das Thema Waldumbau aufmerksam gemacht werden.
Beitrag zu Zielen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie	• SDG 4.1: Bildung und Qualifikation kontinuierlich verbessern • SDG 8.3: Gute Investitionsbedingungen schaffen – Wohlstand dauerhaft erhalten • SDG 8.4: Wirtschaftsleistung umwelt- und sozialverträglich steigern • SDG 8.5: Beschäftigungsniveau steigern • SDG 9.1: Zukunft mit neuen Lösungen nachhaltig gestalten • SDG 11.1: Zugang zum Kulturerbe verbessern
Regionale Wertschöpfung	Die Schlüsselmaßnahme stärkt die regionale Wertschöpfung, indem bestehende Tourismusangebote optimiert und neue geschaffen werden. So wird in der Region langfristig Kapital angezogen und Beschäftigung gesichert.
(Regionale) Beispiele	• Regionales Entwicklungskonzept (REK) "Wohlfühlregion Fichtelgebirge" von zehn Gemeinden des Landkreises Bayreuth (https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/wohlfuehlregion-fichtelgebirge). In dem Rahmen des REK entstand das Projekt "Ganzjahressport Nordic Parc" (https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/ganzjahressport-nordic-parc-fichtelgebirge). • „Infrastrukturkonzept Ochsenkopf" als zentrales Element im Bereich Klimaanpassung der Region Fichtelgebirge; Investitionen wurden bereits in bisherigen Konzepten auf den Ganzjahrestourismus ausgelegt • Integrierte Ländliche Entwicklungskonzepte der oben genannten ILEn

Nummer	5.2			
Titel	**„Hotspots kühlen" - Identifizierung von Hitzeinseln**			
Priorisierte Klimawirkungen	X	Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen		Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
	X	Beeinträchtigung des (Winter-)Tourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Schaffung von Wohlfühlbereichen an Hitzetagen			
Kurzbeschreibung	Zunächst werden im Landkreis Bayreuth „Hot Spots" (wie Plätze, Bushaltestellen, Spielplätze, stark frequentierte Sehenswürdigkeiten etc.) identifiziert und eine Prioritätenliste erstellt, die Kriterien wie Nutzungshäufigkeit, Art der Beschattungs-/Kühlungsmaßnahmen sowie Umsetzungskosten berücksichtigt. Darauf aufbauend wird für die höchstpriorisierten „Hot Spots" eine Umsetzungsplanung erstellt und Einzelmaßnahmen zur Schaffung von Wohlfühlbereichen an Hitzetagen bzw. zur Reduzierung der Hitzelast			

	durchgeführt. Die Auswahl der umzusetzenden Maßnahmen/Orte kann durch Bürgerbeteiligung und ggfs. unter Einbezug von „Citizen Science“ (z.B. Temperaturmessungen) erfolgen und die Schaffung bzw. den Erhalt attraktiver Begegnungsorte an zentralen Orten berücksichtigen. Die Umsetzungsentscheidung zu den Einzelprojekten innerhalb eines Masterplans (Aufgreifen von etwa fünf der ursprünglich 10-15 Ideen) erfolgt entweder durch die Verwaltung (innerhalb eines Budgets) und/oder mit Bürgerbeteiligung. Die Maßnahme knüpft an die Schlüsselmaßnahme 4.1 „ÖPNV mit kühlem Kopf“ an.
Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Biodiversität	• Bei der Erstellung von Umsetzungsplänen können die Bereiche natürlicher Klimaschutz und Erhalt / Steigerung der Biodiversität bewusst mit einbezogen werden, um die Synergieeffekte zur Steigerung der Biodiversität optimal auszunutzen (vgl. Synergien von 1.2, 1.5, 3.1 und 4.1)
(Regionale) Beispiele	-

Nummer	5.3			
Titel	**Klimawandel und Klimaanpassung in Kultur- und Bildungsangeboten**			
Priorisierte Klimawirkungen		Hitzebelastung der Bevölkerung		Trockenstress auf Landwirtschaftsflächen
		Trockenstress auf Waldflächen		Erosive Sturzfluten durch Starkregen
		Schäden an Verkehrswegen		Überschwemmungen durch Starkregen und Hochwasser
	X	Beeinträchtigung des (Winter-)Tourismus		
Weitere Klimawirkungen				
Maßnahmenziel	Sensibilisierung der Bevölkerung und der Touristen für Fragestellungen des Klimawandels und der notwendigen Anpassung			
Kurzbeschreibung	In den Naturparks und Landschaftsschutzgebieten im Kreisgebiet sollten weitere Klimabildungsangebote für Touristen und Einheimische geschaffen werden, sofern dies mit den Belangen des Naturschutzes vertretbar ist. Beispielsweise durch das Anlegen von neuen Themenwegen mit Klimaschwerpunkten oder das Angebot von geführten (Themen-)Wanderungen, z. B. zu/durch vom Klimawandel bedrohte Biotope (z. B. Blockhalden am Ochsenkopf). Hier könnten die Auswirkungen des Klimawandels auf die Natur- und Kulturlandschaft vor Ort thematisiert werden. Weiterhin könnten (Freilicht)-Konzerte, Kino- oder Theateraufführungen bspw. der Fränkische Theatersommer oder die Naturbühne Trebgast, die auch die klimaspezifischen Besonderheiten der Region aufgreifen, angeboten werden. In den Museen sollten zudem die Auswirkungen des Klimawandels auf die Region dargestellt sowie Verhaltensweisen zur Anpassung vermittelt werden. In Vermarktungskampagnen wie z. B. der Dachmarke Bayreuther Land, des Portals “Landkreis Bayreuth genießen” oder der Genussregion Oberfranken sollten die bereits bestehenden Angebote zur Sensibilisierung von Touristen und Einheimischen für Fragen der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes – und damit der Klimaanpassung – weiter ausgebaut werden. Beispiele sind Brauerei-Führungen, Verkostungen, Mitmachaktionen, Bauernhofbegehungen bspw. der Naturparkhöfe und Genusswanderungen.			
Synergien zu natürlichem Klimaschutz und Förderung der Biodiversität	Es können gezielt die Bereiche natürlicher Klimaschutz und Erhalt der Biodiversität bei der Erstellung von Kulturangeboten einbezogen werden und in Vermarktungskampagnen gezielt thematisiert werden, um mehr Aufmerksamkeit auf die Synergieeffekte zu lenken.			
(Regionale) Beispiele	• Entsprechende Anknüpfungspunkte bietet bspw. der Fränkische Theatersommer, welcher nicht nur im Rahmen der Öko-Modellregion Fränkische Schweiz eingebunden ist: https://www.oekomodellregionen.bayern/projekte/der-fraenkische-theatersommer-warum-bio • Auch sind vorhandene Gebiete. bspw. der GeoPark Bayern-Böhmen, der Naturpark Fichtelgebirge und der Fichtelgebirgsverein bereits mit zahlreichen Akteuren			

	und Angeboten in diesem Handlungsfeld aktiv; „Deutscher Winterwandertag“ als relativ neues Projekt (2022 erstmals als Ausrichter)

A.3 Glossar

2-Grad-Ziel[1] – Das 2-Grad-Ziel beschreibt das Ziel, dass die globale Mitteltemperatur, ausgehend von dem vorindustriellen Wert, um nicht mehr als 2 Grad Celcius ansteigen soll.

Adaption[2] - Der Begriff Adaption bedeutet Anpassung. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel beschreibt Adaption die Anpassung an Veränderungen, die vermutlich eintreten werden und die nicht mehr verhindert werden können.

Anpassungskapazität[46] - Die Anpassungskapazität bezeichnet die Fähigkeit eines Systems, sich an den Klimawandel anzupassen und möglichen Schaden zu mindern. Sie bezieht sich auf die Zukunft bzw. die Möglichkeit künftig Vermeidungs-, Minderungs- oder Schutzmaßnahmen zu ergreifen. In der Vergangenheit ergriffene Anpassungsmaßnahmen sind in der Sensitivität integriert.

anthropogen[3] - Die Bezeichnung anthropogen kennzeichnet einen menschlichen Einfluss oder eine menschliche Einwirkung, zum Beispiel auf einen Prozess. Außerdem wird der Begriff verwendet, wenn etwas durch den Menschen geschaffen wurde.

Artenareal[4] - Alle einzelnen Verbreitungsgebiete einer Art zusammen genommen bilden ein Artareal. Das bedeutet, dass das Artareal einer bestimmten Art alle Gebiete angibt, in der diese Art vorkommt, auch wenn diese Gebiete durch geographische oder andere Barrieren voneinander getrennt sind.

Biotop[5] – Der Begriff Biotop wird für einen räumlich begrenzten Lebensraum verwendet, indem eine angepasste Lebensgemeinschaft vorkommt. Ein Biotop lässt sich gegenüber seiner Umgebung durch die abiotischen Umweltfaktoren abgrenzen, die für dieses charakteristisch sind.

Blockhalde[6] – Blockhalden entstehen u. a. durch die Frostsprengung von harten Gesteinen. Sie bestehen aus einer Vielzahl großer Steinblöcke, die sich durch die Schwerkraft an Hängen ansammeln. Die Steinblöcke haben in der Regel einen Durchmesser von über 20 cm, Feinmaterial kommt kaum vor. Aufgrund der besonderen Bedingungen bieten Blockhalden Tieren und Pflanzen einen speziellen Lebensraum.

Blow-Up[7] – Unter Blow-up sind Straßenschäden zu verstehen, die durch hohe Temperaturen entstehen und bei Betonfahrbahnen auftreten. Dabei kommt es zu einer Aufwölbung oder sogar zu einem Aufbruch der Fahrbahn. Der Grund dafür ist die Ausdehnung des Betons durch die Hitze.

Bodenabtragsgleichung[8] – Unter Verwendung der allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) kann der „mittlere jährliche Bodenabtrag einer Fläche durch Wassererosion“ abgeschätzt werden. Die Gleichung lautet A = R*K*L*S*C*P, wobei

A = „langjähriger, mittlerer jährlicher Bodenabtrag [t/ha/a]“,

R = Erosivitätsfaktor/Regenfaktor, beschreibt „die auf den Boden wirkenden Ablöse- sowie Transportkräfte“,

K = Boden(erodierbarkeits)faktor, „Maß für Empfindlichkeit (Erodibilität) eines Bodens unter Standardbedingungen“,

S = Hangneigungsfaktor, „Verhältnis des Bodenabtrages eines beliebig geneigten Hanges zum Bodenabtrag mit Standardhangneigung“,

L = Hanglängenfaktor, „Verhältnis des Bodenabtrages eines beliebig langen Hanges zum Bodenabtrag mit Standardhanglänge“,

C = Bewirtschaftungsfaktor/ Bodenbedeckungs- und -bearbeitungsfaktor, „Verhältnis des Bodenabtrages bei Kultivierung bestimmter Fruchtarten/Fruchtfolgen zum Bodenabtrag unter Standardbedingungen“ und

P = Querbewirtschaftungsfaktor / Erosionsschutzfaktor, „Verhältnis des Bodenabtrages bei Anwendung bestimmter Erosionsschutzmaßnahmen zum Bodenabtrag ohne Erosionsschutz sowie mit Bodenbearbeitung in Gefällerichtung“

ist.

downscaling – Unter downscaling wird die Erhöhung/Verfeinerung der räumlichen Auflösung von Daten verstanden.

Effektiver Wurzelraum[9] – Der effektive Wurzelraum umfasst die „potentielle Ausschöpftiefe von pflanzenverfügbarem Bodenwasser“, „das durch Pflanzenwurzeln in Trockenjahren dem Boden maximal entzogen werden kann“.

Emissionspfad – Emissionspfade geben für einen bestimmten Zeitraum (oft für mehrere Jahrzehnte) die tatsächlichen und prognostizierten jährlichen Emissionsmengen an, beispielsweise die jährlichen Treibhausgasemissionen. Für zukünftige Zeiträume können mehrere Pfade angegeben werden, die die Emissionsmengen für verschiedenen Entwicklungsverläufe (Szenarien) angeben.

Ensemble - Wenn mehrere Klimamodelle benutzt und miteinander verglichen werden, um die Bandbreite möglicher zukünftiger Klimaänderungen abzubilden, spricht man von einer Ensemble-Betrachtung. Sind die Projektionen eines Ensembles sehr ähnlich, ist ihr Eintreten sehr wahrscheinlich. Für ein Ensemble existiert ein Median-Wert, der genau in der Mitte des Ensembles liegt sowie Minimum und Maximum, die die geringste bzw. größte klimatische Änderung repräsentieren.

Ereignisstage[10] – Ein Tag wird als Ereignistag bezeichnet, wenn an diesem ein bestimmtes meteorologisches Phänomen auftritt oder ein bestimmter klimatischer Wert erreicht, über- oder unterschritten wird. Für einen Gewittertag muss es zum Beispiel ein Gewitter geben und ein Sommertag ist so definiert, dass das Temperaturmaximum mindestens 25°C betragen muss.

Erosion[11] – Der Begriff Erosion bezeichnet eine Abtragung insbesondere von Boden oder Gestein an der Erdoberfläche durch Wind, Wasser oder Gletscher. Diese Abtragung tritt natürlich auf, kann jedoch durch Einwirkung des Menschen (z.B. durch die Art der Landnutzung) verstärkt werden. Je nach Art der Abtragung können verschiedene Erosionsprozesse unterschieden werden.

Erosive Sturzflut[12] – Erosive Sturzfluten gehören zu den Folgen von Starkniederschlagsereignissen. Durch hohe Niederschlagsintensitäten können unerwartet Überschwemmungen, sogenannte Sturzfluten, entstehen. Diese wiederum können zu hohen Bodenabträgen führen (→ Erosion). Daher stellen erosive Sturzfluten eine starke Gefährdung dar, beispielsweise für die Infrastruktur, wenn Schlammlawinen von Ackerflächen aus die Verkehrsinfrastruktur beeinträchtigen.

EURO-CORDEX-Projekt[13] – Das EURO-CORDEX-Projekt ist der europäische Teil der CORDEX-Initiative. EURO-CORDEX steht dabei für European Coordinated Downscaling Experiments. Bei CORDEX geht es darum, einen Rahmen zu schaffen, um verbesserte regionale Prognosen zum Klimawandel für alle Landregionen zu erstellen.

Exposition → Klimasignal

Extrem(wetter)ereignis - Ein Extremwetterereignis ist ein mit extremen Wetterbedingungen wie Hitze, Sturm oder Starkniederschlag verbundenes Ereignis, das am gegebenen Ort und zur gegebenen Jahreszeit selten ist.

Feldkapazität, nutzbare[14] – Als nutzbare Feldkapazität wird die Wassermange im Boden bezeichnet, die „von den Pflanzen genutzt werden kann“.

Frostsprengung[15] – Die Frostsprengung gehört zu der physikalischen Verwitterung. Sie tritt auf, wenn sich Wasser in Hohlräumen (z.B. in Klüften) sammelt und dort gefriert. Dadurch wirkt

Druck auf das Gestein, wodurch dieses gelockert und unter Umständen „gesprengt“, also zerkleinert, wird. Diese Verwitterungsart tritt besonders in Gebieten mit häufigen Frostwechseln auf.

Frosttage[16] – „Ein Frosttag ist ein Tag, an dem das Minimum der Lufttemperatur unterhalb des Gefrierpunktes (unter 0,0°C) liegt. Das Maximum der Lufttemperatur wird dabei nicht beachtet.“

Globales Klimamodell - Ein Globales Klimamodell (General Circulation Model, kurz GCM) ist ein numerisches oder statistisches Modell, das eine dreidimensionale Repräsentation der Atmosphäre enthält und die in ihr ablaufenden physikalischen und chemischen Prozesse beschreibt. Es berücksichtigt Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Ozeanen und der Erdoberfläche inkl. der Biosphäre.

Globalstrahlung[17] – Die Globalstrahlung umfasst „die gesamte an der Erdoberfläche auf eine horizontale Empfangsfläche auftreffende Solarstrahlung“. Sie kann in die direkte und in die diffuse Strahlung unterteilt werden. Die direkte Solarstrahlung trifft, wie der Name bereits sagt, direkt auf die Erdoberfläche ein, während die diffuse Strahlung zum Beispiel an Wasser- oder Staubteilchen gestreut wurde.

Grundwasserflurabstand[18] – Der lotrechte Abstand zwischen einem Punkt der Geländeoberfläche und der Oberfläche des Grundwassers wird als Grundwasserflurabstand bezeichnet.

Heiztage[19] – Ein Tag wird als Heiztag bezeichnet, wenn die Tagesmitteltemperatur unter 15°C liegt.

humid[20] – Der Begriff humid bedeutet ‘feucht’ oder ‘nass’. Das Klima (zum Beispiel einer Region oder eines Landes) wird als humid bezeichnet, wenn die Niederschlagsmenge höher ist als die potenzielle Verdunstung. Humidität kann jedoch auch anders definiert sein, zum Beispiel in Abhängigkeit von der Länge der hygrischen Vegetationszeit.

Just-in-time-Produktion[21] – Bei der Just-in-time-Produktion werden die Materialien vom Lieferanten erst dann in der passenden Menge an den jeweiligen Abnehmer geliefert, wenn diese benötigt werden. Dafür muss die Lieferkette genau abgestimmt werden. Beim Abnehmer verringert sich dadurch die Lagerhaltung.

kapillarer Aufstieg[22] - Der Kapillare Aufstieg beschreibt den Anstieg von Grund- oder Stauwasser über den Grundwasserspiegel hinaus aufgrund der Kapillarkräfte. Die Kapillarkräfte bewirken, dass Wasser in engen Röhren/Spalten höher ansteigen kann als in der Umgebung.

Kenntage – Synonym für → Ereignisstage

Klimaperiode[23] – Eine Klimaperiode umfasst einen Zeitraum von 30 Jahren. Für diesen Zeitraum werden Mittelwerte der klimatischen Werte gebildet.

Klimasignal[46] - Das Klimasignal (bzw. Exposition) beschreibt die Ausprägung des heutigen Klimas bzw. das einer anderen Zeitebene, wie z. B. der nahen oder fernen Zukunft. Die Differenz des Klimasignals zwischen zwei Zeitebenen ist die Klimaveränderung.

Klimawirkung[46] - Die Klimawirkung (bzw. Betroffenheit oder Impakt) beschreibt die Wirkung des Klimas auf ein System zu einem Zeitpunkt. Die Differenz der Klimawirkungen zwischen zwei Zeitebenen charakterisiert die potenzielle Auswirkung des Klimawandels.

konvektiv[24] – Konvektive Niederschläge werden umgangssprachlich Schauer genannt. Diese Niederschläge treten räumlich begrenzt, für kurze Zeit und oft mit hoher Intensität auf. Sie entstehen „durch starke vertikale Luftbewegung“, bei der warme Luft in eine kältere Umgebung aufsteigt.

Konzentrationspfad → RCP

Kühltage[19] – Wenn die Tagesmitteltemperatur eines Tages über

18,3°C liegt, wird dieser als Kühltag bezeichnet.

linearer Trend – Der lineare Trend nähert eine Menge von Werten im Zeitverlauf über eine gerade Linie an. Für den linearen Trend wird also im Grunde eine Gerade gesucht, die die gegebenen (Mess-)Werte am besten repräsentiert. Liegen beispielsweise mittlere jährliche Temperaturwerte aus Deutschland für einen gewissen Zeitraum vor, so gibt der lineare Trend die ungefähre, lineare Entwicklung dieser Werte an.

maritim[25] – Der Begriff maritim verdeutlicht „einen Einfluss des Meeres". Demnach wird ein Klima als maritim bezeichnet, wenn dieses durch das Meer beeinflusst wird. Maritimes Klima ist zum Beispiel durch geringere Temperaturschwankungen gekennzeichnet.

Median[26] – Der Median ist ein statistischer Mittelwert. Um den Median von einer Menge an Werten zu bestimmen, müssen diese der Größe nach geordnet werden. Der Median ist der Wert, der in der geordneten Liste genau in der Mitte liegt. Er teilt diese Liste also in zwei gleich große Hälften, wobei die Werte der einen Hälfte alle kleiner und die Werte der anderen Hälfte alle größer als der Median sind. Bei einer geraden Anzahl an Messwerten ist der Median in der Regel das arithmetische Mittel aus den beiden mittleren Werten.

Mitigation[27] – Unter Mitigation wird die Abschwächung oder Verringerung von etwas Schädlichem beziehungsweise seiner Folgen verstanden. Im Kontext des Klimawandels bezeichnet Mitigation also die Minderung des Klimawandels insbesondere durch die Verringerung von Treibhausgasemissionen. Somit kann Mitigation in dem Zusammenhang als Klimaschutz verstanden werden.

Ökosystem[28] – Unter einem Ökosystem wird das „Wirkungsgefüge zwischen Organismen und ihrem Lebensraum" verstanden. Jedes Ökosystem enthält Produzenten, Konsumenten und Destruenten. Außerdem bilden sich Stoffkreisläufe und Energieflüsse aus.

Ozon[29] – Ozon ist ein farbloses Gas und gehört innerhalb der Atmosphäre zu den wichtigsten Spurengasen. Es wird bei starker Sonneneinstrahlung aus anderen Stoffen gebildet, die wiederum häufig „aus vom Menschen verursachten Quellen" stammen (z.B. Stickstoffoxide aus dem Verkehrsbereich). Hohe Ozonwerte wirken sich negativ auf die menschliche Gesundheit und auch auf die Vegetation aus.

Permafrost[30] – „Permafrost ist Untergrundmaterial, welches in unterschiedlicher Mächtigkeit und Tiefe mindestens zwei Jahre ununterbrochen Temperaturen unter dem Gefrierpunkt aufweist. Dabei kann es sich um festes Gestein, Lockermaterial oder Boden handeln.

Phänologie[31] – Die Phänologie untersucht Wachstums- und Entwicklungserscheinungen in der Natur, die im Jahresverlauf periodisch wiederkehrend auftreten. Dazu gehören z. B. der Beginn der Blüte bei bestimmten Pflanzen und Verhaltensweisen in der Tierwelt wie der Vogelzug. Eingesetzt wird die Phänologie unter anderem in der Klimawandelforschung.

RCP - Representative Concentration Pathways[32] – Die repräsentativen Konzentrationspfade sind Szenarien zur Beschreibung von möglichen Entwicklungen der Konzentration von klimarelevanten Treibhausgasen in der Atmosphäre bis 2100. Für den fünften Sachstandsbericht des IPCC wurden vier solcher RCP-Szenarien entwickelt. Mithilfe dieser Szenarien können verschiedene Entwicklungen, zum Beispiel der Lufttemperatur oder der schneebedeckten Fläche, differenziert nach der prognostizierten Konzentration von klimarelevanten Treibhausgasen, dargestellt werden.

ReKliEs-De-Projekt[48] – Das bundesweite Forschungsprojekt ReKliEs-De wurde von den Bundesländern initiiert, um robuste Informationen über die Bandbreiten und

Extreme der zukünftigen Klimaentwicklung für die Politikberatung bereitzustellen. Das Projekt wurde von sechs Klimaforschungs-Institutionen durchgeführt, vom HLNUG koordiniert und Ende Dezember 2017 abgeschlossen.

Referenzperiode[33] – (Klima)Referenzperioden umfassen einen Zeitraum von 30 Jahren. Sie stellen einen Vergleichszeitraum dar, der für Vergleiche von klimatischen Werten genutzt wird. Für Bayern wird der Zeitraum 1971 bis 2000 als Referenzperiode genutzt.

Regionales Klimamodell – Regionale Klimamodelle dienen der Übertragung der Ergebnisse globaler Klimamodelle auf kleinere Betrachtungsräume und erhöhen die räumliche Auflösung der Ergebnisse dieser. Beispiele für in Deutschland verwendete Regionalmodelle sind u. a. COSMO-CLM, REMO und WETTREG.

Retentionsfläche[34] – Retentionsflächen sind (tiefer liegende) Flächen in der direkten Umgebung eines Fließgewässers, die natürlichen oder künstlichen Ursprungs sein können. Bei Hochwasser werden diese (ansonsten oft landwirtschaftlich genutzten) Gebiete als Überflutungsfläche eingesetzt. Dadurch kann das Hochwasser abgeschwächt werden, weil der Flussquerschnitt vergrößert wird.

Sensitivität[46] - Die Sensitivität (bzw. Empfindlichkeit) beschreibt, wie stark ein System, wie z. B. Handlungsfeld, Bevölkerungsgruppe oder Stadt, auf das Klimasignal einer Zeitebene reagiert. Die Differenz der Sensitivität zweier Zeitebenen kennzeichnet die Veränderung des Systems.

Starkniederschlag[35] – Wenn eine hohe Niederschlagsintensität vorliegt, wird von Starkniederschlag gesprochen. Dieser kann zu Überschwemmungen und Bodenerosion führen. Der Deutsche Wetterdienst gibt ab einer Niederschlagsmenge von 15 l/m² innerhalb einer Stunde eine Wetterwarnung heraus.

Starkregentage[19] – Wenn die Tagesniederschlagssumme mindestens 25 mm beträgt, wird von einem Starkregentag gesprochen. Teilweise wird ein Tag auch erst ab einer Niederschlagssumme von mindestens 30 mm als Starkregentag bezeichnet.

Synergie[36] – Der Begriff Synergie beschreibt ein Zusammenwirken oder ein Zusammenspiel mehrerer Komponenten in positivem Sinne. Wenn zum Beispiel eine Synergie zwischen zwei Maßnahmen besteht, bedeutet das, dass ein gemeinsamer Nutzen daraus entsteht, dass diese beiden Maßnahmen zusammen umgesetzt werden oder dass sie sich gegenseitig positiv beeinflussen. Es ist aber auch eine Synergie, wenn eine einzelne Maßnahme einen Nutzen für unterschiedliche Themen bringt.

Szenario - Szenarien sind Beschreibungen möglicher zukünftiger Verhältnisse einschließlich des Verlaufs ihrer Entstehung. Sie fußen auf Annahmen und beschreiben die demographische, sozioökonomische, politische und technologische Entwicklung. Darauf basierend werden Emissionsverläufe von Treibhausgasen abgeleitet, die zur Abschätzung von möglichen Klimaentwicklungen genutzt werden.

Transpiration[37] – Im Bereich der Vegetation beschreibt Transpiration „die Verdunstung von Wasser über die Blätter der Pflanzen, vor allem über deren regulierbare Spaltöffnungen (Stomata), aber auch über deren übrige Außenhaut (Cuticula)."

Treibhausgase - Treibhausgase sind gasförmige Bestandteile der Atmosphäre (sowohl natürlichen wie anthropogenen Ursprungs), die die Strahlung, die von der Erdoberfläche, der Atmosphäre selbst und den Wolken abgestrahlt wird, in spezifischen Wellenlängenbereichen innerhalb des Spektrums der thermischen Infrarotstrahlung absorbieren und wieder ausstrahlen.

Trockenstress[38] – Bei Pflanzen tritt Trockenstress auf, wenn ihnen zu wenig Wasser zur Verfügung steht, sodass Auswirkungen auf die Lebens- und Wachstumsfunktionen der Pflanzen entstehen. Ursachen dafür können zum Beispiel eine hohe Transpiration oder klimatische Gegebenheiten sein.

Tropennächte[39] - Wenn in einer Nacht die Lufttemperatur die ganze Zeit über 20 °C liegt, wird diese Nacht als Tropennacht bezeichnet.

Unwetterzelle[40] – Unwetterzellen „entstehen durch schnelle vertikale Anhebung von feuchter und warmer Luft". Grund für diese Anhebung sind vor allem Gebirge oder Kaltfronten. Mit zunehmender Höhe kühlt die Luft immer weiter ab und es bilden sich optisch dicke und hohe Wolken. Unwetterzellen sind mitverantwortlich für Starkregenereignisse.

urban[41] – Durch die Kennzeichnung mit dem Begriff ‚urban' wird hervorgehoben, dass es sich um eine städtische Struktur, ein städtisches Phänomen, o. ä. handelt, beziehungsweise, dass etwas zur Stadt gehört.

Vegetationsperiode[42] – Als Vegetationsperiode wird der Zeitraum innerhalb eines Jahres bezeichnet, in dem Pflanzenwachstum in dem betrachteten Gebiet grundsätzlich aufgrund der klimatischen Bedingungen möglich ist. Die Vegetationsperiode umfasst die humiden Monate, in denen die mittlere Temperatur mindestens +5°C beträgt.

Vulnerabilität[46] - Die Vulnerabilität (bzw. Verwundbarkeit) beschreibt die Anfälligkeit eines Systems gegenüber dem Klimawandel unter Berücksichtigung des Klimasignals, der Sensitivität und der Anpassungskapazität. Sie erlaubt die Ableitung von Anpassungserfordernissen und entsprechenden Entscheidungen. Sie ist das Ergebnis des Vergleichs zwischen Klimawirkungen und Anpassungskapazitäten zu verschiedenen Zeitpunkten.

Wärmeinsel[43] – Der Begriff städtische Wärmeinsel beschreibt den Effekt, dass in Städten in der Regel höhere Temperaturen gemessen werden als im Umland. Ursache dafür ist unter anderem, dass bebaute Flächen mehr Wärme speichern als Wald- und Wiesenflächen. Dadurch sind besonders in Innenstädten die Temperaturen höher als im ländlichen Umland.

Wasserhaushaltsklasse[47] – Mithilfe der sieben Wasserhaushaltsklassen können Standorte nach der Menge an pflanzenverfügbarem Wasser im Boden unterschieden werden. Die Klasseneinteilung erfolgt anhand der Maßzahl ‚Transpirationsdifferenz der Fichte' (T_{diff}). Die erste Klasse kennzeichnet Standorte mit sehr viel pflanzenverfügbarem Bodenwasser.

Windwurf[44] – Als Windwurf werden Bäume bezeichnet, die durch starke Stürme entwurzelt wurden, wodurch der Stamm mit dem Wurzelballen umgeworfen wird. Dies kann einzelne Bäume oder größere Flächen betreffen.

Worst case[45] – Wenn verschiedene Szenarien für Ereignisse in der Zukunft betrachtet werden, beschreibt Worst Case dasjenige Ereignis, welches im schlechtesten beziehungsweise ungünstigsten Fall eintreten wird.

Für das Glossar verwendete Quellen:

1: 2-Grad-Ziel, wiki.bildungsserver.de

2: Adaption, de.wikipedia.org

3: anthropogen, Lexikon der Biologie, spektrum.de

4: Areal, zootier-lexikon.de; amphibienschutz.de

5: Biotop, Kompaktlexikon der Biologie, spektrum.de

6: Blockhalde, de.wikipedia.org

7: Hitzeschaden (Betonfahrbahn), de.wikipedia.org

8: Bodenerosion. Die Allgemeine Bodenabtragsgleichung – ABAG – Hilfsmittel und Handlungsempfehlung, lfl.bayern.de;

Allgemeine Bodenabtragsgleichung, de.wikipedia.org

9: Tiefe des effektiven Wurzelraums, geoportal.bafg.de

10: Klimatologische Kenntage, dwd.de

11: Erosion, wikipedia.de; Erosion, uba.de

12: Starkregen und Sturzfluten, lfu.bayern.de

13: euro-cordex.net

14: nutzbare Feldkapazität, Lexikon der Geowissenschaften, spektrum.de

15: Frostsprengung, Lexikon der Geowissenschaften, spektrum.de

16: Frosttage, dwd.de

17: Globalstrahlung, de.wikipedia.org

18: Grundwasserflurabstand, Lexikon der Geowissenschaften, spektrum.de

19: Beobachtungsdaten, Klimaprojektionsensemble und Klimakennwerte für Bayern, lfu.bayern.de

20: Humides Klima, de.wikipedia.org

21: Just-in-time-Produktion, de.wikipedia.org

22: kapillarer Aufstieg, spektrum.de; wasser-wissen.de; Kapillarität, de.wikipedia.org

23: Klimatologische Referenzperiode, dwd.de

24: dwd.de

25: Maritim, de.wikipedia.org

26: Median, de.wikipedia.org

27: Mitigation, en.wikipedia.org; de-ipcc.de

28: Ökosystem, Kompaktlexikon der Biologie und Lexikon der Geowissenschaften, spektrum.de

29: Ozon, uba.de

30: Permafrost, de.wikipedia.org

31: Phänologie, de.wikipedia.org

32: RCP-Szenarien, dwd.de; de-ipcc.de

33: Normalperiode, de.wikipedia.org

34: Retentionsfläche, de.wikipedia.org

35: Starkregen, dwd.de

36: Synergie, de.wikipedia.org

37: Transpiration, de.wikipedia.org

38: Trockenstress, Lexikon der Geographie, spektrum.de

39: Gesundheitsrisiken durch Hitze, uba.de

40: Früherkennung konvektiver Ereignisse, dwd.de

41: Urban, de.wikipedia.org

42: Vegetationsperiode, Lexikon der Geographie, spektrum.de

43: Die Stadt als Treibhaus, uba.de

44: Sturmholz, de.wikipedia.org

45: Worst Case, de.wikipedia.org

46: Kurmutz, U. (2017): Analyse der lokalen Auswirkungen des Klimawandels und Ableitung von Planungshinweisen für die Klimaanpassung am Beispiel der Stadt Jena.

47: LWF (o.J.): Metadatenblatt Wasserhaushalt.

48: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (o.J.): Bundesweites Forschungsprojekt ReKliEs-De, hlnug.de