



Der Klimawandel

Auswirkungen auf die Stadt Bobingen

Prognosen regionaler Modelle, wichtige Klimaereignisse der letzten Jahre und Möglichkeiten der Anpassung

Stand: Juni 2015

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Der Klimawandel in der Region.....	4
1.1 Die beobachtete Veränderung	7
1.2 Die regionale Modellierung	9
1.3 Die zu erwartenden Änderungen in der Region	10
2 Auswirkungen der Veränderung der Klimaparameter	15
2.1 Wasserhaushalt	15
2.3 Vegetation	18
2.4 Auswirkungen auf die Forstwirtschaft.....	18
2.5 Auswirkungen auf die Landwirtschaft.....	19
2.6 Fazit für die Stadt Bobingen.....	20
3 Klimaereignisse in Bobingen in den letzten 15 Jahren	21
4 Maßnahmen	23
4.1 Hochwasserschutz.....	23
4.2 Wasserversorgung und -entsorgung.....	25
4.3 Waldumbau	25
4.4 Landwirtschaft	26
4.5 Naturschutz	27
Quellen.....	28

Zusammenfassung

Die klimatischen Verhältnisse in der Stadt Bobingen werden sich im Mittel zwischen 2030 und 2050 weiter verändern. Es ist mit einer Temperaturzunahme von ca. 1 Grad zu rechnen. Die stärkste Erwärmung von ca. 1,5 Grad wird im Winter stattfinden, wohingegen im Frühjahr im Durchschnitt die geringste Erwärmung von ca. 0,6 Grad erwartet wird. Die Sommer werden trockener mit einer zunehmenden Anzahl von Hitzetagen (über 30°C). Die Niederschläge werden über alle Jahreszeiten intensiver mit einer zunehmenden Anzahl an Starkregenereignissen. Besonders in den Wintermonaten steigt damit das Hochwasserrisiko, aber auch im Sommer ergibt sich starkregenbedingt ein verstärktes Risiko. Die Veränderungen der klimatischen Parameter haben weitreichende Folgen für die Lebewelt, die Böden, die Hydrologie und damit auch unmittelbar für die Bürger der Stadt Bobingen. Im Folgenden sind die für die Stadt empfohlenen Maßnahmen aufgeführt:

Hochwasserschutz

- Eine Vorbildrolle einnehmen und grundsätzlich keine Neubauvorhaben in Überschwemmungsgebiete hinein planen
- Minimierung von Oberflächenabfluss bei Neubaugebieten konsequent umsetzen (Flächenversiegelung, Infiltrationsförderung, Zisternen, Dachbegrünung etc.)
- Abwasser-Trennsystem wo möglich weiter konsequent ausbauen

Land- und Forstwirtschaft

- Den bisherigen vorbildlichen Waldumbau weiter konsequent umsetzen
- Motivation und Unterstützung zur Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweisen
- Mais- und Hackfrüchte auf erosionsgefährdeten Standorten zugunsten anderer Anbaufrüchte reduzieren

1 Der Klimawandel in der Region

Der Klimawandel ist auch in Bayern messbar und hat zur Veränderung verschiedener klimatischer Kenngrößen geführt, welche sich auf verschiedenste Lebensbereiche auswirken, angefangen von Veränderungen im Wasserhaushalt bis hin zu Folgen für die Gesundheit der Bürger in Bayern. Um abschätzen zu können, wie sich die heimischen Ökosysteme verändern werden und mit welchen Folgen wir für die betroffenen Kommunen, Bürger und die Wirtschaft in Zukunft zu rechnen haben, werden im Folgenden die anhand von Klimaprojektionen ermittelten Veränderungen der wichtigsten Klimaparameter in der Region dargestellt.

Im Rahmen des Kooperationsprojektes KLIWA (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft) bearbeitet das LfU (Bayerische Landesamt für Umwelt) diese Fragestellungen. Mit den Ergebnissen aus KLIWA wurde von der Bayerischen Staatsregierung im Jahr 2009 die Bayerische Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS) beschlossen, die erste Auswertungen für die Entwicklung der Mittelwerte von Temperatur und Niederschlag in Bayern enthält (Danneberg et al. 2012). Es ist die Aufgabe der Kommunen, sich mit den lokalen Folgen der klimatischen Veränderungen auseinanderzusetzen. Was hier getan werden sollte und wie entsprechende Anpassungsmaßnahmen in der Planung verankert werden können, ist Gegenstand des zweiten Teils dieser Studie.

Zur Abschätzung der Veränderung der Klimaparameter wird den regionalen Modellierungen ein Emissionsszenario zugrunde gelegt, in welchem verschiedene Randbedingungen über die zukünftige Entwicklung der Weltbevölkerung, der Wirtschaft und gesellschaftlicher Veränderungen (global) vorgegeben sind. Daraus wird mit einem Globalen Zirkulationsmodell (GCM) die globale Veränderung der Klimaparameter in einem derzeitigen Raster von 200-100 km dreidimensional wiedergegeben. Die Ergebnisse der verschiedenen Emissionsszenarien sind im 5. Sachstandsbericht des Weltklimarates des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) dargestellt (IPCC 2013). Die regionale Modellierung setzt auf dem Globalen Zirkulationsmodell auf und verfeinert die Ergebnisse unter weiterer Berücksichtigung regionaler Besonderheiten mit einer größeren räumlichen Auflösung. Grundsätzlich werden Trends nur dann als robust bezeichnet, wenn die große Mehrzahl der Modelle (welche unabhängig mit unterschiedlichen Ansätzen die Fragestellung bearbeiten und modellieren) einheitliche Ergebnisse liefert. Da wir die Zukunft nicht kennen, müssen wir mit verschiedenen Annahmen für die künftige Entwicklung auf der Erde arbeiten. Da hier wiederum mehrere Möglichkeiten wahrscheinlich sind, werden verschiedene Szenarien durchgespielt und der Klimamodellierung zugrunde gelegt. Welche dies sind, und welche Annahmen für diese charakteristisch sind, wird in folgendem Exkurs kurz dargestellt.

Exkurs Emissionsszenarien:

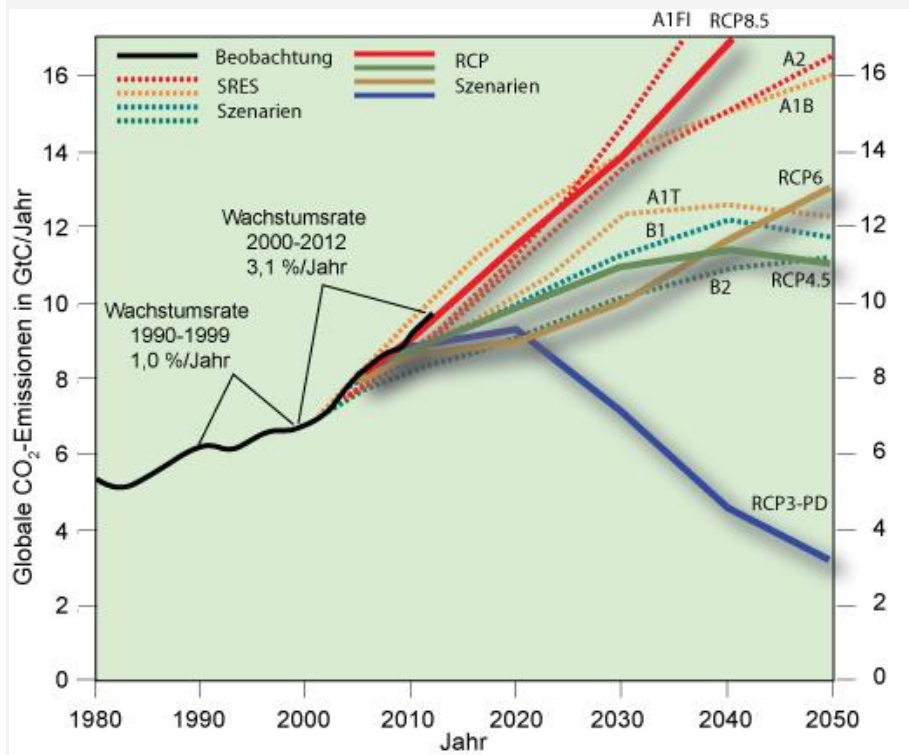


Abb. 1: Trends der Temperaturentwicklung bis zum Jahr 2100 für verschiedene Szenarien (Peters et al. 2012)

Die den früheren Sachstandsberichten des Weltklimarates zugrunde liegenden Szenarien basierten auf verschiedenen möglichen Entwicklungen in den Bereichen Bevölkerungswachstum, technologische, ökonomische und soziale Entwicklung sowie dem entsprechenden Ressourcenverbrauch der nächsten Dekaden bis zum Jahr 2100. Insgesamt wurden 40 Szenarien berechnet und in vier Szenarien-Familien (A1, A2, B1 und B2) gruppiert:

A1 stellt die Entwicklung für ein rasches Wirtschaftswachstum, einer Mitte des 21. Jahrhunderts kulminierenden Weltbevölkerung und der schnellen Einführung neuer Technologien dar. Die sozialen Disparitäten werden vermindert. Verschiedene technologische Änderungen der Energiesysteme bestimmen die Ergebnisse der einzelnen Unter-Szenarien der Familie.

A2 beschreibt eine heterogene Welt mit stetig steigender Bevölkerung und geringem Wirtschaftswachstum. Soziale Spannungen und räumlich sehr variable Entwicklungen charakterisieren das Bild. Technologischer Fortschritt ist generell sehr viel langsamer als in anderen Szenarienfamilien.

B1 zeigt bei Bevölkerung und sozialer Entwicklung eine ähnliche Entwicklung wie A1, allerdings wird der Wandel zu einer Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft schneller vollzogen und der Ressourcenverbrauch ist rückläufig. Umweltgerechte Nachhaltigkeit nimmt global eine hohe Bedeutung ein.

B2 repräsentiert eine Welt mit vielen lokalen und sehr unterschiedlichen Entwicklungen. Die Bevölkerung steigt – aber langsamer als bei A2. Die wirtschaftliche Entwicklung ist langsam und durch vielfältigen technologischen Fortschritt gekennzeichnet (mehr als in B1 und A1).

Die beschriebenen Szenarien sind in Abb. 1 als gerissene Linien dargestellt.

Die neuen Szenarien aus dem 5. Sachstandsbericht des IPCC (2013) basieren im Gegensatz zu den

bisherigen auf repräsentativen Konzentrationspfaden (Representative Concentration Pathways **RCPs**). Der Schwerpunkt liegt hier nicht auf den Emissionen (in Abhängigkeit verschiedener sozioökonomischer Entwicklungen), sondern auf den Konzentrationen und dem entsprechenden Strahlungsantrieb der verschiedenen Treibhausgase (IPCC 2013). Auf diesen Szenarien aufbauend werden mittels globaler Zirkulationsmodelle dann die mittleren regionalen Auswirkungen auf das Klima errechnet.

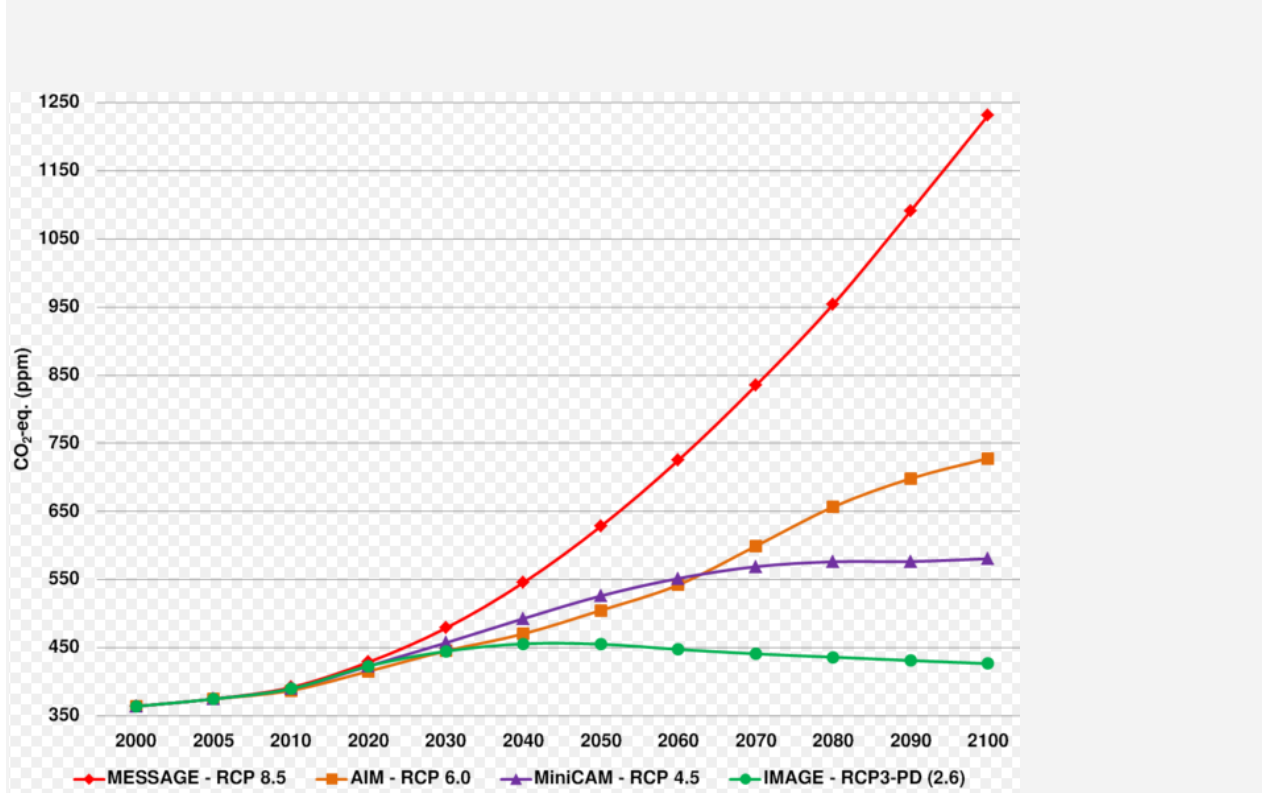


Abb. 2: Repräsentative Konzentrationspfade der CO₂-Äquivalente in der Atmosphäre bis 2100 (gegenwärtig befinden wir uns auf der roten Linie, IPCC 2013)

Mit dem RCP 2.6 ist nun erstmals ein Szenario dabei, das auch weltweit ambitionierte Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt (Abb. 2). Die Kennzeichnung der verschiedenen Szenarien richtet sich nach dem entsprechenden Strahlungsantrieb in W/m² bis zum Jahr 2100. Repräsentativ sind diese deshalb, da sie aus der Synthese zahlreicher verschiedener Modellierungen generiert worden sind. Gegenwärtig befindet sich die Weltwirtschaft auf dem roten Pfad (RCP 8.5), welcher langfristig das negativste IPCC Szenario (A1-F1) noch übertrifft und bereits jetzt (2014) das noch im Jahr 2007 als wahrscheinlichstes erachtete A2-Szenario nach oben (mit mehr CO₂-Emissionen) überschritten hat. B1 und RCP 4.5 zeigen das optimistische Szenario mit einer weltweit einsichtigen aktiven Klimaschutzpolitik und Konzentration auf regionale Kreisläufe. RCP3-PD geht von einer weltweiten Emissionsspitze 2020 aus mit massiven CO₂-Reduzierungen (auf der Basis von derzeit nur theoretisch vorhandenen Technologien) in den folgenden Jahren, was derzeit als eher unwahrscheinlich erachtet werden kann.

Die Ergebnisse der Berechnungen regionaler Klimamodelle sind keinesfalls als Prognosen zu verstehen. Sie sind vielmehr als eine mehr oder weniger belastbare Indikation möglicher Entwicklungen anzusehen, welche im Durchschnitt in der Zukunft das klimatische Geschehen in der Region bestimmen. Grundsätzlich werden mehrere regionale Klimaprojektionen gebündelt betrachtet (sogenannte Ensembles). Wo übereinstimmende Aussagen auftreten, können die Ergebnisse, wie bereits oben erwähnt, als belastbar angesehen werden. Dennoch ergibt sich systembedingt

immer eine Ergebnisbandbreite (Korridor), in welchem die zukünftige klimatische Entwicklung (unter den getroffenen Annahmen) wahrscheinlich liegt (Danneberg et al. 2012).

1.1 Die beobachtete Veränderung

1.1.1 Temperatur

Bei der Lufttemperatur ist in ganz Bayern in der Zeitreihe von 1931-2010 eine deutliche Temperaturzunahme von bisher $1,1^\circ$ zu erkennen (Abb. 3). Über den Gesamtzeitraum betrachtet ist diese für das Winterhalbjahr ($+1,2^\circ$) etwas größer als für das Sommerhalbjahr ($0,9^\circ$) (LUBW 2012). Während der letzten 10 Jahre (bis 2010) ist allerdings im Sommerhalbjahr eine stärkere Temperaturzunahme festzustellen.

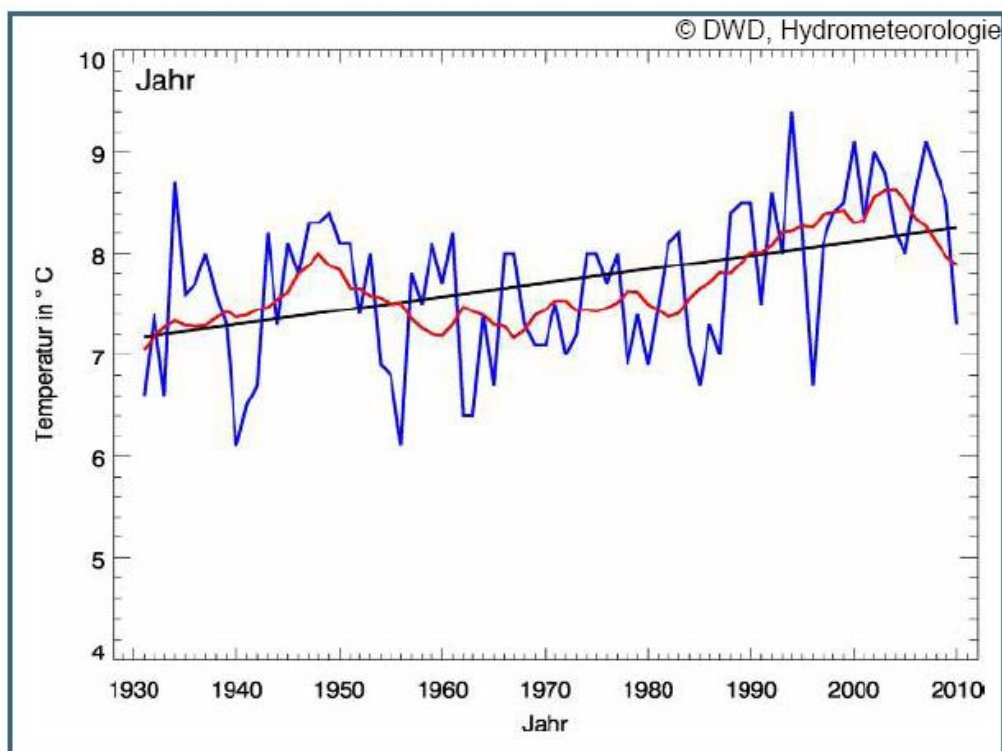


Abb. 3: Verlauf der Jahresmitteltemperatur in Bayern (blau); gleitender zehnjähriger Mittelwert (rot) und linearer Trend (schwarz) 1931-2010 (aus LfU 2012)

2014 war mit $9,6^\circ\text{C}$ (Jahresmittel) das wärmste bisher gemessene Jahr in Bayern und lag damit $2,1^\circ$ über dem Mittel der Referenzperiode von 1960-1990 ($7,5^\circ\text{C}$). Auch in diesem Fall war der Winter besonders mild. Die Abweichungen der Monatsmittelwerte konzentrierten sich auf den Zeitraum von Januar bis April und Oktober bis Dezember (Abb. 4).

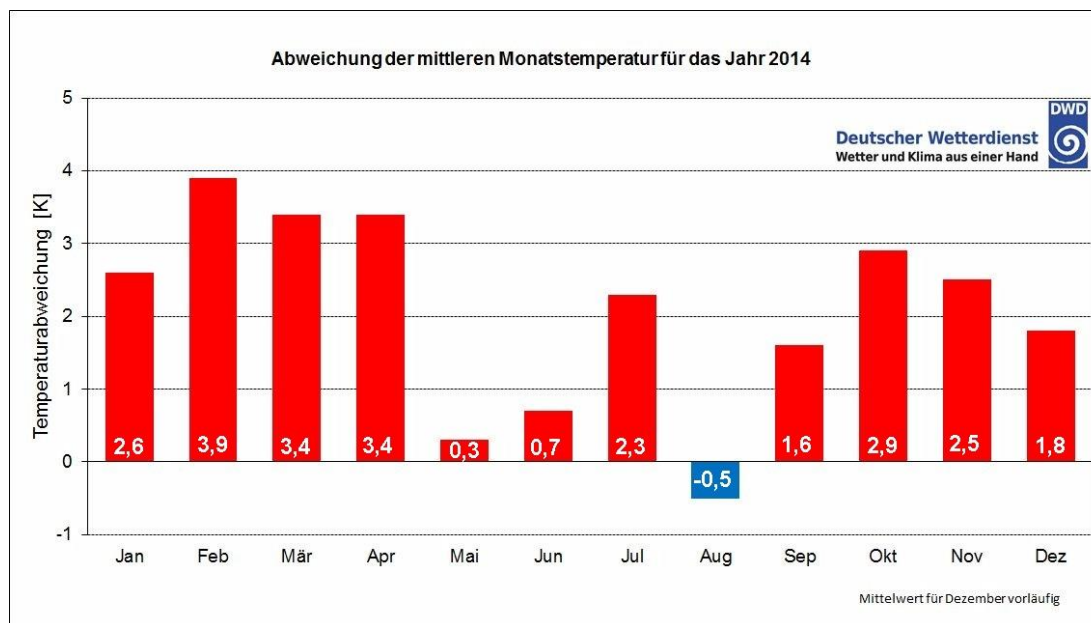


Abb. 4: Abweichungen der Monatsmittelwerte im Jahr 2014 von der Referenzperiode 1960-1990

Auffällig ist die Konzentration auf das Winterhalbjahr (DWD 2015).

Beim Vergleich der Periode von 1961 bis 1990 mit dem Zeitraum von 1981-2010 an der Station Augsburg zeigt sich, dass die stärkste Erwärmung im Mittel im Frühjahr (März bis Mai) und Sommer (Juni bis August) zu beobachten war. Hier liegt die Temperaturzunahme bei 0,7 °C. Die geringste mittlere Erwärmung von 0,2°C ist im Zeitraum von September bis November zu beobachten (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Beobachtete Temperaturzunahme in den verschiedenen Jahreszeiten an der Station Augsburg

Augsburg	1981-2010	1961-1990	Änderung
	T-Mittel	T-Mittel	in °C
Dez-Feb	-0,10	-0,60	0,50
Mrz-Mai	8,40	7,70	0,70
Jun-Aug	17,20	16,50	0,70
Sep-Nov	8,50	8,30	0,20

Interessant ist der Vergleich mit dem bisher wärmsten Jahr 2014. Hier lag die Periode von Dezember bis Februar um ganze 3,4° über dem Mittel von 1960-1990, das Frühjahr (März bis Mai) immerhin noch 1,9° darüber ebenso wie der Herbst (September bis November). Lediglich der Sommer lag unter dem Mittel von 1981-2010 und nur 0,6° über dem Mittel von 1960-1990. Dies verdeutlicht den Trend der letzten Jahre hin zu deutlich wärmeren Winterperioden.

1.1.2 Niederschlag

Beim jährlichen Gebietsniederschlag in Bayern ist die Zunahme im Mittel gering, allerdings ist im Winterhalbjahr in allen Regionen Bayerns ein Anstieg von 17-27 % (je nach Region) feststellbar (Abb. 5). Die Sommerniederschläge zeigen regional keine einheitliche Änderung. Im Mittel ist im Sommer aber ein leichter Rückgang zu beobachten.

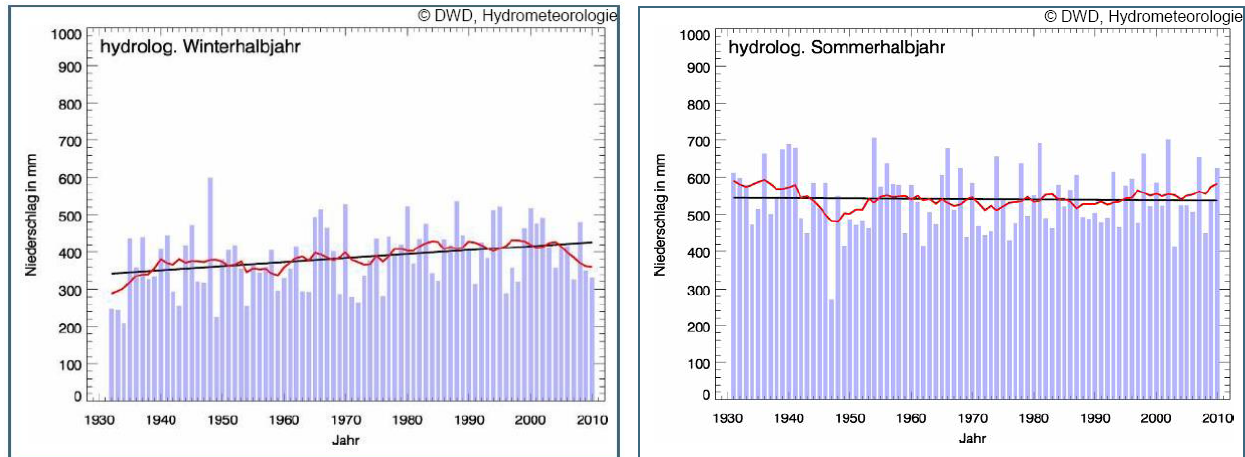


Abb. 5: Verlauf des mittleren Niederschlags in Bayern; gleitender zehnjähriger Mittelwert (rot) und linearer Trend (schwarz) für das Winter- (oben) bzw. Sommerhalbjahr (unten) von 1931-2010 (aus LfU 2012)

Man erkennt sowohl bei den Niederschlägen als auch bei der Temperatur eine grundsätzlich hohe Variabilität von Jahr zu Jahr. Diese Charakteristik dürfte sich in Zukunft durch die fortschreitende Erwärmung weiter verstärken.

1.2 Die regionale Modellierung

Die den dargestellten Ergebnissen zugrunde liegenden globalen und regionalen Klimamodelle sind in der folgenden Abb. 6 aus dem Klimabericht Bayern dargestellt und basieren auf dem A1B Emissionsszenario des IPCC (vgl. Exkurs) sowie dem globalen Zirkulationsmodell (GCM) ECHAM 5. Kontrollläufe zur Modellierung der Daten von 1971-2000 werden standardmäßig zur Verifizierung und Kalibrierung der Klimaprojektionen herangezogen.

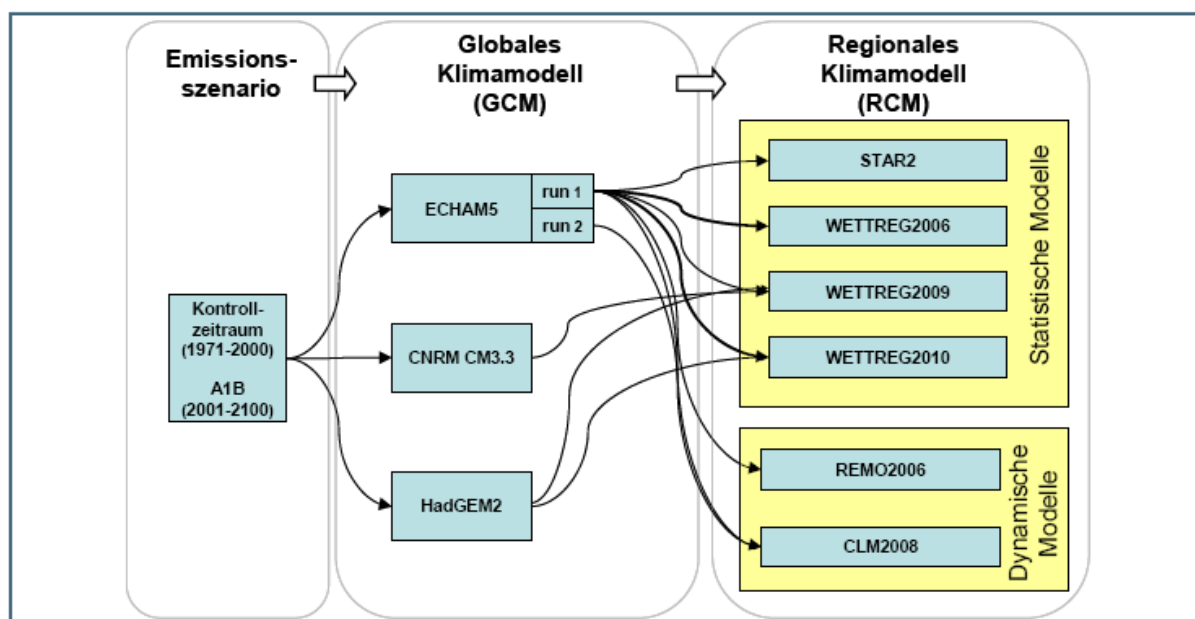


Abb. 6: Darstellung der Modelle der bayernweit ausgewerteten Klimaprojektionen (aus LfU 2012)

1.3 Die zu erwartenden Änderungen in der Region

Da die landschaftliche Vielfalt im Gebiet Lech-Wertach-Singold sehr ausgeprägt ist, wird sich der fortschreitende Klimawandel sehr differenziert bemerkbar machen. Generell scheint der Alpenraum, wie auch die großen Flusstäler (Lechtal), gegenüber den erwarteten Änderungen besonders sensibel zu reagieren. Aus diesem Grund müssen die Veränderungstrends auf die regionale und lokale Ebene herunter skaliert werden. Die regionalen Prognosen der hier betrachteten Modelle sind Angaben zur wahrscheinlichen Entwicklung innerhalb bestimmter Zeiträume und daher nicht als konkrete Vorhersage zu betrachten.

Die Entwicklung der Temperatur in Bayern wird allgemein von einer weiteren Erwärmung geprägt. Diese wird in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts gemäßigt voranschreiten und sich in der zweiten Hälfte deutlich beschleunigen. Hiervon werden maßgeblich der Süden und Westen Bayerns betroffen sein, wo die Erhöhungen der Temperaturmittel bis 2100 bei 4° und mehr liegen werden (LfU 2012). Neben dem Temperaturanstieg werden die Sommer im Mittel niederschlagsärmer und die Winter niederschlagsreicher. Die klimatischen Extremereignisse werden zunehmen. Dies dürfte zum einen an Änderungen der globalen Zirkulationsmuster (im Falle Bayerns an vermehrtem Einfluss winterlicher atlantischer Zyklonen bzw. Tiefdruckgebiete) als auch an der statistischen Häufigkeitsverteilung der Klimaparameter liegen (Abb. 7).

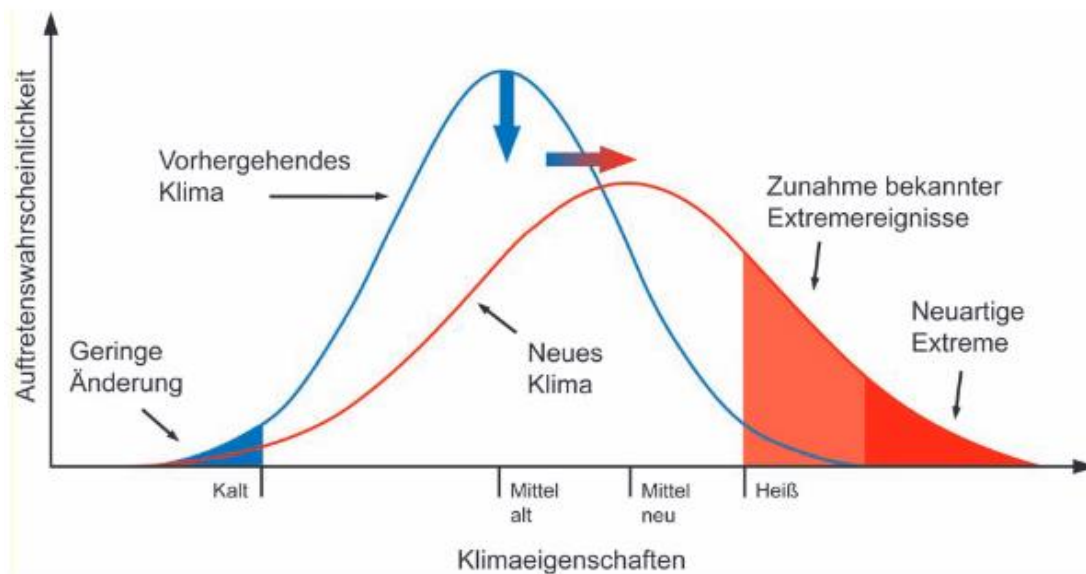


Abb. 7: Schematische Darstellung der Häufigkeitsverteilung klimatischer Kenngrößen des Ist-Zustandes (blaue Linie) und unter Einbeziehung des Klimawandels (rote Linie).

Bereits mit geringfügigen Verschiebungen der Durchschnittswerte treten heutige extreme Verhältnisse zukünftig um ein vielfaches häufiger und stärker auf (aus LfU 2007, nach Meehl et al. 2000). Folglich nehmen die Extreme am unteren Ende – also die Eis- und Frosttage – allgemein stark ab und die Extreme am oberen Ende – dementsprechend die Hitze- und Sommertage signifikant zu. Was dies für die Stadt Bobingen bedeutet, wird in den folgenden Abschnitten ausgeführt.

1.3.1 Temperatur

Für das Mittel des Zeitraums 2021-2050 liegt die modellierte Temperaturzunahme zwischen 0,8° und 1,9°, wobei die Hälfte aller Projektionen einen Anstieg über 1,2° verzeichnet (Abb. 8) (LfU/Danneberg et al. 2012).

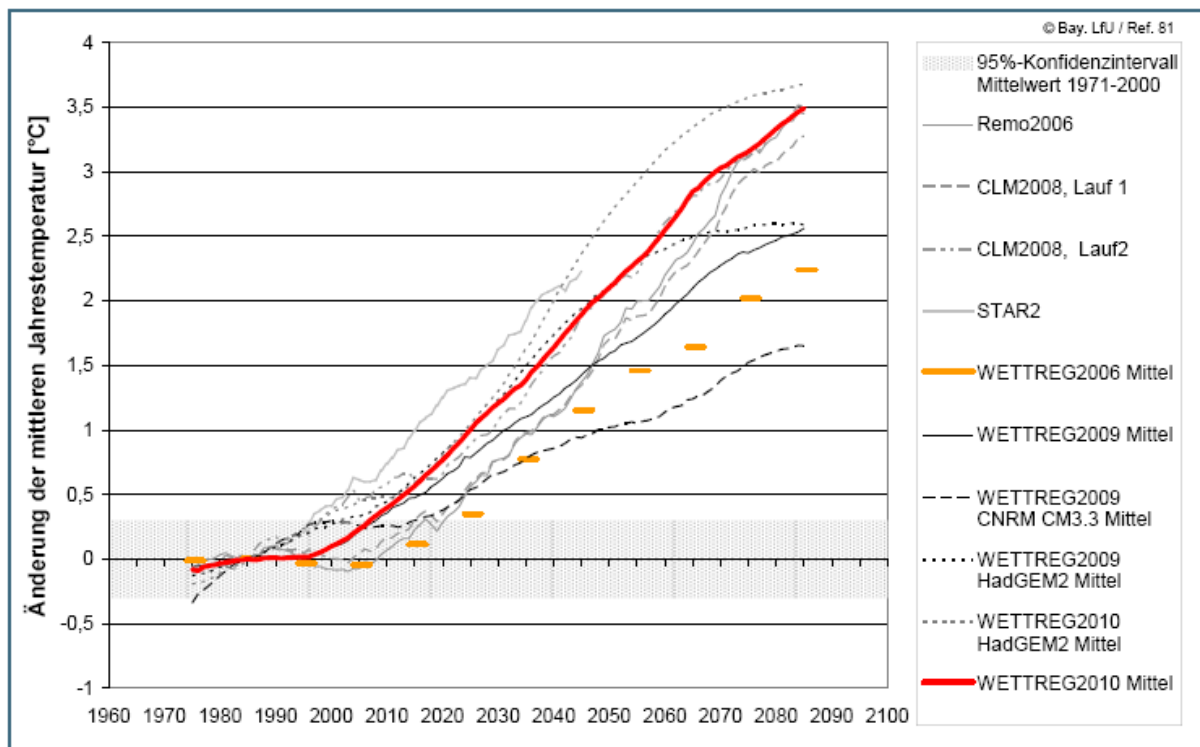


Abb. 8: Änderung des 30-jährigen gleitenden Temperaturmittels in Bayern gegenüber 1971-2000 in [°C] für eine Auswahl an regionalen Klimaprojektionen (Ensemble) Der Vertrauensbereich $\pm 0,3^\circ$ berücksichtigt die natürliche Variabilität der Jahreswerte zwischen 1971 und 2000 und zeigt die Signifikanz des Änderungssignals (LfU. 2012).

Für Bobingen liegt die erwartete Zunahme für das gleitende Jahresmittel zwischen 2021-2050 zwischen $0,9^\circ$ (WETTREG2006) und $1,21^\circ$ (WETTREG2010). Dabei gibt es eine verstärkte Temperaturzunahme in den Wintermonaten von $1,55^\circ$ (gegenüber der etwas moderateren Zunahme in den übrigen Jahreszeiten). Weiter zeigt die Veränderung bei der Häufigkeit bestimmter Kennahtage die Erwärmung, deren Auswirkungen besonders für die Ökosysteme von großer Bedeutung sind. Hierbei geht es um Eis- und Frosttage bzw. Sommertage und heiße Tage. Eistage sind Tage; an denen die Maximaltemperatur nicht über 0°C steigt. Frosttage sind Tage, an denen die Minimumtemperatur unter 0°C liegt. Je nach Klimaprojektion liegt die zukünftige Häufigkeit der Eistage in Bobingen zwischen 11 (WETTREG2006) und 17 Tage (WETTREG2010) unter dem Mittel von 1971-2000. Dies bedeutet im Zeitraum von 2021-2050 pro Jahr nur noch eine durchschnittliche Häufigkeit von ca. 9-14 Eistagen (im bisher wärmsten Jahr 2014 waren es 11 Eistage). Die Zahl der Frosttage wird entsprechend um 20 (WETTREG2006) bis 30 (WETTREG2010) auf ca. 67-80 zurückgehen (im Jahr 2014 waren es 70 Frosttage in Bobingen). Sommertage sind Tage, an denen die Tageshöchsttemperatur über 25°C liegt, heiße Tage sind dementsprechend Tage mit einem Tagesmaximum über 30°C . Die Anzahl der Sommertage steigt in Bobingen deutlich an. Für die Periode von 2021-2050 nimmt die Häufigkeit dieser Tag um 14 (WETTREG2006) bis 20 (WETTREG2010) auf ca. 58 zu (2014 gab es 34 Sommertage). Tage über 30° wird es zwischen 4 (WETTREG2006) und 8 (WETTREG2010) pro Jahr mehr geben als bisher (1971-2000), wodurch in Bobingen im Mittel bis zu 13 heiße Tage zu erwarten sind (im bisher wärmsten Jahr 2014 waren es nur 4 Hitzetage).

1.3.2 Niederschlag

Generell zeigt die Niederschlagsentwicklung bis Mitte des 21. Jahrhunderts bei den Klimaprojektionen keinen eindeutigen Trend. Bis Ende des 21. Jahrhunderts wird sich im Sommerhalbjahr vermutlich eine leichte Abnahme der Niederschlagsmengen abzeichnen (LfU 2012), die sich auch auf die Jahresniederschlagssumme auswirken kann (vgl. Abb. 9).

Für das hydrologische Winterhalbjahr ergeben sich bei den Klimaprojektionen zwei unterschiedliche Entwicklungen. Ein Teil zeigt bis 2050 nur wenige Veränderungen; während bei den dynamischen Klimamodellen eine deutliche Zunahme von bis zu 15 % des Niederschlags vorhergesagt wird. Für das Sommerhalbjahr ist die Tendenz aller Modellgruppen einheitlich und dadurch als robust zu werten. Fast alle zeigen einen deutlichen Trend zur generellen Abnahme der Niederschläge, der ab 2050 häufig bei über 10 % liegt (Abb. 9).

Die räumliche Verteilung der Niederschläge lässt ebenfalls keine eindeutige Prognose zu. Die Klimaprojektionen lassen für keine der vier Jahreszeiten einheitliche Änderungsmuster erkennen. Allerdings wird die räumliche Variabilität der Sommerniederschläge vermutlich zunehmen. Konvektionsbedingte Sommergewitter im Süden Bayerns sind räumlich eng begrenzt. Dies führt dazu, dass einzelne Landstriche Niederschlag bekommen und andere nicht. Die Anzahl trockener Wochen (Trockenperioden über 7 Tage) wird im Sommer im Donauried ansteigen, wobei sich das Mittel in der gesamten Region vermutlich bis zur Mitte des Jahrhunderts kaum verändern wird. In den Wintermonaten hingegen werden durch den zunehmend stärkeren Einfluss von zyklonalen Wetterlagen (atlantische Tiefdruckgebiete) gegenüber nordosteuropäischen Hochdruckwetterlagen die Trockenphasen seltener.

Die Intensität der Niederschläge (Starkregen) lässt sich derzeit kaum modellieren, da sich konvektive Zellen durchweg im subskaligen Raum befinden (d.h. dass die räumliche Auflösung der Projektionen zu gering ist, um diese im Modell wiederzugeben). Aufgrund der physikalischen Zusammenhänge lässt sich allerdings ableiten, dass der Energie- und Wassergehalt in der Atmosphäre bei steigenden Temperaturen zunehmen wird und dadurch Extremereignisse wie Starkregen mit größerer Wahrscheinlichkeit auftreten werden.

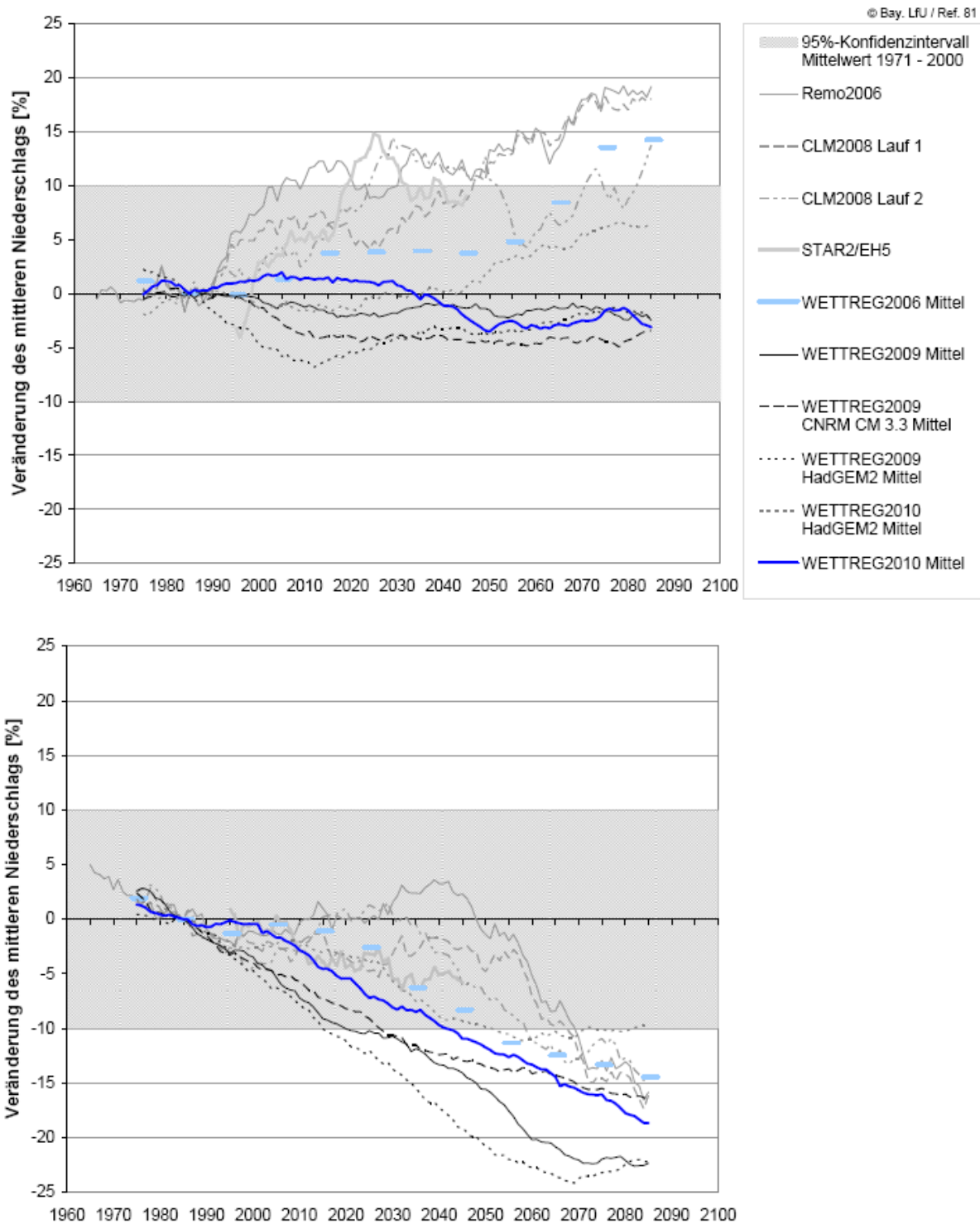


Abb. 9: Änderung des 30-jährigen gleitenden Mittels des Niederschlags in Bayern gegenüber der Periode von 1971-2000 für das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr. Der Vertrauensbereich dieses Mittels ($\pm 10\%$, graues Band) berücksichtigt die natürliche Variabilität der Jahres- und Halbjahreswerte dieses Zeitraums und dient als Hinweis auf die Signifikanz des Änderungssignals: WETTREG2010 (blau) und WETTREG206 (hellblau) sind hervorgehoben (aus LfU 2012).

2 Auswirkungen der Veränderung der Klimaparameter

2.1 Wasserhaushalt

Die Klimaänderung beeinflusst zunächst das sehr komplexe System des Wasserkreislaufes aus Niederschlag, Abfluss, Verdunstung und Speicherung in vielfältiger Weise.

In der Summe wird sich der Niederschlag, wie bereits oben geschildert, zunächst nur unwesentlich verändern. Die Verteilung über die Jahreszeiten aber wird deutlich differenzierter. Trockene Sommer und feuchtere Winter werden für Bobingen charakteristisch. Die räumliche Variabilität der Sommerniederschläge wird ebenfalls zunehmen. Die Wasserverfügbarkeit im Boden nimmt daher zur Vegetationsperiode deutlich ab und Bewässerungsmaßnahmen in den Sommermonaten werden auch in den unmittelbar an die Flüsse grenzenden Anbauregionen erforderlich sein. Der im Rahmen von KLIWA ermittelte Trockenheitsindex von 1971-2000 liegt zwischen 50 und 100 Tagen im Jahr (Abb. 10). Bis 2050 wird dieser um ca. 14 Tage zunehmen. Abseits des Donautals ist mit Ernterückgängen infolge Wassermangels zu rechnen. Auch Wälder werden davon betroffen sein. Die Summe der Grundwasserneubildung (zwischen 50 und 300 mm/Jahr im Bereich von Bobingen) wird sich bis 2050 nur geringfügig verändern.

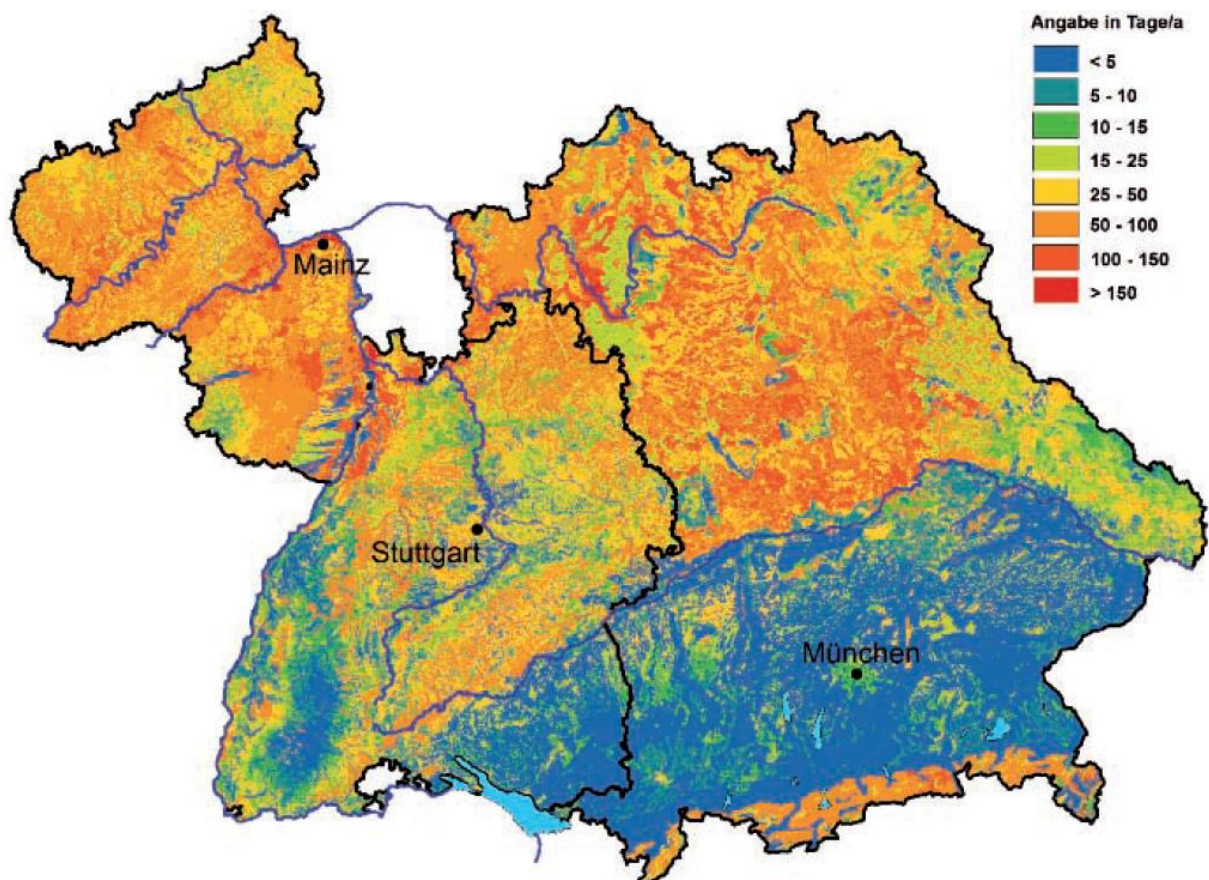


Abb. 10: Mittlerer jährlicher Trockenheitsindex von 1971-2000 (aus KLIWA 2012)

Das Abflussverhalten wird entsprechend der oben genannten Niederschlagsverhältnisse ebenfalls andere Muster aufzeigen und im Winter deutlich zunehmen. Extreme Niederschlagsereignisse führen in Verbindung mit wassergesättigten Böden durch vorangegangene Regenfälle oder Schneeschmelze häufiger zu Hochwasserbildung.

Außergewöhnliche Hochwasserereignisse 1999, 2002 und zuletzt 2005 zeigen, dass die klimatischen Veränderungen bereits jetzt zu einer Häufung der statistisch ermittelten 100jährigen Hochwasser (HQ100) führen. Klimaänderungsfaktoren sind notwendig, um in Zukunft Hochwasserschutzmaßnahmen wirkungsvoll umzusetzen.

Rückstaus in kommunalen Entwässerungssystemen, Überschwemmungen von Straßen, Unterführungen, Kellerräumen und Tiefgaragen werden weiter zunehmen. Stoffausträge durch extreme Niederschläge werden die Gewässerqualität zunehmend beeinträchtigen. Darüber hinaus wird die Bodenerosion durch intensivere Niederschläge auch deutlich zunehmen (bereits jetzt sind ca. ein Viertel der Böden gefährdet). Im Rahmen von KLIWA werden auch Modelle zur Bestimmung von Erosionsrisiken berechnet. Simulationen zeigen, dass ab einer Niederschlagsintensität von 37 mm/Stunde der Bodenabtrag exponentiell zunimmt. Bei nur 6 mm/a mehr (also 43 mm/h) verzehnfacht sich der Bodenabtrag (Abb. 11). Deutlich erkennbar ist, dass ab 37 mm/h der Bodenabtrag signifikant zunimmt.

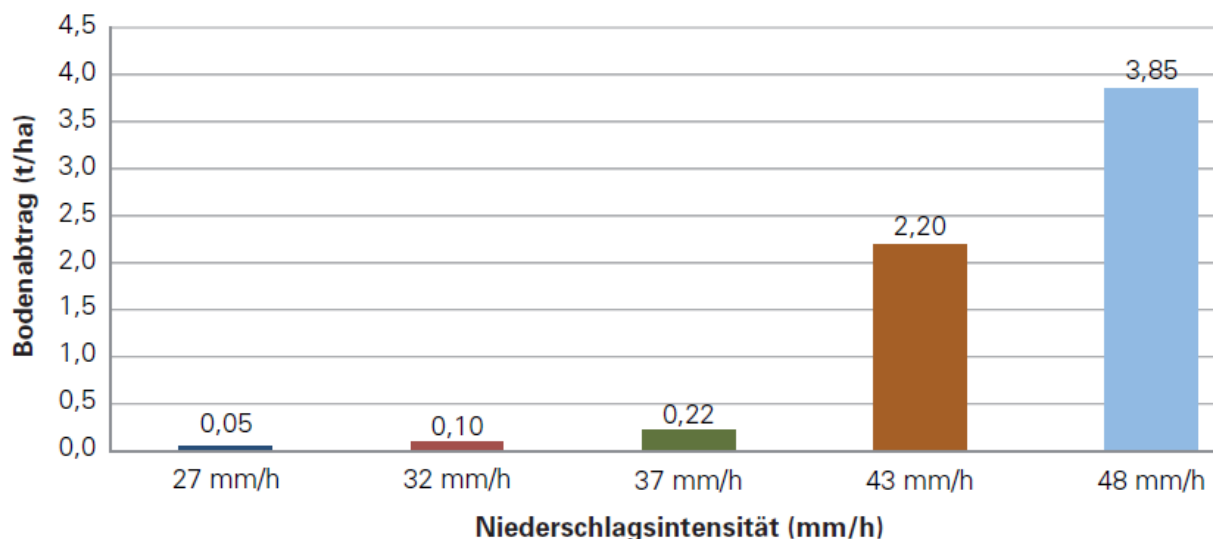


Abb. 11: Zunahme der Bodenerosion durch intensive Niederschläge (aus KLIWA 2012 – im Rahmen von KLIWA modellierter Starkregen und die Auswirkung auf den Bodenabtrag auf der Basis von Daten des Erosionsmodells LISEM)

Der Oberflächenabfluss, der letztendlich in den Flüssen landet und damit unmittelbar zu den Hochwasserereignissen beiträgt, nimmt neben Nutzungsänderungen in der Landwirtschaft auch besonders durch zunehmende Flächenversiegelung zu. In Deutschland werden täglich 74 ha (ca. 115 Fußballfelder) Fläche durch Baumaßnahmen versiegelt (Statistisches Bundesamt 2013). Die Siedlungs- und Verkehrsfläche in Bobingen betrug 2012 17,8 % der Gesamtfläche von 5.028 ha (BLfStD 2013). Die derzeitige jährliche Zunahme liegt bei durchschnittlich 8,1 ha im Jahr.

Während sommerlicher Trockenphasen nehmen entlang der Flüsse die Niedrigwasserphasen deutlich zu und werden auch die Energiewirtschaft und die Trinkwasserversorgung beeinträchtigen. Flora und Fauna sind hierdurch ebenfalls erheblichen Veränderungen ausgesetzt. Der Abflussrückgang liegt bis 2050 durchschnittlich bei ca. 10 %. Die stärkste Abflussreduzierung wird

sich auf die Monate September bis November konzentrieren (Abb. 12). Lokal sind aber auch Rückgänge bis 50 % prognostiziert.

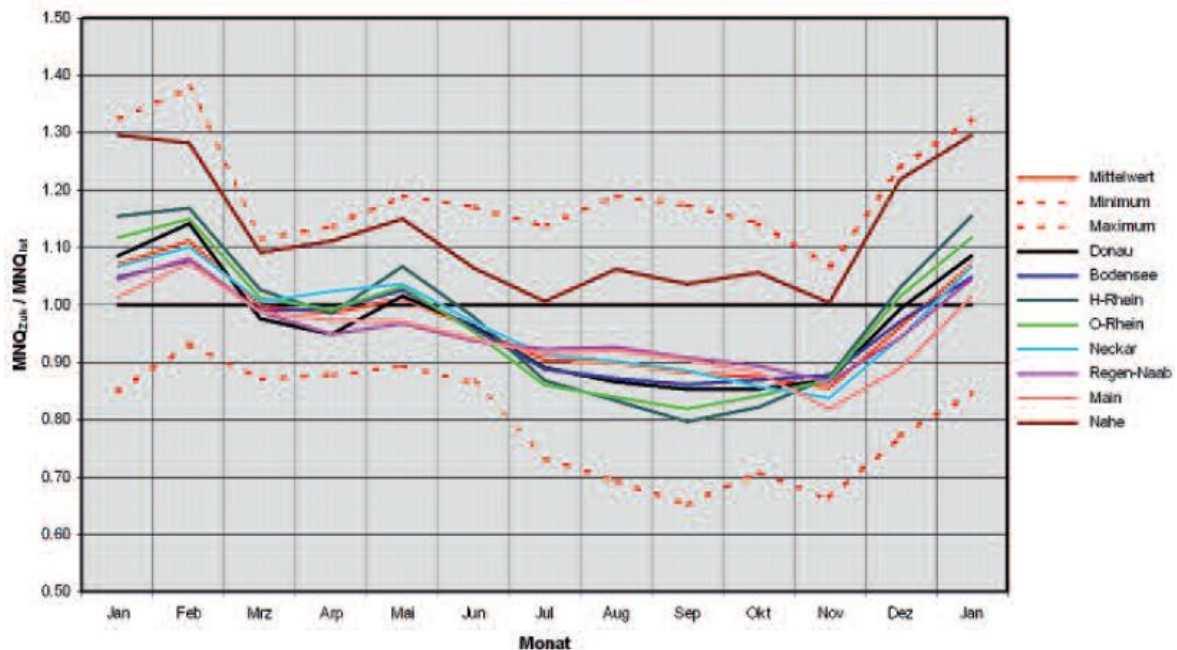


Abb. 12: Jahresgang des Niedrigwasserabflusses (der niedrigste im jeweiligen Monat beobachtete Abfluss) verschiedener Flussgebiete. Angegeben sind die prozentualen Veränderungen der Monatsmittel von 2031-2050 im Vergleich zum Zeitraum von 1971-2000. Man sieht den um 15-20 % geringeren Abfluss in den Herbstmonaten sehr deutlich (aus KLIWA 2012).

Man erkennt die herausragende Bedeutung der Landnutzung.

Ein Rückgang der Biodiversität (Artenvielfalt) wird die ökologische Funktionalität und damit die Stabilität von Ökosystemen beeinträchtigen. Ökosysteme stehen in zahlreichen gegenseitigen Abhängigkeiten (Interdependenzen) von biotischen Wechselwirkungen. Die Vielzahl dieser Wechselwirkungen befähigt ein Ökosystem zu einem gewissen Grad zur Selbstregulation und damit auch zur Regeneration und Pufferung der Auswirkungen von klimatischen Veränderungen. Die Überschreitung von (funktionalen) Schwellenwerten durch den Verlust der ökologischen Vielfalt (Biodiversität) (z.B. durch veränderte Dominanzverhältnisse durch invasive Neophyten – also fremde zugewanderte Arten – oder die nicht mehr vorhandene Synchronisierung zwischen Pflanzen und spezialisierten Bestäubern) und damit einzelner Wechselbeziehungen, kann die Funktionalität und damit die Regenerationsfähigkeit gefährden und zum Zusammenbruch des Systems führen. Derartige Auswirkungen können dann auch die menschlichen Interessen massiv gefährden (Schädlinge, Vektoren (Krankheitsüberträger), Landwirtschaft,...). Hier dürfte besonders das Donautal betroffen sein. Feuchte Auenlandschaften kombiniert mit längeren Hitzeperioden stellen idealen Voraussetzungen für die Verbreitung mediterraner und in den Tropen heimischer Schädlinge und Krankheitsüberträger dar. Neue, bisher in den Subtropen heimische, Krankheitsüberträger dürften einen guten Nährboden finden und eine sorgfältige Beobachtung erfordern.

Wie sich die erwarteten Veränderungen im Detail auf die Ökosysteme auswirken und wie Reaktionen im Einzelnen aussehen werden, ist aufgrund der Komplexität der Materie unklar (LfU 2012). Die Zahl der publizierten Forschungsarbeiten zu diesem Themenkomplex ist auffallend gering und bewegte sich im Jahr 2008 unter 400 weltweit (Beierkuhnlein & Foken 2008).

2.3 Vegetation

Die offensichtlichsten Veränderung bei der Vegetation sind die Veränderungen der Entwicklungsstadien (Phänologie) wie z.B. die Blüte- oder die Blättentfaltung bei Gehölzen. Im gegenüber dem Mittel von 1960-1991 um 8 Tage verlängerten Frühling ergibt sich eine deutlich frühere Haselblüte (bis zu 2 Wochen). Ebenso verhält es sich mit der Holunderblüte im Frühsommer (vgl. auch Abb. 13). Generell wird die Vegetationszeit entsprechend der erwarteten Temperaturänderung zunehmen. Erhöhte Biomassezuwächse werden von einem beschleunigten Abbau pflanzlicher Stoffe (durch Insekten, Pilze und Mikroorganismen) kompensiert (Beierkuhnlein & Foken 2008). Düngungseffekte durch die erhöhte CO₂-Konzentration in der Atmosphäre werden entgegen früherer Annahmen nicht mehr erwartet, da vermehrter Trockenstress im Sommer die pflanzliche Produktivität mindert (Beierkuhnlein & Foken 2008).

Phänologische Uhr Naturraumgruppe 03 - VORALPINES HÜGEL- UND MOORLAND
Leitphasen, mittlerer Beginn und Dauer der phänologischen Jahreszeiten
Zeiträume 1961-1990 und 1991-2012 im Vergleich

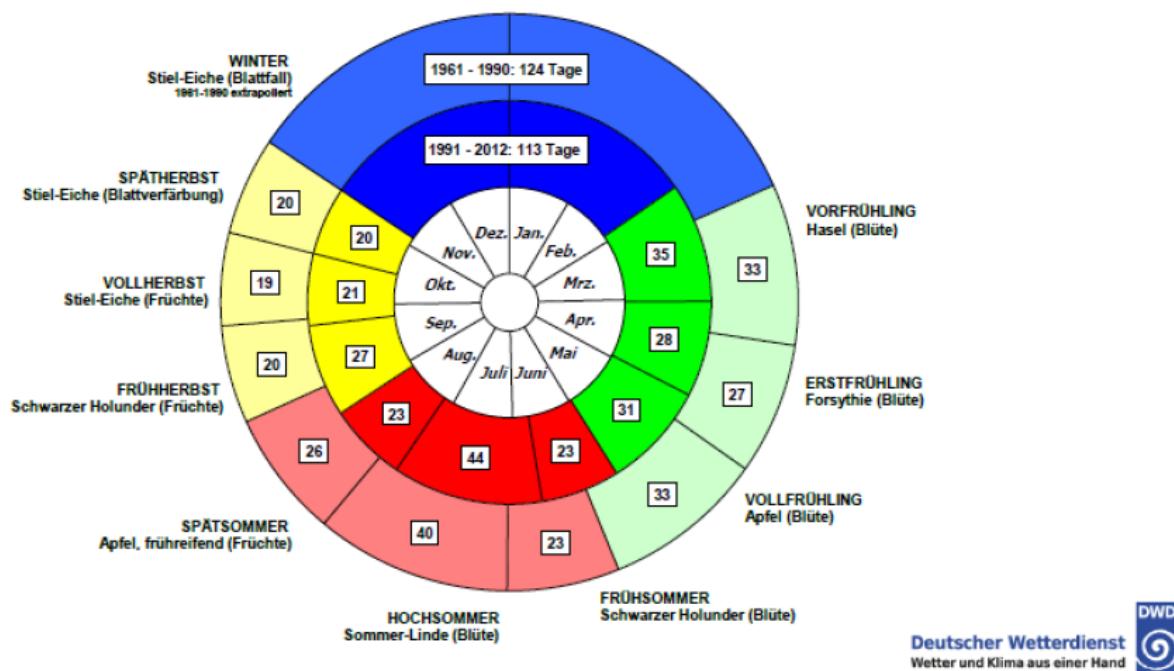


Abb. 13: Die Veränderung der Phänologie als Beispiel veränderter Jahreszeiten im Allgäu (DWD 2012)

2.4 Auswirkungen auf die Forstwirtschaft

Wälder bedecken über ein Drittel der Fläche der Stadt Bobingen (40 %) und erfüllen vielfältige gesellschaftliche Funktionen. Diese reichen von der Funktion als Rohstoffquelle über Arten-, Boden-, Wasser- und Klimaschutz bis zur Erholung und Jagd. Die Herausforderung wird sein, bei den sich vergleichsweise rasch ändernden Klimabedingungen den Wald so zu bewirtschaften, dass all diese Funktionen in der Fläche erhalten bleiben können.

Der Klimawandel ist eine der bedeutendsten aktuellen Herausforderungen für die Forstwirtschaft. Für Wald und Forstwirtschaft problematisch ist dabei die Geschwindigkeit des Klimawandels. Bäume sind langlebig und ortsfest, und Waldbestände sind in ihrer Lebensspanne sehr unterschiedlichen Umwelt- und Wachstumsbedingungen ausgesetzt. Können sich Wälder an Umweltänderungen nicht anpassen, wird der einzelne Baum geschwächt, darüber hinaus aber auch das gesamte Waldökosystem gestört. Durch den Klimawandel bekommen Waldbäume, die heute noch gut an die Klimabedingungen ihres Standortes angepasst sind, zukünftig möglicherweise zunehmende Probleme mit den sich häufenden Witterungsextremen oder mit einer schleichenden Änderung des Standorts.

Die flachwurzelnende Fichte ist in der Region noch immer eine bedeutende Wirtschaftsbaumart. Wie die Vergangenheit bereits gezeigt hat, aber auch hochriskant (Schadholz durch Windwurf bei diversen Sturm- und Orkanereignissen). Als Baumart der kühlen niederschlagsreichen Klimazonen reagiert sie empfindlich auf Wassermangel in der Vegetationsperiode vom Frühjahr bis in den Herbst hinein (Bayerische Forstverwaltung 2013). Auf Böden mit geringer Wasserspeicherkapazität können sommerliche Trockenphasen die Bestände stark schwächen. Geschwächt sind diese einem hohen Risiko für Borkenkäferbefall ausgesetzt, der besonders in Fichtenreinbeständen optimale Vermehrungsbedingungen vorfindet. Des Weiteren sind durch Trockenstress und Schädlinge geschwächte Baumbestände auch sehr viel anfälliger für Sturmwurf (besonders an exponierten Lagen). Auf staunassen Böden wurzelt die Fichte nur sehr flach, was sie ebenfalls für Windwurfschäden vorprogrammiert. In Konsequenz bedeutet dies, dass Fichtenreinbestände dringend in „klimafittere“ Mischwälder umgebaut werden müssen, wie dies im Stadtwald von Bobingen bereits konsequent praktiziert wird.

Forstwirtschaft wird durch den Klimawandel risikoreicher. Sie muss diese zukünftigen Veränderungen der Wuchsbedingungen berücksichtigen, ohne dass sie weiß, wo und in welchem Umfang sich welche Veränderungen vollziehen werden. Ein wichtiger Ansatz zur Stabilisierung und Vitalisierung der Bestände und zur Erhaltung der Waldfunktionen ist die Baumartenmischung. Die Vielfalt von Mischwäldern soll das Risiko streuen. Der großangelegte und kostenintensive Waldumbau dient dazu, die Wälder und damit ihre Kohlenstoff-Senkenfunktion zu erhalten

Große Bedeutung kommt der richtigen Pflege und deren Einbettung in stabile gemischte Bestände zu. Beim praktizierten Waldumbau ist der Wildverbiss das größte Problem. Besonders Weißtanne und Eiche sind hier extrem gefährdet. Durch die zunehmend milden Winter ist die natürliche Auslese bei den Wildbeständen nicht mehr gegeben, so dass die Populationen zunehmen und das Ökosystem belasten. Die Kosten für Schutzmaßnahmen sind mit bis zu 12.000 Euro pro ha sehr hoch. Von vielen unbemerkt, drohen dem klimaverträglichen Waldumbau wegen übertriebener Pflege der Wildbestände deutlich höhere Kosten und regelmäßige Rückschläge, die völlig unnötig sind. Hier liegt vermittelnder Klärungsbedarf auch in der Verantwortung der Stadt.

2.5 Auswirkungen auf die Landwirtschaft

In der Stadt Bobingen sind 40 % der Fläche als landwirtschaftliche Nutzfläche klassifiziert. Davon über 60 % Ackerland, auf dem hauptsächlich Weizen angebaut wird. Eine wesentliche Veränderung wird die durch die zunehmende Sommertrockenheit erforderliche Bewässerung darstellen.

In welchem Umfang die Bewässerung für eine wirtschaftliche Getreideproduktion nötig bzw. möglich ist, kann nur abgeschätzt werden. Voraussichtlich muss bis 2100 sukzessive auf 15-30 % der Fläche bewässert werden. Durch eine Anpassung der verwendeten Arten kann der Bewässerungsumfang möglicherweise noch reduziert werden. Entsprechend ist die Wasserverfügbarkeit zu prüfen. Grundwasservorkommen sollten aber die nötigen Wasserressourcen im Donautal bereitstellen können, ohne schwerwiegende Nutzungskonkurrenzen zu generieren.

2.6 Fazit für die Stadt Bobingen

In Anbetracht der aufgezeigten Veränderungen, sowohl der Klimaparameter als auch der Auswirkungen, kann man davon ausgehen, dass die Stadt Bobingen besonders durch zunehmende sommerliche Wärme sowie durch hydrologische Effekte, insbesondere durch Hochwasser, direkt von negativen Einflüssen betroffen ist. Die geographische Lage sowie die Struktur der Stadt sind verantwortlich, dass die Schadwirkungen im Stadtgebiet recht differenziert ausfallen werden. Entsprechend ist eine kleinräumigere Analyse des Stadtgebietes notwendig, um detailliert Risikopotenziale zu ermitteln (z.B. hinsichtlich Hangstabilität und Massenbewegungen). Im Folgenden werden mögliche Maßnahmen aufgezeigt, mit deren Umsetzung sich die Stadt (und ihre Bürger) auf die klimatischen Veränderungen in den nächsten Jahrzehnten einstellen kann.

3 Klimaereignisse in Bobingen in den letzten 15 Jahren

Bobingen liegt an den Flüssen Wertach und Singold und grenzt an den Naturpark Augsburg-Westliche Wälder. Weitere Gewässer im Stadtgebiet sind die Schwarzach und der Diebelbach. Aufgrund der geographischen Lage kommt es immer wieder zu Überschwemmungen nach Starkregenereignissen. Besonders gefährdet sind die Ortsteile Waldberg (Schwarzach) und Straßberg (Diebelbach).

Zu winterlichen Überschwemmungen kommt es in den letzten Jahren häufig aufgrund von Grundeis. Stehende Gewässer frieren von oben zu. Bei manchen Flüssen kann es aber vorkommen, dass sich am Grund Eis bildet. Dies tritt dann auf, wenn der Boden bei dauerhaftem Frost tiefgründig gefriert und auch in der Gewässersohle Minustemperaturen erreicht werden. Da Eis eine geringere Dichte als Wasser hat, steigt es bei wachsendem Volumen plötzlich auf und bildet Treibeis.

	Ereignis	Name	Zeitpunkt	Auswirkungen / Schäden	daraufhin bereits erfolgte Maßnahmen	Notizen und Kommentare
1	Hochwasser	Pfingsthochwasser 1999	Mai 99	Schwarzach: massive Überschwemmung in Waldberg	Hochwasserrückhaltebecken Waldberg (Schwarzach) und Straßberg (Diebelbach), Fertigstellung 2013 Öko-Ausbau der Schwarzach, Fertigstellung 2015	in diesem Bereich dem weiträumigeren Alpenhochwasser 2005 vergleichbar
2	Hochwasser	Donauhochwasser 2002	Juni 02	Schwarzach: massive Überschwemmung in Waldberg	Hochwasserrückhaltebecken Waldberg (Schwarzach) und Straßberg (Diebelbach), Fertigstellung 2013 Öko-Ausbau der Schwarzach, Fertigstellung 2015	als Jahrhunderthochwasser klassifiziert, vergleichbar 1899, übertraf 1954, zwei Hochwasserwellen, die zweite fällt mit dem Elbhochwasser 2002 zusammen
3	Hitzewelle	Hitzewelle 2003	August 03	Im Innenstadtbereich war es an mehreren Tagen hintereinander wärmer als 30°C und kühlte auch nachts kaum ab; Viele ältere Bürger klagten über Unwohlsein; die Wasserqualität der umliegenden Badeseen nahm stark ab; kleinere Straßenschäden durch Hitze; Produktivität in der Stadtverwaltung aufgrund der Hitze reduziert	nachmittags war das Rathaus geschlossen (Arbeitszeit in der Verwaltung 6 - 14 Uhr)	vermutlich über 500-jährliches Ereignis (Dürrejahr 1540), vielleicht auch weitaus höher
4	Hochwasser	Alpenhochwasser 2005	August 05	Schwarzach: massive Überschwemmung in Waldberg	Hochwasserrückhaltebecken Waldberg (Schwarzach) und Straßberg (Diebelbach), Fertigstellung 2013 Öko-Ausbau der Schwarzach, Fertigstellung 2015	
5	Sturm	Orkan Kyrill	Januar 07	Massiver Schaden an städtischen Liegenschaften (aber Ausführungsmangel)		Der Orkan entwurzelte in Bayern vier Millionen Festmeter Holz, zweieinhalb davon bei den Bayerischen Staatsforsten.
6	Sturm	Orkan Emma	März 08	Sturmschäden im gesamten Stadtgebiet, Bäume auf Autos gestürzt		schwerster Sturm seit Kyrill 2007
7	Hochwasser	Eisstau an der Singold	Januar 09	die Singold ist anfällig für Grundeisbildung, dadurch kommt es dann zu Überschwemmungen		
8	Hochwasser	Hochwasser in Mitteleuropa 2009	Juni 09	einige Keller unter Wasser, überflutete Fahrbahnen		örtlich dem Alpenhochwasser 2005 vergleichbar, lokal 100-jährlich
9	Hochwasser	Eisstau an der Singold	Dezember 09	die Singold ist anfällig für Grundeisbildung, dadurch kommt es dann zu Überschwemmungen		
10	Hochwasser	Eisstau an der Singold	Februar 12	die Singold ist anfällig für Grundeisbildung, dadurch kommt es dann zu Überschwemmungen		
11	Sturm	Sturmtief Andreas	März 13	starke Schäden im Wald		
12	Hochwasser	Junihochwasser 2013	Juni 13	Unwettereinsätze in der gesamten Region: Kirchenfenster splintern durch Hagelschlag, Stadtwald ist gesperrt, Blitzeinschlag am Feuerwehrhaus, überflutete Straßen, Stromausfall im Stadtgebiet		als Jahrhunderthochwasser klassifiziert
13	Sturm	Orkan Gonzalo	Oktober 14	Sturmschäden im Stadtgebiet		Der Orkan "Gonzalo" hat in Bayern erhebliche Schäden angerichtet. In Nürnberg musste eine Zeltunterkunft für Flüchtlinge geräumt werden. Stark betroffen war auch Oberbayern. In höheren Lagen brachte der Wind den ersten Schnee.
14	Sturm	Orkantief Niklas	März 15	mäßige Schäden im Wald Sturmschäden im gesamten Stadtgebiet: zwei Schäden an Dächern von städtischen Liegenschaften (ein Schaden aufgrund von Baumangel), Baum auf drei Autos gefallen (Rathausparkplatz); von der alten Brauerei wurde Dach abgedeckt -> Straße musste gesperrt werden		Die Sturmserie Ende März 2015 erreichte am 31. mit Orkantief Niklas ihren Höhepunkt. Weite Teile Deutschlands waren von dem Sturmfeld betroffen. An der Nordsee wurden Spitzenböen von 140 km/h gemessen, auf der Zugspitze sogar 192 km/h. Niklas führte zu starken Behinderungen und Ausfällen im Bahn-, Schiffs- und Flugverkehr. Bäume kippten um. Neben Sachschäden gab es mehrere Tote zu beklagen.

Tabelle 2: Zusammenfassung der wichtigsten Klimaereignisse im Stadtgebiet von Bobingen von 1999 bis 2015

4 Maßnahmen

4.1 Hochwasserschutz

Die wohl entscheidendsten negativen Einflüsse werden die extremen Witterungserscheinungen sein. Im Wesentlichen sind hier Starkregenereignisse und intensive Dauerregen mit ihren entsprechenden Folgen zu nennen. Die Hochwasser von 1999, 2002, 2005, 2009 und 2013 zeigen, dass sich die Häufigkeit der Ereignisse vermutlich klimawandelbedingt erhöht. Die Abbildung 14 zeigt die möglichen Überschwemmungsgebiete in Bobingen bei Hochwasserereignissen.



Abb. 14: Hochwassersituation in der Stadt Bobingen (Quelle: <http://geoportal.bayern.de/bayernatlas-klasik/L7ExSNbPC4sb6TPJDblCAiLPd0Fv2v9OnIrPrA5rbixOP8hEaFIVXrbAcpsGQCaUdhZLLGbowYS60u-YtLhY0kUWLQgjSEX5-Kuqtw9VW1BizQ3Uyt0Ww/L7E59/Onl59/Biz72>; Mittelblau zu sehen ist das Überschwemmungsgebiet bei einem 100 jährigen Hochwasser.

2002 kam es im nördliche Schwaben zu starken Überschwemmungen (siehe Abb. 15), von denen auch das Bobinger Stadtgebiet mit den Ortsteilen Waldberg und Straßberg betroffen war. Dieses Hochwasserereignis an der Schwarzach zog eine Hochwasserschutzstudie nach sich. Um eine Wiederholung des Hochwassers auszuschließen, empfahl das Gutachten ein Rückhaltebecken im Oberlauf der Schwarzach. Die größte Effizienz hinsichtlich Baukosten, Retentionsvolumen und Beckenanzahl ergäbe sich durch ein Staubecken bei Waldberg und Gessertshausen.

Ab 2009 baute man die Schwarzach bei Waldberg ökologisch zurück; der Rückbau war 2012 bis auf einen Teilabschnitt umgesetzt.

Im Spätherbst 2009 entschied man sich nach der dritten Gesprächsrunde mit der Bürgerinitiative Waldberg, einen bachaufwärts der Ortschaft geplanten Damm südlich von Waldberg zu bauen.

Um ihn nicht als Talsperre wirken zu lassen, sollte der Damm weniger hoch als zuvor geplant gebaut werden. Dennoch war immer noch von fast fünfeinhalb Meter Dammhöhe die Rede. Der Damm sollte einen kontrollierten Überlaufbereich bekommen, um bei Volllaufen einen Dammbruch zu verhindern.

HOCHWASSERNACHRICHTENDIENST

Station	05.06.02 7:30 - 06.06.02 7:30	06.06.02 7:30 - 07.06.02 7:30	zum Vergleich: 100-jährliche 24 Std. -Niederschlagshöhe
Markt Wald	23,3	115	115
Mindelheim *)	89,5	99,5	115
Salgen	51,3	155,2	95
Eppishausen-Haselbach	32,0	112,8	115
Diedorf	27,7	7,3	95
Dinkelscherben	39,5	0,1	95
Münsterhausen	22,1	17,4	110
Ziemetshausen	43,4	36,1	110
Bobingen-Straßberg	31,9	67,3	95

*) Mindelheim am 6.6.02: 88,5 mm in 4 Std. (100 jährlicher 4 Stunden-Niederschlag: 67 mm)

Karte der Niederschlagsstationen:



Abb. 15: das Hochwasser im Jahr 2002 im nördlichen Schwaben (Hochwassernachrichtendienst)

Gegen den Bau eines einzigen Dammes bei Waldberg sprach sich die Bürgerinitiative Waldberg und der Bund Naturschutz aus, der ein Alternativkonzept mit drei kleineren Regenrückhaltebecken weiter südlich an der Schwarzach vorsah. Jedes der drei alternativen Becken sollte immer noch ein Stauvolumen von etwa 300.000 Kubikmeter Wasser aufnehmen können, um Überschwemmungen des Schwarzachtals zu verhindern.

Bis Juni 2013 wurden nördlich der B 300 -Brücke auf dem Gebiet von Gessertshausen einige Stellen der Schwarzach ökologisch umgebaut: Unter einem Fußgängersteg wurde der Abflussraum erweitert, aber auch die Uferbereiche wurden abgeflacht und befestigt, damit die Schwarzach bei Hochwasser mehr Platz findet.

Der Zweckverband zur Unterhaltung und für Hochwasserschutzmaßnahmen für Gewässer 3. Ordnung, dem Bobingen, Diedorf, Gessertshausen, Großaitingen und Schwabmünchen angehört,

ren, ging teilweise auf die Forderungen der Bürgerinitiative Waldberg und des Bundes Naturschutz ein. So beschloss man die Verschwenkung des geplanten einzigen Dammes südlich von Waldberg, um die Sperrwirkung im Schwarzachtal zu reduzieren. Auch erniedrigte man den Stauinhalt von 450.000 auf etwas über 300.000 Kubikmeter Wasser, was die Dammhöhe erniedrigte.

Der Bund Naturschutz lehnte die Planungen eines Hochwasserrückhaltebeckens südlich von Waldberg in der Folge dennoch ab und klagte vor dem Verwaltungsgericht Augsburg gegen das Planfeststellungsverfahren, finanziell unterstützt durch die Bürgerinitiative Waldberg. Unter anderem, weil das als Naturdenkmal geschützte und überregional bedeutsame Hangquellenmoor und seine Bewohner erheblich beeinträchtigt oder zerstört würden. Auch seien Alternativen nicht genügend geprüft worden.

Im April 2014 lehnte das Verwaltungsgericht Augsburg die Klage des Bundes Naturschutz gegen ein Hochwasserrückhaltebecken bei Waldberg ab. Dagegen legte der Bund Naturschutz Berufung ein, weil er das Überleben von Trollblumen, Enzianen, Mehlprimeln, seltenen Schmetterlingen und Heuschrecken am Hangquellenmoor gefährdet sah. Damals wurden die Kosten für das Projekt mit 3,5 Mio. Euro veranschlagt, von denen der Freistaat Bayern 75 % tragen wollte.

Neben der Umsetzung von Maßnahmen zum Hochwasserschutz muss die Stadt Bobingen grundsätzlich Augenmerk auf ihre Vorbildfunktion hinsichtlich von baulichen Aktivitäten im Überschwemmungsgebiet legen.

4.2 Wasserversorgung und -entsorgung

Die geschilderten klimatischen Veränderungen erfordern auch in Bobingen Anpassungsmaßnahmen, besonders hinsichtlich der Entwässerung im Falle von Starkregenereignissen.

- Es ist zu erwarten, dass ein hoher intensiver Oberflächenabfluss bei Starkregen die Entwässerungskapazität der Abflusssysteme überfordert und kleinräumig zu Hochwasser bzw. Überflutungen führt. Hier ist zu prüfen, inwieweit weitere Regenrückhaltebecken realisiert werden können bzw. wo Abflüsse ggf. umgelenkt werden können. Dies gilt insbesondere für die Erschließung von Neubaugebieten, wo derartige Anforderungen gleich bei der Planung integriert werden können.
- Primär allerdings können zahlreiche kleine Maßnahmen dazu beitragen, die Abflussmenge generell zu reduzieren. Zisternen, Entsiegelung, Dachbegrünungen und weitere den Abfluss verhindernde Maßnahmen sollen von den Bürgern schnell und unkompliziert umgesetzt werden. Die Stadt sollte dies ggf. durch entsprechende Motivationskampagnen und Anreize fördern.

4.3 Waldumbau

Die geschilderten klimatischen Veränderungen erfordern auch in Bobingen weitreichende Maßnahmen im Bereich der Forstwirtschaft. In Bayern wird seit mehreren Jahrzehnten eine Wald-

Des Weiteren sollten die Flächen, auf denen ökologischer Landbau betrieben wird, ausgeweitet werden, da dieser als Bewirtschaftungssystem zur Reduzierung klimarelevanter Emissionen beiträgt (Erhalt des humosen Oberbodens; Erosions- und Grundwasserschutz, biologische Stickstoffbindung, Reduktion der flächenbezogenen CO₂-Emissionen).

4.5 Naturschutz

Grundsätzlich sind die Rahmenbedingungen zu schaffen, dass Pflanzen und Tiere bessere Wandermöglichkeiten haben (Erhöhung des Mobilitätsbedarfs durch Klimaveränderung). Biotopverbundsysteme sind mit Unterstützung der Landwirtschaft zu planen und umzusetzen, wie zum Beispiel Vermeidung von Biotopinseln oder Schaffung von Grünkorridoren.

Weiter sind Maßnahmen zum Gewässerschutz unerlässlich. Die Ökosysteme stehender und langsam fließender Gewässer sind von einer Erwärmung besonders betroffen. Die Zuführung von häufig landwirtschaftsbedingten Schadstoffen (Nitrat, Phosphat etc.) ist zu reduzieren, um die Gewässerqualität zu erhalten.

Quellen

- Bayerische Forstverwaltung 2013. Fichte und mehr: Die Mischung macht's. Bergwaldkurier 11.
- Bayerisches Landesamt für Statistik. GENISIS-online Datenbank -<https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis>
- Beierkuhnlein C. & Foken T. 2008. Klimawandel in Bayern – Auswirkungen und Anpassungsmöglichkeiten. Bayreuther Forum Ökologie 113. Bayreuth.
- CLM2008: Hollweg H.D. et al. 2008: Ensemble Simulations over Europe with the Regional Climate Model CLM forced with IPCC AR4 Global Scenarios; Gruppe Modelle & Daten, Hamburg.
- Danneberg J., Ebert C., Komischke H., Korck J., Morscheid H., Weber, J. 2012. Auswertung regionaler Klimaprojektionen – Klimabericht Bayern. (Hrsg.) LfU. Augsburg.
- Deutscher Wetterdienst DWD: Klimawandel - <http://www.dwd.de/klimawandel>
- Gerst, F., Bubbenzer, O. & Mächtle, B. 2011. Klimarelevante Einflüsse urbaner Bodeninanspruchnahme. Deutsche Langfassung, Urban Soil Management Strategy, EU-CEP, Heidelberg.
- IPCC 2007 Klimaänderung 2007. – Wissenschaftliche Grundlagen. Zusammenfassung für Politische Entscheidungsträger, Berlin.
- IPCC 2013 Climate change 2013. – The physical science basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge
- KLIWA 2012. Klimawandel im Süden Deutschlands – Ausmaß – Auswirkungen – Anpassung. Hrsg. LUBW, LfU, LfUWG Rheinland-Pfalz, DWD, Stuttgart
- Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern 2010. Top 10 Maps
- LfU 2007 Klimaanpassung – Bayern 2020. Der Klimawandel und seine Auswirkungen – Kenntnisstand und Forschungsbedarf als Grundlage für Anpassungsmaßnahmen. Kurzfassung einer Studie der Universität Bayreuth. Hof.
- LfU 2012 Der Klimawandel in Bayern – Auswertungen regionaler Klimaprojektionen – Klimabericht Bayern, Augsburg.
- Meehl et al. 2000. An introduction to trends in extreme weather and climate events: Observations, socioeconomic impacts, terrestrial ecological impacts, and model projections. Bulletin of the American Meteorological Society, 81(3): 413-416.
- Peters et al. 2012. The challenge to keep global warming below 2 °C, Nature Climate Change, advance online publication, doi:10.1038/nclimate1783
- REMO2006: Jacob D. et al. 2008 Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland, UBA
- Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E.,

Huenneke, L.F., Jackson, R. B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., O-esterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M. , Wall, D.H., 2000. Biodiversity - Global biodiversity scenarios for the year 2100. Science, 287(5459): 1770-1774.

WETTREG2010: Spekat A., Enke W., Kreienkamp F. 2010 Ergebnisse eines regionalen Szenarienlaufs für Deutschland mit dem statistischen Modell WETTREG2010. Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH i.A. des UBA.

WETTREG2006: Spekat A., Enke W., Kreienkamp F. 2007 Neuentwicklung von regional hochauflösenden Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen, Endbericht, UBA.

WWA Bobingen 2014: Webseite <http://www.wwa-don.bayern.de/hochwasser/hochwasserschutzprojekte/donauwoerth/konzept/index.htm>

Hochwassernachrichtendienst Bayern: <http://www.hnd.bayern.de/>

Georisiken Karten:

http://geoportal.bayern.de/bayernatlas-klassik/L7ExSNbPC4sb6TPJDbICAiLPd0Fv2v9OnIr-PrA5rbixOP8hEaFIVXrbAcpsGQCaUdhZLLGbowYS60u-YtLhY0kUWLQgjSEX5-Kuqtw9VW3YWiGrgKz9LGcQTBDCjQ8pFJSQlgxcHzhqU2SjirQN8tgUnq2XuorD-jKxAb1LcD2eHNhxCXxq5Ce_flbJdQ9lwNEaA9psryhk/L7E59/Kuq46/qU20d

DWD 2015 http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&T98029gsbDocumentPath=Content%2FPresse%2FPressemitteilungen%2F2014%2F20141230__Deutschlandwetter__Jahr__2014__news.html&_pageLabel=dwdwww_menu2_presse&switchLang=de

Herausgeber:
Stadt Bobingen
Rathausplatz 1
86399 Bobingen



Ersteller
Dr. Hans-Jörg-Barth und Dr. Kerstin Koenig-Hoffmann,
Energie- und Umweltzentrum Allgäu gGmbH, Kempten

