

**KONZEPTPAPIER**

**KLIMASCHUTZ JETZT!**

---

**KONZEPT**  
**KLIMAFOLGEN**

---

# INHALT

---

	<b>Inhalt</b> .....	2
<b>1</b>	<b>Vorwort</b> .....	4
<b>2</b>	<b>Exkurs Klimafolgen weltweit</b> .....	5
	Klimafolgen in Bayern.....	6
<b>2.1</b>	<b>Stand und Prognosen der Temperaturentwicklung</b> .....	6
	Temperaturentwicklung bis heute.....	6
<b>2.2</b>	<b>Niederschlagsentwicklung – Trends und Prognosen</b> .....	11
	Prognosen für die nahe Zukunft 2021-2050:.....	12
<b>2.3</b>	<b>Folgen für die Wasserwirtschaft</b> .....	14
	Niedrigwasserabflüsse und Hochwasserereignisse.....	14
	Grundwasser und Trinkwasserversorgung.....	16
	Folgen für die Gewässerqualität.....	17
<b>2.4</b>	<b>Folgen für die Landwirtschaft</b> .....	19
	Schäden an Kulturen durch Extremwetterereignisse.....	20
	Bodenerosion.....	22
	Pflanzenkrankheiten und Schädlingsbefall.....	25
<b>2.5</b>	<b>Folgen für die Forstwirtschaft</b> .....	27
	Steigendes Anbaurisiko für bestimmte Baumarten.....	28
	Beispiele für Waldschädlinge und Pathogene, die vom Klimawandel begünstigt werden.....	32
<b>2.6</b>	<b>Folgen für Naturschutz und Biodiversität</b> .....	33
	Besonders stark trifft es die Alpen.....	35
	Veränderungen in der Artenvielfalt und Zusammensetzung.....	36
	Neue Arten.....	37
<b>2.7</b>	<b>Folgen für die menschliche Gesundheit</b> .....	40
<b>2.8</b>	<b>Klimafolgen in Städten und Ballungszentren</b> .....	43
<b>2.9</b>	<b>Freizeitnutzung und Tourismus</b> .....	44
	Badegewässer.....	44
<b>3</b>	<b>Anpassung an den Klimawandel – Unsere Maßnahmen</b> .....	49
<b>3.1</b>	<b>Wasserwirtschaft</b> .....	49
<b>3.2</b>	<b>Landwirtschaft</b> .....	50
<b>3.3</b>	<b>Forstwirtschaft</b> .....	51
<b>3.4</b>	<b>Naturschutz und Biodiversität</b> .....	53
<b>3.5</b>	<b>Schutz der menschlichen Gesundheit</b> .....	55
<b>3.6</b>	<b>Städte und Ballungszentren</b> .....	56
<b>3.7</b>	<b>Freizeitnutzung und Tourismus</b> .....	57
	Naturverträglicher Tourismus.....	57
	Entwicklung und Ausbau der Alternativen zum Skitourismus.....	57
<b>4</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	58

# I. VORWORT

---

Jahr für Jahr werden neue Rekorde gebrochen: Heissestes Jahr, längste Dürreperioden, massivster Starkregen, geringste Schneebedeckung, frühester Zeitpunkt der Apfelblüte, höchste Dichte an Borkenkäfern und so weiter und so fort. Mit größter Wucht treffen die Naturkatastrophen gerade die ärmsten Menschen – im Südpazifik, in der Sahelzone, in Bangladesch – aber auch reiche Länder, wie die USA können sich vor den ungebremsten Naturgewalten nicht mehr schützen.

Die Klimaüberhitzung ist die größte Herausforderung für die Menschheit und Ursache von Krisen und Flüchtlingsbewegungen weltweit. In großen Gebieten wird die Landwirtschaft, wie sie heute noch praktiziert wird, nicht mehr möglich sein. Der Sahelgürtel ist hier besonders betroffen. Millionenstädte sind vom steigenden Meeresspiegel betroffen.<sup>1</sup>

Der Mensch ist ein Meister im Verdrängen – aber immer klarer wird: wir stecken mitten drin. Und wir sitzen alle in einem Boot.

Trotz all dieser negativen Nachrichten gibt es Entwicklungen, die Mut machen und Lösungen aufzeigen. Die erneuerbaren Energien haben eine sagenhafte Entwicklung vorzuweisen. Die Umstellung auf saubere Energien wird auch aus rein ökonomischer Sicht immer interessanter. Die Beschlüsse der Weltklimakonferenz in Paris geben Mut – und auch die Letzten werden die Notwendigkeit von Klimaschutz noch begreifen.

In vier modularen Klimaschutzkonzepten zu den Themen Strom, Wärme, Mobilität und Landwirtschaft haben wir eine grundlegende Bestandsaufnahme zu den Treibhausgasemissionen, eine Erhebung des Einsparungspotenzials in den einzelnen Bereichen und die Identifizierung von Maßnahmen erarbeitet.<sup>2</sup>

Das vorliegende Klimaschutzkonzept befasst sich mit den Klimafolgen und den notwendigen Anpassungsmaßnahmen. Es beschreibt die Veränderungen in den einzelnen Bereichen, es stellt die Prognosen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für die nächsten Jahrzehnte dar und schließlich werden im letzten Kapitel notwendige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel benannt.

Eine wichtige Grundvoraussetzung für die Bewältigung der Herausforderung der Klimaüberhitzung ist eine genaue Analyse. Für die recht fundierte Analyse der Klimafolgen gibt die Staatsregierung viel Geld aus.

Umso verantwortungsloser ist es jedoch, dass das Handeln der CSU-Staatsregierung diese Erkenntnisse komplett ignoriert und die Klimaschutzmaßnahmen im Keim erstickt werden. So haben sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Freistaat seit 1990 erst um 7 % reduziert. Ein Armutszeugnis für ein Bundesland, welches einerseits selbst von den Klimafolgen heute schon doch deutlich betroffen ist und andererseits für rund 100 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen jährlich verantwortlich ist.<sup>3</sup>

---

1 Atlas der Umweltmigration, oekom Verlag München 2017

2 <http://www.martin-stuempfig.de/klimaschutz/klimaschutzkonzepte.html>

3 Klimaschutzkonzept Strom: <http://www.martin-stuempfig.de/klimaschutz/klimaschutzkonzepte.html>

Wir, die grüne Landtagsfraktion will mit der Vorlage der nun fünf modularen Klimaschutzkonzepte zu einer umfassenden und sachgerechten Diskussion beitragen und notwendige Schritte aufzeigen. Wir wollen einen Beitrag leisten, dass die bedrohliche Lage erkannt und diskutiert wird, dass Verantwortung übernommen wird und dass schließlich die notwendigen Maßnahmen ergriffen werden.

## II. EXKURS KLIMAFOLGEN WELTWEIT

Indien, Bangladesch, Haiti, USA, Dominikanische Republik – die Liste der Länder, die allein im September 2017 besonders hart von Auswirkungen der Erdüberhitzung getroffen werden, könnte noch um viele Länder ergänzt werden. In Indien und den angrenzenden Staaten ist der Monsum heuer so unberechenbar, dass in manchen Regionen Dürre herrscht, während andere Regionen komplett in den Fluten untergehen. In der Karibik hinterließ Hurrikan Irma eine Spur der Verwüstung. Noch nie haben die Meteorologen einen so starken und so lang anhaltenden Hurrikan gemessen. Nur wenige Tage vorher ließ Hurrikan Harvey Houston in den Fluten untergehen. Die Hurrikane kommen in dieser Jahreszeit immer. Jedoch ist die Temperatur im Golf von Mexiko und der Karibik mit 30 und teilweise 31 Grad Celsius auf einem Rekordhoch. Diese Badewannentemperatur heizen die Hurrikane mächtig an und die Zerstörungskraft ist gewaltig. Die wärmere Luft kann zudem mehr Feuchtigkeit aufnehmen, die Starkregenereignisse mehren sich. Bei großflächigen Überschwemmungen, wie in Houston, hat auch der gestiegenen Meeresspiegel einen negativen Einfluss, da er den Abfluss vom Land ins Meer abbremst. Dann kommen noch die hausgemachten, regionalen Probleme dazu. Das ungebremste Wachstum der Großstadt treibt die Versiegelung immer weiter voran. Versickerungsflächen werden immer weniger. Dies alles zusammen lässt erahnen, dass dieser Hurrikan nicht der Letzte war mit solch dramatischen Folgen. Und das sind jetzt nur Schlaglichter einer kurzen Zeitspanne. Die Liste würde sich noch lange fortsetzen lassen. Die Münchner Rückversicherung listet die Schadereignisse detailliert auf und zeigt eine deutliche Zunahme.

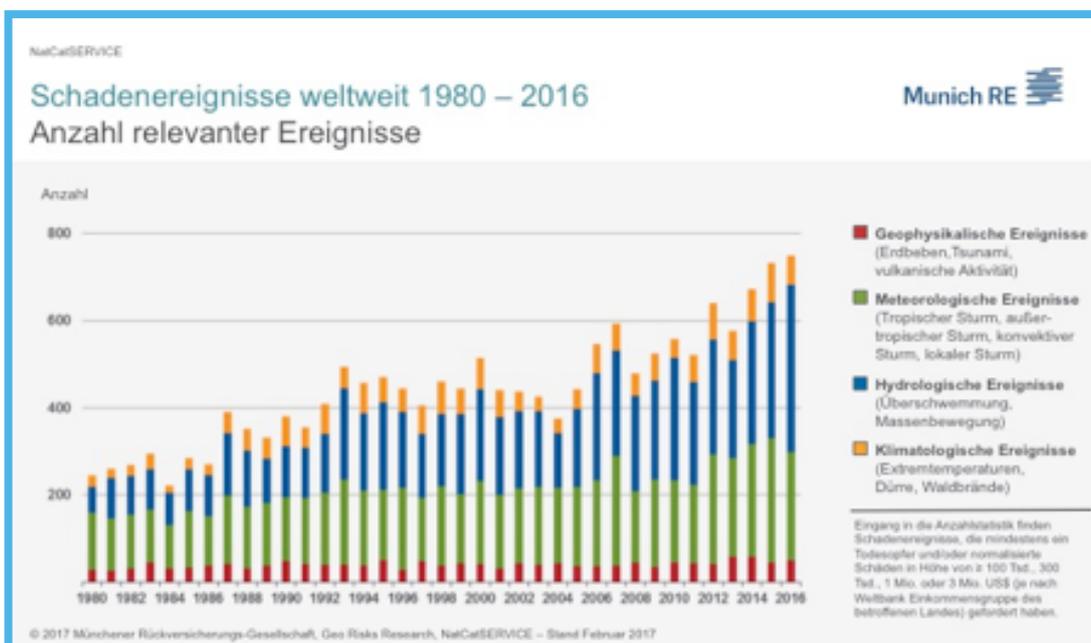


Abb. 1: Schadenergebnisse weltweit 1980 – 2016, Anzahl relevanter Ereignisse, Münchner Rück, Februar 2017

Besonders hart trifft es die Ärmsten der Armen. Die Menschen verlieren ihr komplettes Hab und Gut – und es ist meist kein gut funktionierender, reicher Staat im Hintergrund, der mit Milliarden Aufbauhilfe zur Seite steht. Weltweite Anstrengungen für einen konsequenten, vorbeugenden Klimaschutz und Unterstützung der armen Länder bei Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen sind dringend notwendig.

### III. KLIMAFOLGEN IN BAYERN

Wenn von einer Erwärmung um 2-3°C in Deutschland im Zuge des Klimawandels die Rede ist, mag das auf den ersten Blick nicht besonders alarmierend klingen. Doch bereits die Erwärmung um wenige Grad kann weitreichende Folgen haben, wenn man bedenkt, dass die jährliche Durchschnittstemperatur während der letzten Eiszeit nur 4-5°C unter der heutigen lag.

#### 3.1 Stand und Prognosen der Temperaturentwicklung

##### >>> Temperaturentwicklung bis heute

Bayern ist auf Grund geografischer Gegebenheiten bereits heute besonders vom Klimawandel und seinen Folgen betroffen.<sup>4</sup> Die mittlere Jahrestemperatur in den letzten hundert Jahren stieg bayernweit um 0,8 Grad. Dies liegt über dem globalen Durchschnitt von 0,7 Grad. Die stärkste Temperaturerhöhung vollzog sich in den letzten beiden Jahrzehnten. Seit 1881 liegen flächendeckende Messungen vor: acht der zehn wärmsten Jahre liegen demnach in Bayern erst nach der Jahrtausendwende.

Die Erhöhung war regional jedoch sehr unterschiedlich ausgeprägt. So fiel gerade die Erwärmung des sensiblen Alpenraums in den letzten 50 Jahren doppelt so stark aus wie im globalen Durchschnitt.<sup>5</sup> In den Ostalpen betrug der Anstieg in den letzten 100 Jahren ca. 2 Grad. Im nördlichen Alpenraum ist die mittlere Temperatur in nur 30 Jahren sogar um +1,6 Grad angestiegen – mit Verstärkung der Trendsignifikanz.

Tab. 2: Trends der Lufttemperatur: Monats-, Halbjahres- und Jahreswerte in °C/85 Jahre in den KLIWA-Regionen; Mittelwerte über die Gebiete und den Zeitraum 1931 bis 2015. Die Signifikanzniveaus sind durch unterschiedliche Hintergrundfarben dargestellt.

Region	m ü. NN	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	WHJ	SHJ	Jahr
Hoch- u. Oberrhein	451	+2,0	+1,2	+1,2	+0,9	+1,1	+1,0	+1,3	+1,4	-0,1	+1,5	+0,9	+2,3	+1,3	+1,0	+1,2
Neckar	428	+2,3	+1,4	+1,6	+1,2	+1,3	+1,2	+1,6	+1,8	+0,2	+1,4	+1,0	+2,5	+1,5	+1,2	+1,5
Donau-Bodensee	453	+2,2	+1,1	+1,6	+1,0	+1,3	+1,1	+1,3	+1,5	-0,1	+1,4	+0,8	+2,2	+1,3	+1,1	+1,3
Iller-Lech	674	+2,3	+1,2	+1,6	+1,0	+1,4	+1,2	+1,4	+1,6	-0,2	+1,4	+0,8	+2,3	+1,4	+1,1	+1,3
Mittlere Donau	452	+2,7	+1,6	+1,7	+1,3	+1,4	+1,1	+1,5	+1,7	+0,1	+1,2	+1,0	+2,4	+1,6	+1,1	+1,5
Isar-Inn	639	+2,6	+1,6	+1,8	+1,3	+1,6	+1,2	+1,4	+1,6	-0,1	+1,3	+0,9	+2,1	+1,5	+1,1	+1,4
Bayer. Mittelgebirge	536	+2,7	+1,6	+1,6	+1,4	+1,3	+0,8	+1,4	+1,6	0,0	+1,0	+1,1	+2,2	+1,6	+1,0	+1,4
Oberer Main	404	+2,4	+1,3	+1,4	+1,1	+1,0	+0,6	+1,2	+1,4	-0,1	+0,9	+0,9	+2,3	+1,4	+0,8	+1,2
Unterer Main	319	+2,3	+1,4	+1,6	+1,1	+0,9	+0,6	+1,3	+1,4	+0,1	+1,0	+1,0	+2,3	+1,5	+0,9	+1,2
Naha-Mittelrhein	284	+2,1	+1,6	+1,6	+1,3	+1,0	+0,8	+1,4	+1,5	+0,1	+1,3	+1,1	+2,4	+1,5	+1,0	+1,4
Mosel-Sieg	356	+1,9	+1,4	+1,4	+1,3	+1,0	+0,6	+1,4	+1,3	0,0	+1,3	+1,0	+2,0	+1,4	+0,9	+1,2

Signifikanz: S < 80 % (orange), 80 % ≤ S < 90 % (gelb), 90 % ≤ S < 95 % (grün), 95 % ≤ S < 99 % (blau), S ≥ 99 % (rot)

Abb. 2: Lufttemperatur – Auswertungen für die KLIWA-Regionen, Quelle: Monitoringbericht 2016

4 <https://www.bayern.de/wp-content/uploads/2014/06/Klimaprogramm-Bayern-2020.pdf>  
 5 Deutscher Wetterdienst DWD, Landesamt für Umweltschutz LfU 2016

Besonders deutlich zeigt sich die Erwärmung bei der grafischen Darstellung der 10-Jahres-Mittelwerte in Bayern. Die Durchschnittstemperaturen stiegen in den letzten 125 Jahren kontinuierlich an, seit den 70er-Jahren jedoch hat sich der Temperaturanstieg dramatisch beschleunigt.

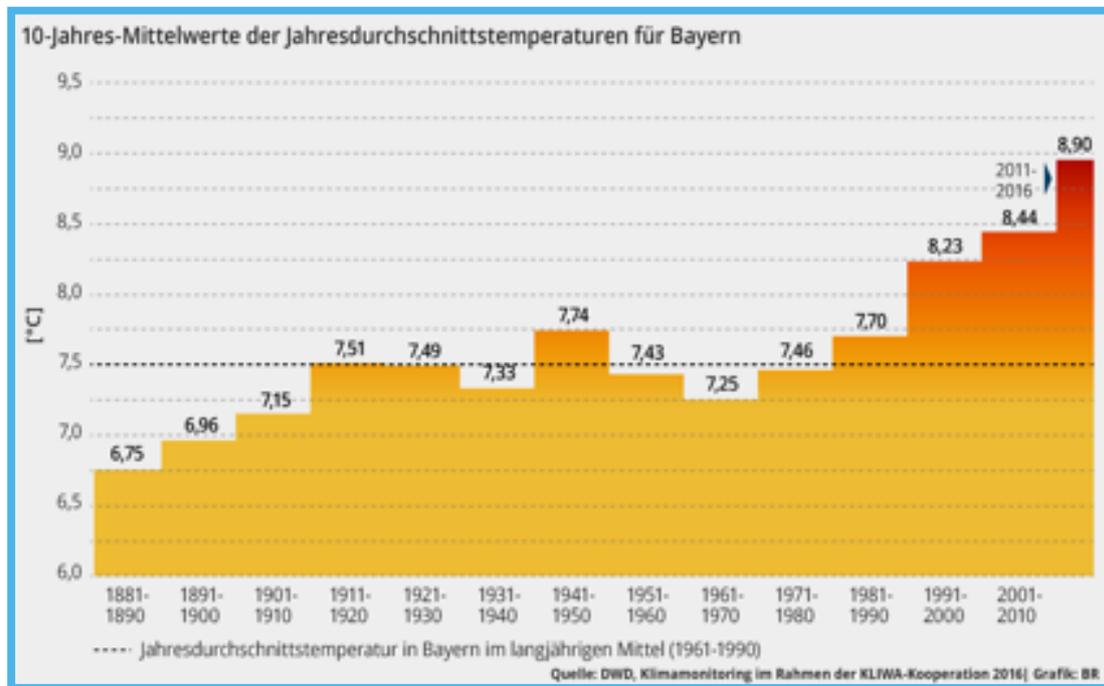


Abb. 3: 10-Jahresmittelwerte der Jahresdurchschnittstemperaturen in Bayern<sup>6</sup>

### >>> Prognose für künftige Temperaturentwicklungen

Die Prognosen zeigen angesichts des Klimawandels eine Fortführung und eine weitere Verstärkung des bisherigen Temperaturtrends. Entsprechend werden sich die beobachteten Klimafolgen zukünftig weiter verschärfen. Der prognostizierte Temperaturanstieg in Bayern bewegt sich zwischen 2,3°C und 3,6°C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts. Er kann aber auch bis zu 4,5°C betragen, wie das Bayerische Umweltministerium in seinem Klimareport offen darlegt.<sup>7</sup> In den Alpen wird ein Temperaturanstieg um weitere +1,4°C bis 2050 und zwischen +3°C und +5°C bis 2100 erwartet.

Für fast alle Monate zeigen sich Zunahmen der mittleren Lufttemperatur in den nächsten Jahrzehnten, insbesondere in den Monaten Dezember und Januar. Die Temperaturverschiebungen werden in ganz Bayern zu einer signifikanten Verlängerung der Vegetationsperiode führen mit spürbaren Folgen für die Landwirtschaft (>>> **siehe Kapitel XY Folgen für die Landwirtschaft**). Mit der „Wetterlagenbasierten Regionalisierungsmethode“ WETTREG<sup>8</sup> werden globale Simulationen der Klimaentwicklungen auf die Regionen heruntergebrochen. Die statistische Regionalisierungsmethode, stützt sich auf Daten von tausenden Wetterstationen. Im Modell WETTREG 2010, welches eines von zehn Klimaprojektionen für Bayern ist, wird die mittlere jährliche Änderung (innerer Ring), die mittlere jahreszeitliche Änderung (mittlerer Ring) und die mittlere monatliche Änderung (äußerer Ring) dargestellt.

6 <http://www.br.de/klimawandel/klimawandel-bayern-folgen-erwaermung-100.html>

7 Klima- Report Bayern (2015) Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, S.40

8 <http://www.cec-potsdam.de/wettreg.html>

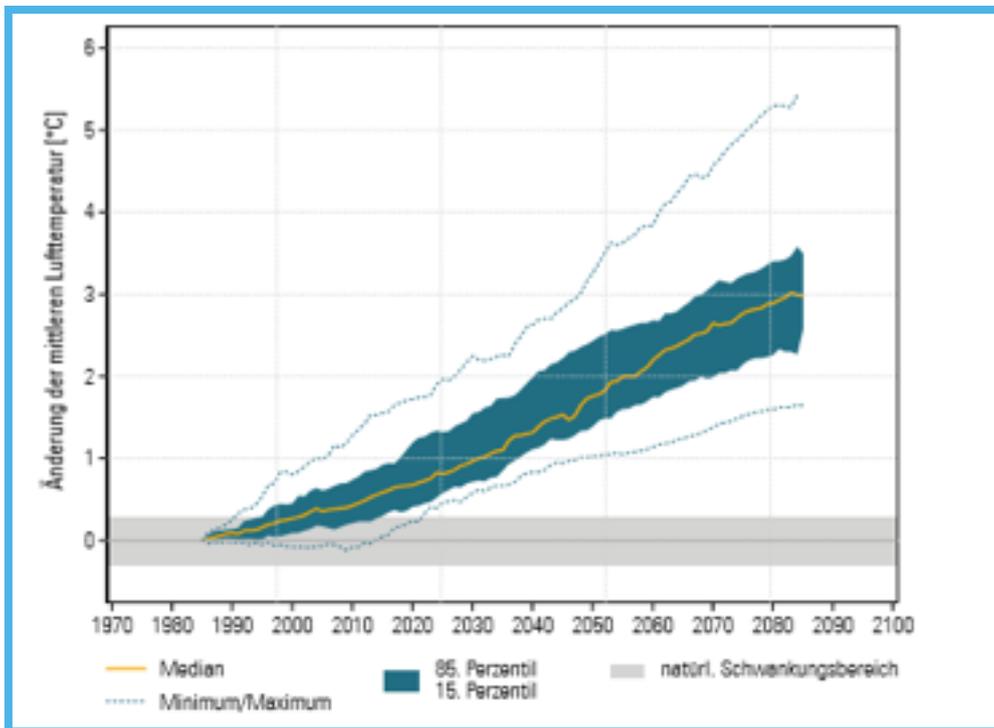


Abb. 4: Änderung des 30 jährigen gleitenden Mittelwertes nach dem Emissionsszenario A1B<sup>9</sup>

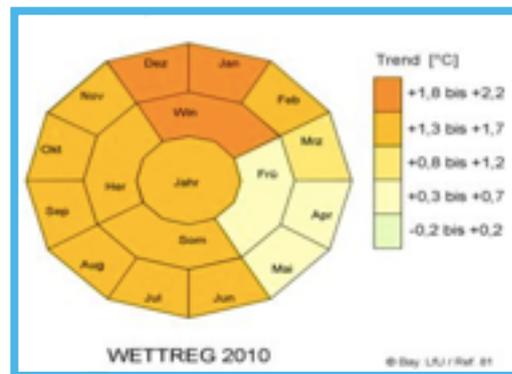


Abb. 5: Änderungssignal der Mitteltemperatur in Bayern von 2021-2050 gegenüber 1971-2000<sup>10</sup>

Die Temperaturerhöhung wird in Bayern zu mehr heißen Tagen im Jahr führen. Die statistische Regionalisierungsmethode, stützt sich auf Daten von tausenden Wetterstationen. Dieser Effekt wird sich besonders in den Ballungsräumen durch die prognostizierten Wachstumsraten von Siedlungs- und Verkehrsflächen weiter verstärken, da sich versiegelte Flächen besonders stark erwärmen.

Indikator	1971-2000	2021-2050	2071-2100
Heiße Tage (Tmax > 30°C)	5	↑ 5-19	↑ 7-35
Sommertage (Tmax > 25°C)	32	↑ Südbayern 35-53 Nordbayern 32-47	↑ Südbayern 41-83 Nordbayern 41-77
Frosttage (Tmin < 0°C)	109	↓ 97-73	↓ 73-49
Eistage (Tmax < 0°C)	30	↓ 21-9	↓ 21-0

Abb. 6: Veränderung der klimatologischen Kenntage mit Darstellung zunehmender Tendenz bzw. abnehmender Tendenz (Mittelwert 2021 bis 2050 im Vergleich zu 1971 bis 2000)<sup>11</sup>

9 Bayerische Klimaanpassungsstrategie 2016, S.20  
 10 [https://www.lfu.bayern.de/wasser/klima\\_wandel/klimaentwicklung/lufttemperatur/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/wasser/klima_wandel/klimaentwicklung/lufttemperatur/index.htm)  
 11 Bayerische Klimaanpassungsstrategie 2016, S. 23

Die Anzahl der Sommertage mit Tageshöchsttemperaturen über 25°C, wird sich voraussichtlich im Mittel um 50% erhöhen. Besonders starke Erhöhungen sind in den Regionen Isar-Inn und Oberer Main zu erwarten.

Die Anzahl der heißen Tage mit Tageshöchsttemperaturen über 30°C werden sich, das bayerische Mittelgebirge (Bayrischer Wald, Oberpfälzer Wald, Fichtelgebirge, Frankenwald, Rhön) ausgenommen, im Vergleich zu 1971 voraussichtlich verdoppeln. Gleichzeitig werden Frost- (außer in der Region Oberer Main) und Eistage um 20% bzw. 30% abnehmen. In den mittleren und tieferen Lagen wird sich die Schneedeckendauer dadurch erheblich verringern.

Die Regionale Verteilung der oben beschriebenen Kenntage in Bayern wird im Klima Report Bayern ausführlich dargestellt.<sup>12</sup>

Auch die Frostgrenze in den Alpen steigt: Im Sommer liegt sie inzwischen über 3.000 Metern, das sind rund 250 Meter höher als noch 1850. Der schnellere Wechsel von Frost und Tauwetter zerbröseln buchstäblich das Gestein und bringt inzwischen mehr Steinschläge mit sich.<sup>13</sup>

### >>> Permafrost und seine Bedeutung als Klimaindikator

In Bayern beschränken sich Permafrostgebiete, also Bereiche bei denen über einen Zeitraum von mindestens zwei Jahren stets Minustemperaturen vorherrschen, auf Gebiete am Zugspitzkamm, dem Allgäuer Hauptkamm und den Watzmann. Insgesamt geht man von ca. 65 km<sup>2</sup> Fläche aus, in der Permafrost auftreten kann. An der Zugspitze beträgt die durchschnittliche Jahrestemperatur heute -3°C. Zu Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1900 lag die Jahresdurchschnittstemperatur bei -5°C. In dem vom LfU veröffentlichten Bericht<sup>14</sup> zu den Messergebnissen der Permafrost-Messstation an der Zugspitze, sind alle wesentlichen Informationen zum Permafrost in Bayern zusammengefasst. Die Messstation wurde im Jahr 2007 eingerichtet, da hier sehr gut die Änderung des Klimas dokumentiert werden kann. Dafür wurde ein 44 m langer Tunnel durch die Bergspitze getrieben und mit Temperatursonden bestückt. Die Auswertung der Messdaten und entsprechende Berechnungen ergaben, dass die Erwärmung um ca. 1,6 °C einen deutlichen Rückgang des Permafrostes bewirkt hat. Entlang der Bohrstrecke ist der Permafrost in den letzten hundert Jahren von 34 m Gesamtlänge im Jahr 1915 auf 24,5 m im Jahr 2015 zurückgegangen. Die projizierte weitere Erhöhung der Umgebungstemperatur lässt ein Verschwinden des Permafrostes an der Zugspitze in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts erwarten, so das LfU.

Problematisch sind diese Ergebnisse, da der Permafrost im Hochgebirge eine stabilisierende Wirkung auf den Fels hat. Ein Rückgang des Permafrostes verringert die fels- und eismechanische Stabilität und kann zu Felsinstabilitäten (Steinschlag, Felssturz, Instabilität von Gebäudegründungen) führen.<sup>15</sup> Allgemein ist bekannt, dass ein wiederholter Frost-/Tauwechsel das Felsgestein lockert.

---

12 Klima-Report Bayern 2015, S. 38 ff.

13 Bätzing, Werner: Die Alpen, Geschichte und Zukunft einer europäischen Kulturlandschaft, 2015

14 Permafrost Messstation am Zugspitzgipfel, Ergebnisse und Modellberechnungen, LfU 2017

15 Krautblatter et al. 2013

## 3.2 Niederschlagsentwicklung- Trends und Prognosen

### >>> Trend der bisherigen Niederschlagsentwicklung

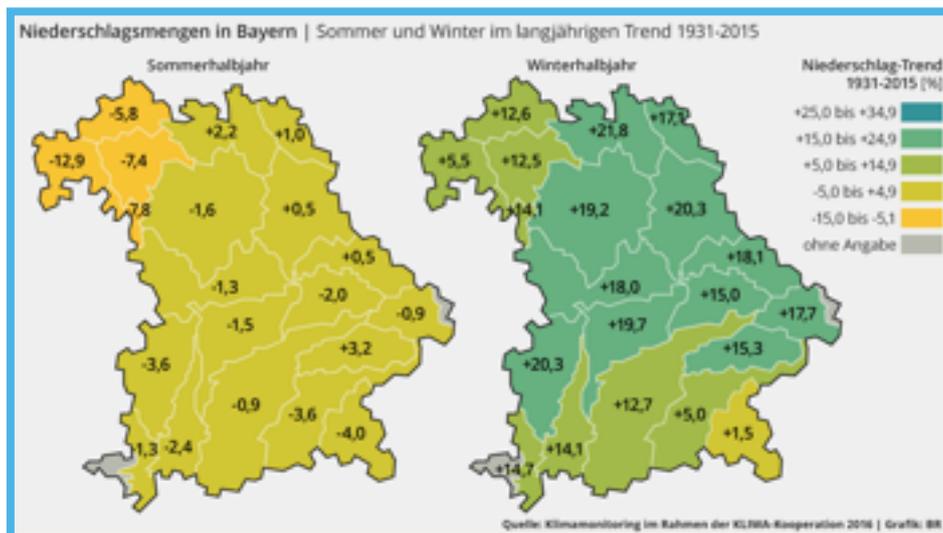


Abb. 7: Langjähriger Trend der Niederschlagsmengen in den Regionen Bayerns<sup>16</sup>

Generell wird in Bayern bereits heute eine Umverteilung des Niederschlagsmaximums vom Sommerhalbjahr in das Winterhalbjahr beobachtet. Im Winterhalbjahr wurden in allen bayerischen Bezirken zunehmende Trends.

Starke Niederschlagszunahmen (+15 % bis +22 %) gab es vor allem in Nord- und Mittelbayern. Im nordwestlichen sowie südöstlichen Teil Bayerns sind die Trends dagegen geringer und zeigen keine statistische Signifikanz.

Die größten Zunahmen der Niederschläge wurden in den Wintermonaten November und Dezember sowie im März festgestellt.<sup>17</sup> So nahmen Starkniederschlagsereignisse im Untersuchungszeitraum 1931-2015 im Winterhalbjahr, mit Ausnahme des Berchtesgadener Lands und der Region Chiemgau, in ganz Bayern zu. Wobei insbesondere der Nordosten Bayerns stark positive Trends mit bis zu 33 % Häufung zu verzeichnen hatte. Sollte sich diese Entwicklung verstetigen, werden bayernweit speziell im Winterhalbjahr Hochwasserlagen weiter zunehmen.

Im Sommerhalbjahr zeichnete sich ein regional sehr unterschiedliches Bild ab. Insgesamt weist die Mehrzahl der untersuchten Gebiete im Zeitraum 1931 bis 2015 einen leichten Rückgang des Niederschlags auf. In den ohnehin trockenen Regionen im Nordwesten Bayerns (weite Teile von Unterfranken, Teile von Mittel- und Oberfranken) mit unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen, zeichnete sich ein anhaltender negativer Niederschlagstrend mit Verringerung der durchschnittlichen Niederschlagsmenge im Sommerhalbjahr um -6 % bis -13 % ab. Verstärkt durch die höheren Temperaturen, hat die abnehmende Niederschlagsmenge zu einer Häufung von Dürreperioden in den Sommermonaten und zu einer Verknappung der Wasserressourcen geführt.

Im „Dürrejahr“ 2015 (größte Dürre seit 50 Jahren laut DWD) fielen im Deutschlandmittel etwa 10 % zu wenig Niederschlag im Vergleich zur Referenzperiode 1961 bis 1990, in Bayern sogar ca. 21 % weniger Niederschlag.

16 KLIWA-Monitoring 2016\Grafik Bayerischer Rundfunk

17 Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, Bay. Klima-Anpassungsstrategie 2016; S.15

### >>> Prognosen für die nahe Zukunft 2021-2050

Der Trend der Änderung der Niederschlagsmenge für das Sommer- und Winterhalbjahr, wie oben beschrieben, setzt sich in naher Zukunft fort und verstärkt sich weiter. Die Zunahme der Niederschlagshöhe beträgt im Winter rund 15 mm und als Abnahme im Sommer werden ca. 34 mm zu verzeichnen sein. Das heißt, dass eine weitere innerjährliche Verschiebung der Niederschläge vom Sommer- in das Winterhalbjahr stattfinden wird, mit absehbar negativen Folgen für Natur, Land- und Forstwirtschaft. Die Betrachtung der Halbjahre ist deshalb entscheidend. Die absoluten jährlichen Niederschlagsmengen stellen eben nur eine Seite der Medaille dar.

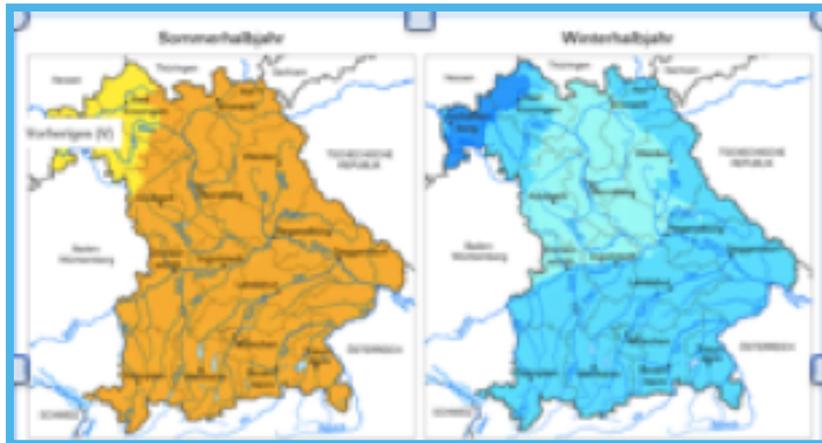


Abb. 8: Erwartete Änderung der Niederschlagsmenge (in mm) für das hydrologische Sommer- und Winterhalbjahr in naher Zukunft (2021-2050)<sup>18</sup>

Die Zunahme von intensiven Starkniederschlägen, wie sie eindeutig prognostiziert werden, begünstigt zudem Überschwemmungen, Muren und spontane Hangrutschungen. Auch das Schadenspotenzial in Siedlungsräumen wird steigen. Der Deutsche Alpenverein warnt in diesem Zusammenhang vor einer Zunahme solcher Naturgefahren in den Alpen. Größere Hangbewegungen, Fels- und Bergstürze sowie vermehrte Steinschlagaktivität könnten Folge von tauendem Permafrost, Gletscherschmelzen und veränderten Vegetationsbedeckungen sein.<sup>19</sup>

In den Mittelgebirgen und der Alpenregion, werden sich die Niederschläge in den Wintermonaten weiter erhöhen. Diese werden aber weiter zunehmend als Regen fallen und seltener als Schnee – mit deutlichen Auswirkungen auf die Hochwassergefahr, wie im folgenden Kapitel erläutert wird.

### 3.3 Folgen für die Wasserwirtschaft

#### >>> Niedrigwasserabflüsse und Hochwasserereignisse

Die innerjährliche Verschiebung der Niederschläge vom Sommer- in das Winterhalbjahr wird voraussichtlich das Abflussverhalten der Fließgewässer hin zu höheren mittleren Abflüssen im Winterhalbjahr verschieben und zu weiteren Rückgängen in abflussschwachen Sommermonaten führen. Starkniederschlagsereignisse nahmen im Untersuchungszeitraum 1931-2015 im Winterhalbjahr, mit Ausnahme des Berchtesgadener Lands und der Region Chiemgau, in ganz Bayern zu. Wobei insbesondere im Nordosten Bayerns positive Trends (bis +33 %) im Winterhalbjahr zu verzeichnen sind. Dies ist für einen Großteil der Gebiete Süddeutschlands auch die Jahreszeit mit der größten Hochwassergefährdung und wird voraussichtlich in den betroffenen Regionen zu einer weiteren Zunahme der

winterlichen Hochwasserlagen führen. Im Winterhalbjahr ist damit zu rechnen, dass ca. 71 % der Pegel Süddeutschlands Hochwasserabflüsse aufweisen werden. Im Sommerhalbjahr werden in Süddeutschland laut Prognose ca. 58 % der Pegel ein Hochwasser verzeichnen.

Sehr detailliert sind die zunehmenden Starkregenereignisse im KLIWA Heft Nr. 8 „Langzeitverhalten der Starkniederschläge in Baden-Württemberg und Bayern“ aufgeführt. Für die Zeitreihe 1931-2000 weisen über 90 % der untersuchten 415 Niederschlagsstationen in Süddeutschland eine Zunahme von Starkregenereignissen auf. Die Höhe der Zunahme beträgt im Winter 20 % bis 25 %. In den Sommermonate zeigen 50-60 % der Stationen eine Zunahme auf. Die Intensität der Zunahme liegt allerdings nur bei +2 bis +4 %.<sup>20</sup>

Da der Niederschlag aufgrund der steigenden Temperaturen zunehmend als Regen fällt, wird die winterliche Zwischenspeicherung von Niederschlag als Schnee abnehmen. Dies hat Auswirkungen auf das Abflussregime der Fließgewässer, sowie auf die Grundwasserneubildung. Die Hochwassergefahr im Winter wird steigen und die Abflüsse im Frühjahr werden zurückgehen. Besonders im Alpenraum werden zunehmende Starkregenereignisse zu Hochwasserproblematiken führen.

Während im Mai und Juni 2013 großräumiger Starkniederschlag zu extremen Hochwasserabflüssen und Überschwemmungen in Bayern führte und die Wasserstände vielerorts neue Rekordstände erreichten, traten im November 2011 und Sommer 2015 Niedrigwasserperioden als Folge von extremer Trockenheit auf.<sup>19</sup>

Die Häufung der Trockenperioden in den Sommermonaten steigert die Wahrscheinlichkeit der Abflüsse im Niedrigwasserbereich. Extreme Niedrigwerte bei den Abflüssen führen immer häufiger zu Problemen für die Schifffahrt. So im Sommer 2015, als an vielen Flüssen Schifffahrt nur noch sehr eingeschränkt möglich war. Verringerte Abflüsse können auch negative Folgen für die aquatischen Lebensgemeinschaften (Lebewesen im Wasser) nach sich ziehen.

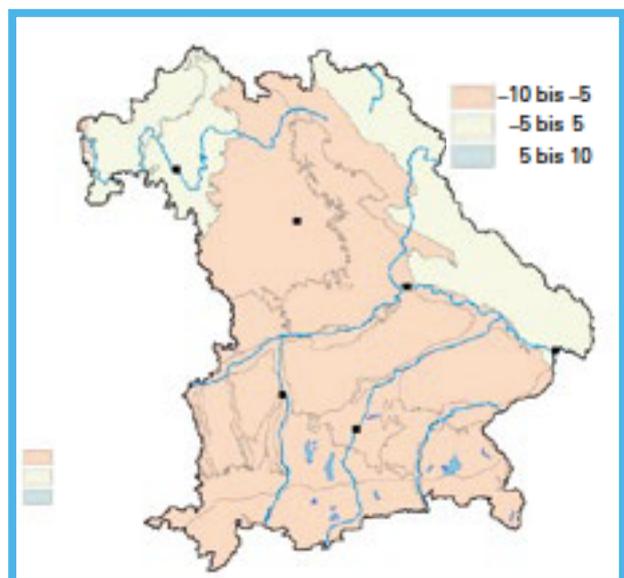
#### >>> siehe: Folgen für Naturschutz und Biodiversität

Bei Fortsetzung des heutigen Trends, werden bis Ende des Jahrhunderts beinahe alle Gletscher in den Alpen verschwunden sein – mit Auswirkungen auf die lokale Wasserverfügbarkeit. Es wird daher für die nahe Zukunft eine verringerte Grundwasserneubildung im Sommer südlich der Donau erwartet.

## Grundwasser und Trinkwasserversorgung

Erhöhte Niederschläge im Winter können aufgrund der begrenzten Aufnahmefähigkeit des Bodenspeichers nur bedingt zur Neubildung des Grundwassers beitragen und die Defizite des Sommers kaum ausgleichen. So ist nahezu bayernweit von einer geringeren Grundwasserneubildung in naher Zukunft auszugehen.

Abb. 9: Projizierte relative Änderung [%] der Grundwasserneubildung in der nahen Zukunft (2021–2050) innerhalb der Naturräume Bayerns anhand der Projektion WETTREG2006<sup>21</sup>



20 KLIWA Heft Nr. 8: [http://www.kliwa.de/\\_download/KLIWAHeft8.pdf](http://www.kliwa.de/_download/KLIWAHeft8.pdf), Langzeitverhalten der Starkniederschläge in Baden-Württemberg und Bayern, S. 32

21 Klima-Report Bayern 2015, S. 62

Die geringen Grundwasserstände nach dem niederschlagsarmen Winter 2014/2015, sanken durch anhaltende Trockenheit zu Beginn des Sommers 2015 weiter ab. Nicht nur Bayerns Fließgewässer führten zu weiten Teilen Niedrigwasser, sondern auch 37% der Grundwasser-Messstellen des Landesmessnetzes erreichten im Laufe des Jahres neue Niedrigstwerte.

Im Jahr 2016 und in der ersten Hälfte des Jahres 2017 war die Situation nicht weniger angespannt. Der Niedrigwasser-Lagebericht Bayern schreibt in seiner Ausgabe vom 27.06.17: „64 Prozent der oberflächennahen Grundwassermessstellen weisen niedrige und sehr niedrige Grundwasserstände auf. In den tieferen Grundwasser-Stockwerken zeigen 79 Prozent der Messstellen diese Niedrigwassersituation... Witterung: Nach dem niederschlagsarmen Winterhalbjahr bleibt auch der Sommer weiterhin zu trocken... Seit Juli 2016 sind in Nordbayern alle Folgemonate zu trocken ausgefallen...“<sup>22</sup>

Problematisch ist die Situation im Jahr 2017 in den tieferen Grundwasser-Stockwerken. Hier weisen zum Stichtag 1. September 2017 über 30 Stationen sehr niedrige Grundwasserstände auf. Vier Messstationen melden Rekordwerte beim Niedrigststand.<sup>23</sup>

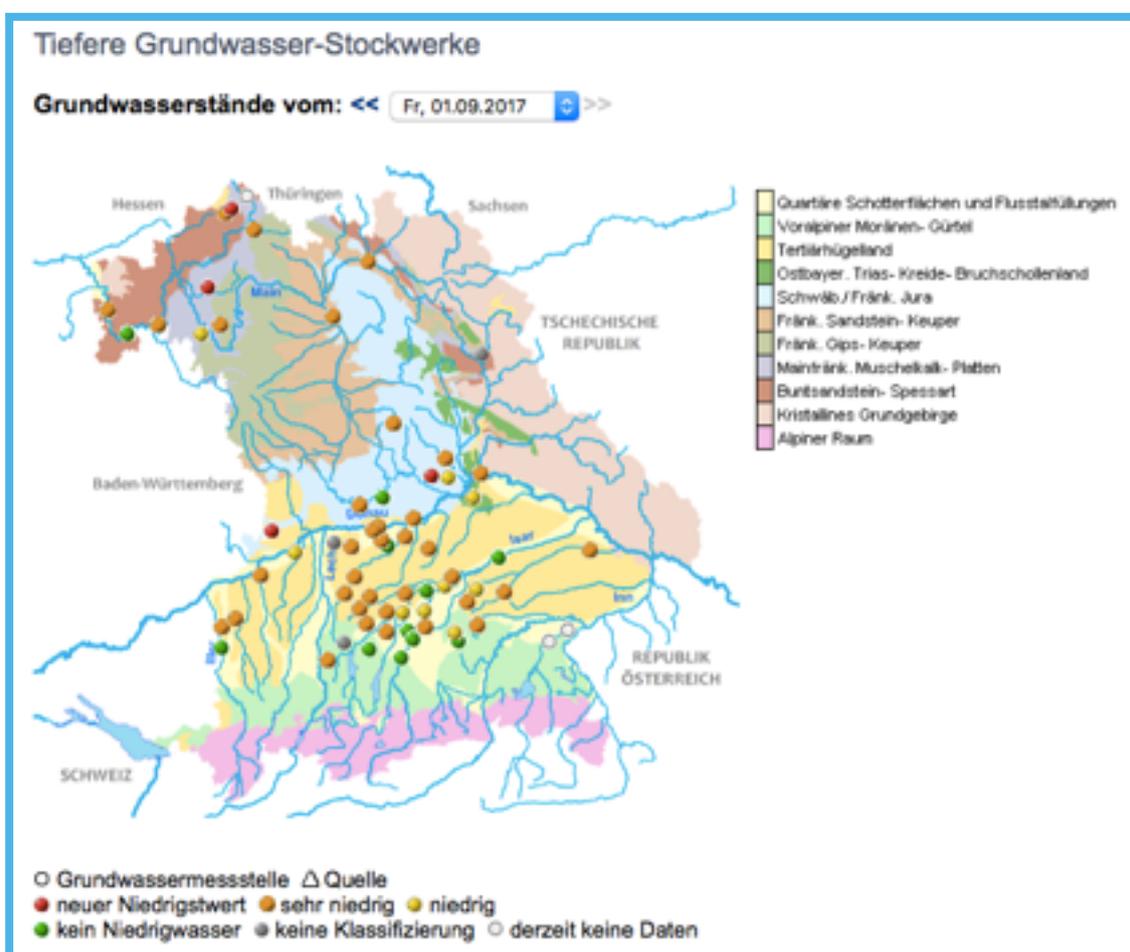


Abb. 10: Projizierte relative Änderung [%] der Grundwasserneubildung in der nahen Zukunft (2021–2050) innerhalb der Naturräume Bayerns anhand der Projektion WETTREG2006

## Folgen für die Gewässerqualität

Die bayerischen Oberflächengewässer haben sich in den letzten 30 Jahren um durchschnittlich 1,5 °C erwärmt. Bei steigenden Temperaturen tritt tendenziell eine Verschlechterung der Gewässerqualität auf. Auch Trockenheit führt aufgrund eingeschränkter Verdünnung der Abwässer potenziell zu einer Verschlechterung der Wasserqualität. Die Daten der bayerischen Seen und Flüsse taugen nicht für ein

22 <http://nid.bayern.de/lage/archiv/99>

23 [http://nid.bayern.de/grundwasser/tiefere\\_stockwerke](http://nid.bayern.de/grundwasser/tiefere_stockwerke)

Tourismusprospekt. Hier ist Handeln dringend notwendig.<sup>24</sup>

Viele Indikatoren zeigen bereits die Gewässererwärmung in Bayerns Seen an. Insbesondere ein verstärktes Wachstum von Algen und Makrophyten wird beobachtet und kann zu ökologischen Problemen wie Sauerstoffkrisen in Folge von Abbauprozessen<sup>25</sup>, aber auch zu Beeinträchtigung der Freizeitnutzung und sogar zu Gefahren für die menschliche Gesundheit führen.

>>>siehe Kapitel **Gesundheitliche Folgen**

### 3.4 Folgen für die Landwirtschaft

Die Klimaveränderungen werden für die Landwirtschaft viele unterschiedliche negativen Folgen haben, wie in diesem Kapitel geschildert. Einzelne Änderungen, wie z.B. die zunehmende Verlängerung der Vegetationsperiode, können sich positiv auf den Ertrag einiger Nutzpflanzen auswirken. Zum Beispiel bei der Wein-Spätlese oder beim Maisanbau. Es wird aber keine einzige Region in Bayern geben, die unterm Strich tatsächlich vom Klimawandel profitiert. Die negativen Folgen werden stets weit überwiegen. Beim Obstbau und Weinbau steigt beispielsweise durch die frühere Blüte das Risiko für Spätfröste – und damit für Einbußen und Ausfälle bei der Ernte erheblich. Dies konnten wir im Jahr 2017 sehr deutlich sehen. Durch den wärmsten März seit Beginn der Wetteraufzeichnungen, standen Obstkulturen bereits in der Vollblüte und der Wein war längst ausgetrieben. In dieser besonders empfindlichen Phase führten bundesweite Spätfröste Ende April 2017 zu hohen Schäden im Wein- und Obstbau. In manchen Regionen lag der Ausfall bei über 80 %.<sup>26</sup>

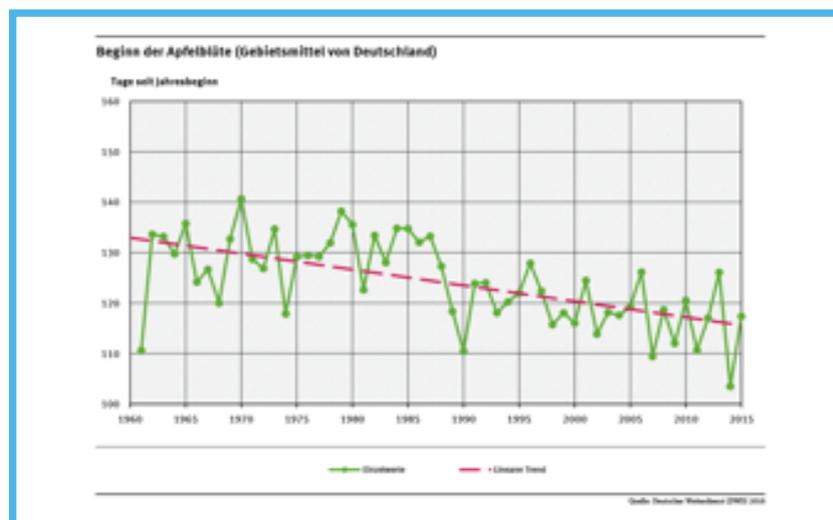


Abb. 11: Beginn der Apfelblüte in Deutschland, Quelle und Grafik DWD

Das früher einsetzende Pflanzenwachstum aufgrund der wärmeren Temperaturen im Frühling führt zu Verschiebungen in der Synchronizität zwischen den Lebenszyklen von Pflanzen, Bestäubern, Pathogenen, Schädlingen und deren Gegenspielern. So deuten die derzeitigen Erkenntnisse darauf hin, dass die früher eintretenden Blühzeiten der Pflanzen nicht mehr mit Bienenflug übereinstimmen und sich daraus negative Folgen für die Imkerei und für den Obstbau ergeben. Ein Sonderforschungsprogramm, das den Einfluss des Klimawandels auf die Honigbienen erforscht, ist noch nicht abgeschlossen und die detaillierten Ergebnisse bleiben abzuwarten.

24 <http://www.martin-stuempfig.de/de/news/detailansicht/article/zustand-der-gewaesser-die-zahlen-taugen-nicht-fuer-einen-tourismusprospekt.html>

25 Beim Verrotten der abgestorbenen Pflanzen (-teile) zum Beispiel nach Algenblüten im See wird viel Sauerstoff verbraucht, was zu Sauerstoffkrisen im See führen kann.

26 <https://www.topagrar.com/news/Acker-Agrarwetter-Ackernews-Hohe-Millionenschaeden-durch-grossflaechige-Spaetfroeste-8125461.html>

## >>> Schäden an Kulturen durch Extremwetterereignisse:

Da sich Extremwetterereignisse in den letzten Jahren häuften und klimawandelbedingt weiter zunehmen werden, ist mit erheblichen negativen Folgen für die Ertragssicherheit der bayerischen Landwirte zu rechnen. Die Hitzewelle im Sommer 2015 beispielsweise führte durch Hitze, Dürre und folgende Unwetter europaweit zu Ernteaufschlägen in Milliardenhöhe. Die bayerische Landwirtschaft muss sich künftig auf häufigere Extremwetterereignisse einstellen.

## >>> Häufigere, längere Trocken- und Hitzeperioden

Der Trockenheitsindex, der die Tage im Jahr mit einer geringen Füllung des Bodenwasserspeichers (<30% der nutzbaren Feldkapazität =nFK) angibt, weist in Bayern, abgesehen vom Oberen Main, in allen Regionen einen negativen Trend in der Wasserversorgung auf. Da Kulturen wie Getreide, Zuckerrüben oder Frischgemüse bereits ab einer Bodenfeuchte <40% nFK einer zusätzlichen Wasserversorgung bedürfen, die Trockentage im Sommer jedoch weiter zunehmen werden, wird die Sommertrockenheit besonders im Nordwesten, aber zunehmend auch im mittleren Bayern zu einer ernststen Gefahr für die derzeit praktizierte Landwirtschaft. Auf Böden mit geringer Wasserhaltekapazität, wie etwas Sand und Tonböden (Nürnberger Sandachse, Steigerwaldregion), fallen Schäden durch Trockenperioden besonders hoch aus.



Abb. 12: Dürreerscheinungen in einem Maisfeld

Indikator	Unterer Main		Oberer Main		Bayerisches Mittelgebirge		Mittlere Donau		Iller Lech		Isar Inn	
	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend
<b>Trockenheitsindex, SHJ</b>	+77	+6	+76	-1,5	+53	1,7	+48	+7,6	+14	+5,3	+15	+3,4

Abb. 13: Trockenheitsindex : Mittelwert (MW) und Trend nach KLIWA-Regionen in Bayern im Sommerhalbjahr (SHJ) im Zeitraum 1951-2010<sup>27</sup>

Die konventionelle Pflanzenzucht richtete u. a. den Fokus auf flach wurzelnde Pflanzen für eine schnelle und oberflächennahe Aufnahme von Düngemitteln und Wasser. Diese Pflanzen mit ihren flachen Wurzeln haben Hitze und Trockenheit wenig entgegenzusetzen.

Dürre kann besonders in sensiblen Wachstumsphasen, während der Blüten-, Blatt- und Fruchtbildung oder der Abreife dramatische Folgen für die Ernteerträge haben. Besonders betroffen wird die bereits heute trockene Region Unterfranken sein, bei der eine weitere Häufung von Dürreperioden im Sommer mit einer geologisch bedingten, geringen Wasserhaltekapazität der Böden zusammenfällt. Aber auch Mittelfranken und hier besonders das nördliche Westmittelfranken und viele Gebiete Oberfrankens

bzw. der Oberpfalz sind stark betroffen. Die Regionen mit niedrigen Grundwasserständen und die oben genannten Regionen decken sich weitgehend. Somit wird auch ersichtlich, dass künstliche Bewässerung mittel- und langfristig hier keine Abhilfe bieten können. Es wird vielmehr einen „Kampf“ um das Grundwasser geben und über Anbauverbote wird nachgedacht werden müssen.

Hitzestress kann zum Problem für Viehhaltung werden, indem Wachstums-, Milch- oder Reproduktionsleistungen der Tiere eingeschränkt werden. Dies wird insbesondere bei den anfälligeren Hochleistungszuchten auftreten.

### >>> Häufung von Unwettern, Hagel und Sturm

Die Datenreihen der Versicherungen sprechen eine deutliche Sprache. Die Schadereignisse nehmen stark zu.<sup>28</sup> Unwettern, einschließlich Stürmen und Tornados, kann praktisch nicht durch Anpassung von Produktionsmaßnahmen entgegengewirkt werden. So können diese zu erheblichen, bis hin zu totalen Ernteaussfällen führen.

Als besonders anfällige Kultur gilt der Hopfen: Staunässe schadet der fürs Bier so wichtigen Pflanze und auf Hagel reagiert sie besonders empfindlich. Laut einer Studie<sup>29</sup> von 2015 hat die Hallertau, unser wichtigstes Hopfenanbaugebiet, von 2009 bis 2015 fünf schwere Hagelstürme erlitten – fünfmal mehr als normal. Durch die zusätzlich steigenden Versicherungsprämien wird die globale Wettbewerbsfähigkeit des Hallertauer Hopfens künftig möglicherweise beeinträchtigt.



Abb. 14: Schwere Hagelschäden 2011 in der Hallertau<sup>30</sup>

### >>> Bodenerosion

Höhere Temperaturen beschleunigen die Zersetzung und Mineralisierung der organischen Substanzen in Böden. Enge Fruchtfolgen, intensive Düngung, hoher Pestizideinsatz sowie der fehlende Eintrag von organischem Material, führen zu Humusverlust und zum Verlust der biologischen Vielfalt im Boden. Die Bodenfruchtbarkeit wird geringer. Ist der Boden biologisch verarmt und verdichtet, gehen Wasseraufnahme und Wasserspeicherfähigkeit zurück. Dadurch entsteht Oberflächenabfluss und das Wasser fehlt in klimatisch bedingten Trockenzeiten. Durch häufigere Starkregenereignisse werden Erosionserscheinungen, wie Bodenabschwemmungen verstärkt auftreten. In Trockenzeiten wird Bodenabtrag durch Wind aufgrund fehlender schützender Hecken und Gehölze zunehmend wahrscheinlicher. Hauptrisikogebiet mit hohen Bodenabträgen ist das Tertiärhügelland. Hanglagen, leicht erodierbare Böden, die Dominanz des Ackerbaus, teils mit Sonderkulturen, dazu der verbreitete Maisanbau und ein meist geringer Grünlandanteil ergeben eine hohe Erosionsgefährdung.<sup>31</sup>

28 Daten der Münchner Rückversicherung XY

29 [https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag\\_de/themen\\_az/klimaschutz/Studie\\_-\\_Klimaauswirkungen\\_Dland.pdf](https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/klimaschutz/Studie_-_Klimaauswirkungen_Dland.pdf)

30 Hallertau.info

31 [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/starkregen-bodenerosion\\_sturzfluten\\_lfl-schriftenreihe.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/starkregen-bodenerosion_sturzfluten_lfl-schriftenreihe.pdf)

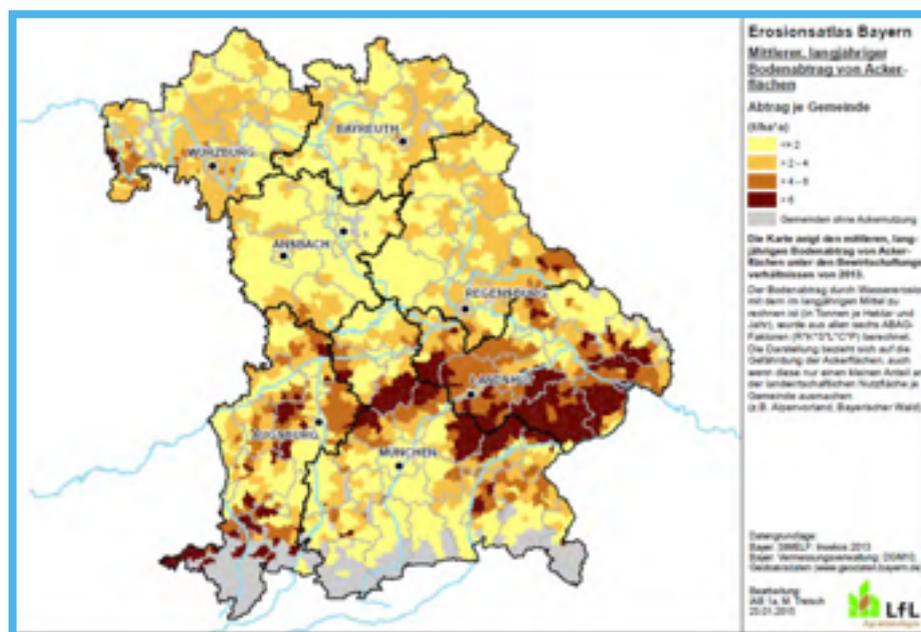


Abb. 15: Mittlerer langjähriger Bodenabtrag von Ackerflächen (in Tonnen pro Hektar und Jahr) je Gemeinde; Quelle: Landesanstalt für Landwirtschaft

Eine der am meisten erosionsbegünstigenden Kulturen ist der Mais. Nach der Saat bieten die Maispflanzen kaum Bodenbedeckung. Das Blätterdach schließt sich – je nach klimatischer Lage – erst im Juni. Das biologisch verarmte und verdichtete Erdreich ist Niederschlägen nicht nur schutzlos ausgeliefert, sondern auch so schnell gesättigt mit Wasser, dass es nichts mehr aufnehmen kann und bietet daher keinen Schutz bei Starkregenereignissen. So kann ungehindert Boden abgeschwemmt werden, insbesondere bei Äckern in Hanglagen. Dies ist jedoch nicht nur für die Bodenfruchtbarkeit negativ. Der tonnenweise abgeschwemmte Oberboden verfüllt ganze Gräben und Bäche. Die Bäche können nur noch einen Bruchteil des Wassers abführen, treten weitaus schneller über Ufer, überfluten große Bereiche und führen Unmengen Schlamm mit sich.

Eine detaillierte Studie zu den Auswirkungen der Starkregenereignisse vom Juni/Juli 2016 hat die Landesanstalt für Landwirtschaft erstellt. Die Dokumentation zeigt anhand von Bildern und genauen Analysen die Ausmaße der Schäden sehr gut auf.<sup>32</sup>

Festzuhalten bleibt, erosionsbedingte Schäden sind irreversibel. Deshalb ist die Art und Weise der Bewirtschaftung enorm wichtig für den Erosionsschutz. Beispielhaft dafür ist der ökologische Landbau, dessen Böden weit widerstandsfähiger gegen Trockenheit und Erosion sind.

32 [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/starkregen-bodenerosion\\_sturzfluten\\_lfl-schriftenreihe.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/starkregen-bodenerosion_sturzfluten_lfl-schriftenreihe.pdf)

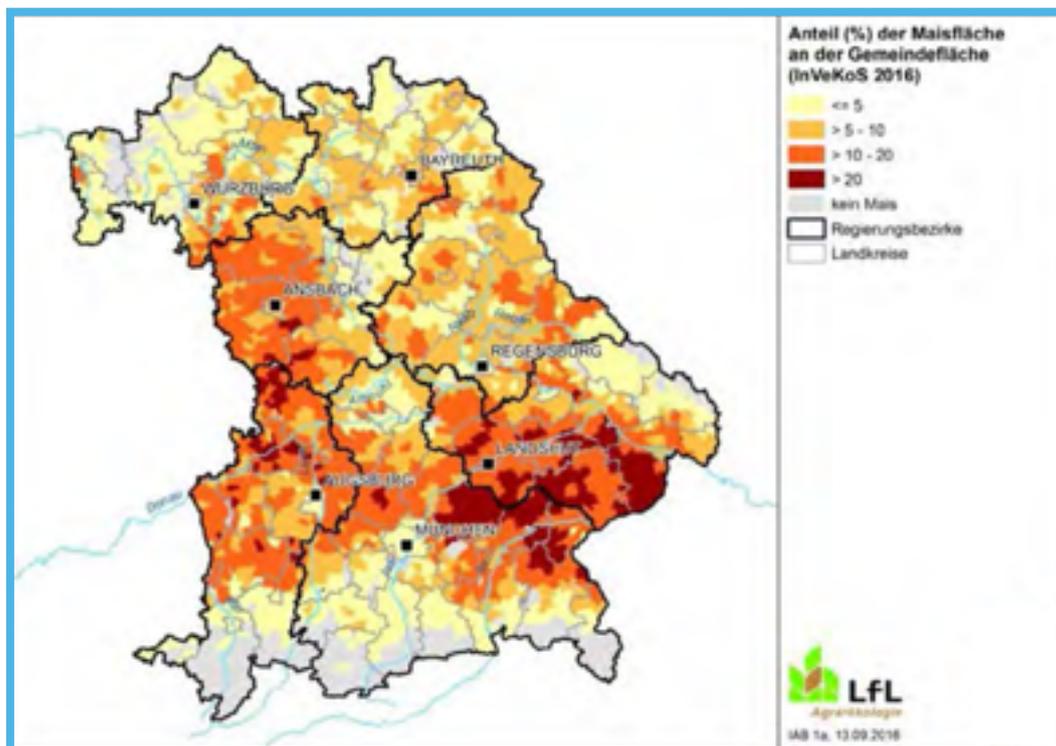


Abb. 16: Anteil der Maisfläche an der Gemeindefläche in Bayern 2016, Quelle: Landesanstalt für Landwirtschaft

## >>> Pflanzenkrankheiten und Schädlingsbefall

Die saisonalen Klimaänderungen führen zu Verschiebungen in der Synchronizität, also der zeitlichen Deckung zwischen den Lebenszyklen der Pathogene, der Schaderreger, ihrer Wirtspflanzen und ihrer natürlichen Gegenspieler.

In Mitteleuropa, wird derzeit tendenziell von einer zunehmenden Relevanz wärmeliebender Schaderreger, wie Getreideroste, Mehltau (*Blumeria graminis*), Dürffleckenkrankheit (*Alternaria solani*) und *Fusarium*-Arten sowie abnehmenden Aufkommen feuchtigkeitsliebender Schaderreger ausgegangen.<sup>33</sup> Veränderungen in der Populationsdynamik sind zu erwarten durch die zunehmende Lebendüberwinterung von Schaderregern und veränderte Mortalitätsraten während der Überwinterung, der schnelleren Entwicklung und Bildung zusätzlicher Generationen und der Verlängerung der Vegetations- und der Befallssaison. Es wird also zukünftig zu häufigeren und stärkeren Massenvermehrungen (Kalamitäten) von Schadinsekten kommen.

Veränderungen in der geografischen Verbreitung werden verstärkt beobachtet. Neue invasive Arten wandern ein und etablieren sich. Damit einher geht oftmals die Verdrängung von heimischen Arten. Derzeit liegen die Tagesdurchschnittstemperaturen in Mitteleuropa im Sommer noch oft unter dem für viele tierische Schaderreger optimalen Bereich. Ein weiterer Temperaturanstieg wird daher voraussichtlich zu erhöhten Reproduktionsraten einiger Arten führen. Durch die milden Winter wird es vermehrt dazu kommen, dass auch adulte Individuen einer Population den Winter überleben. Infolgedessen ist mit einem früheren Befall der Kulturpflanzen in Folgejahren zu rechnen. Vor allem die Bedeutung besonders wärmeliebender Schaderreger, wie beispielsweise einige Spinnmilben-, Schildlaus-, Wickler- und Nematodenarten wird zunehmen<sup>34</sup>: Ein Beispiel für (invasive) Landwirtschaftsschädlinge in Bayern, die vom Klimawandel begünstigt werden, ist die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*), die für Obst und Beerenanbau, besonders in Süddeutschland problematisch ist. Sie profitiert von milden

33 <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Faktenblatt-Landwirtschaft-Klimawandel.pdf>  
 34 Harrington & Woiod (1995); Jahn & Freier 2001; Steuerwald 2009; Lehrke 2011) . Kregel et al.(2014)

Wintern. Wirtsspezifische, biologische Bekämpfungsmittel sind hier nicht vorhanden, daher ist chemischer Pflanzenschutz momentan die einzige Eindämmungsmethode. Ebenfalls vom Klimawandel profitieren der Westliche Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*) aus Südamerika, die Walnussfruchtfliege, der Apfelbaumwickler, der Kartoffelkäfer und der Maiszünsler. Dieser verzeichnet besonders in Mittel- und Unterfranken stetige Zunahmen.

### 3.5 Folgen für Forstwirtschaft

#### >>> Natürliche Verbreitungsgebiete verschieben sich

Der Wald ist ein Leidtragender des Klimawandels, wie hier genauer erläutert wird. Gleichzeitig ist er aber auch Hoffnungsträger im Kampf gegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen, denn jeder Kubikmeter Holz speichert ca. 1 Tonne CO<sub>2</sub>.<sup>35</sup>

Bei Klimaveränderungen verschieben sich die natürlichen Verbreitungsgebiete. Pflanzen können neue Areale jedoch nur durch Ausbreitung ihrer Samen erobern. Dieses Tempo der Wanderung ist bei Bäumen sehr, sehr langsam. So dauerte die Wiederbesiedlung von Lebensräumen nach der letzten Eiszeit in Mitteleuropa mehrere tausend Jahre – und sie hält bis heute an. Bei der Tanne ist das Verbreitungsgebiet in Deutschland beispielsweise heute noch weit unterhalb ihrer Möglichkeiten. Das Tempo des heute stattfindenden Klimawandels übertrifft die Geschwindigkeit der Temperaturänderungen im Rahmen der Eiszeiten um ein vielfaches. So findet eine Arealverschiebung nordwärts und in höhere Lagen statt und es wird beispielsweise die Fichte in den nächsten Jahrzehnten große Teile ihres potenziellen Verbreitungsgebietes in Südwestdeutschland ausschließlich aufgrund steigender Temperaturen verlieren.<sup>36</sup>

Der resultierende physiologische Stress schwächt die Abwehrkräfte der Bäume gegen äußere Einflüsse wie den Schädlingsbefall. Die jährlichen Waldzustandserhebungen geben ein gutes Bild über den Gesundheitszustand unserer Wälder. Der letzte Bericht aus dem Jahr 2016 zeigt eine deutliche Verschlechterung des Kronenzustands. Waren im Jahr 2015 24,3 % aller bayerischen Baumarten deutlich geschädigt, so waren es im Jahr 2016 31,9 %. Der höchste Wert trat allerdings ein Jahr nach dem extremen Dürresommer 2003 mit rund 36 % deutlichen Schäden auf.<sup>37</sup>

Neben steigenden Temperaturen sind es vor allem die Niederschläge, welche die Vitalität der Bäume beeinflusst. Bis zum Jahr 2055 wird sowohl die absolute Jahresniederschlagsmenge in den trockenen Regionen Nord-West-Bayerns und in der eigentlich niederschlagsreichen (Vor-)Alpenregion abnehmen, als auch eine weitere jahreszeitliche Umverteilung der Niederschläge und damit verbunden trockenere Sommerhalbjahre zu beobachten sein. Dadurch sind künftig nicht nur die Waldbestände in den ohnehin schon trockenen Regionen Bayerns künftig gefährdet. Durch die besondere Anpassung der Bäume an ihren Standort, sind gerade in eigentlich niederschlagsreichen Regionen Bäume bei längeren Trockenperioden gefährdet, hydraulische Störungen (Embolien) im Wasser- und Nährstofftransport zu entwickeln, oder Photosynthese auszusetzen, was dazu führt, dass Bäume im Trockenstress deutlich weniger Holzzuwachs aufweisen.<sup>38</sup> Im Jahr 2015 werden die Werteinbußen durch den reduzierten Holzzuwachs in den bayerischen Wäldern auf 500 Mio. € geschätzt.

---

35 <http://www.proholz.at/holz-ist-genial/co2-neutral/>

36 Modellberechnung der Klimafolgenforschung an der Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, <http://www.fva-bw.de>, [https://www.waldwissen.net/wald/klima/wandel\\_co2/fva\\_arealverschiebung\\_hauptbaumarten/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/wald/klima/wandel_co2/fva_arealverschiebung_hauptbaumarten/index_DE)

37 [http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/waldschutz/dateien/anlage\\_Übersichtstabelle\\_kze\\_2005-2016.pdf](http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/waldschutz/dateien/anlage_Übersichtstabelle_kze_2005-2016.pdf)

38 [http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/trockenheit/fva\\_trockenheit\\_w2\\_1/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/trockenheit/fva_trockenheit_w2_1/index_DE)

## >>> Steigendes Anbaurisiko für bestimmte Baumarten

Der Klimawandel bedroht somit besonders die reinen Nadelwaldbestände. Diese nehmen in Bayern mit über 700.000 ha noch immer nahezu ein Drittel der Waldfläche ein.<sup>39</sup> Der „Brotbaum“ Fichte sollte zukünftig nur noch an gut geeigneten Standorten und auch dort nur in Beimischung angebaut werden, denn die Baumart ist durch Stürme, (Borken-)Käfer und zunehmend durch längere Trockenperioden im Sommer gefährdet. Die flachwurzelnde Baumart kann Stürmen und Trockenheit nur wenig entgegen setzen.

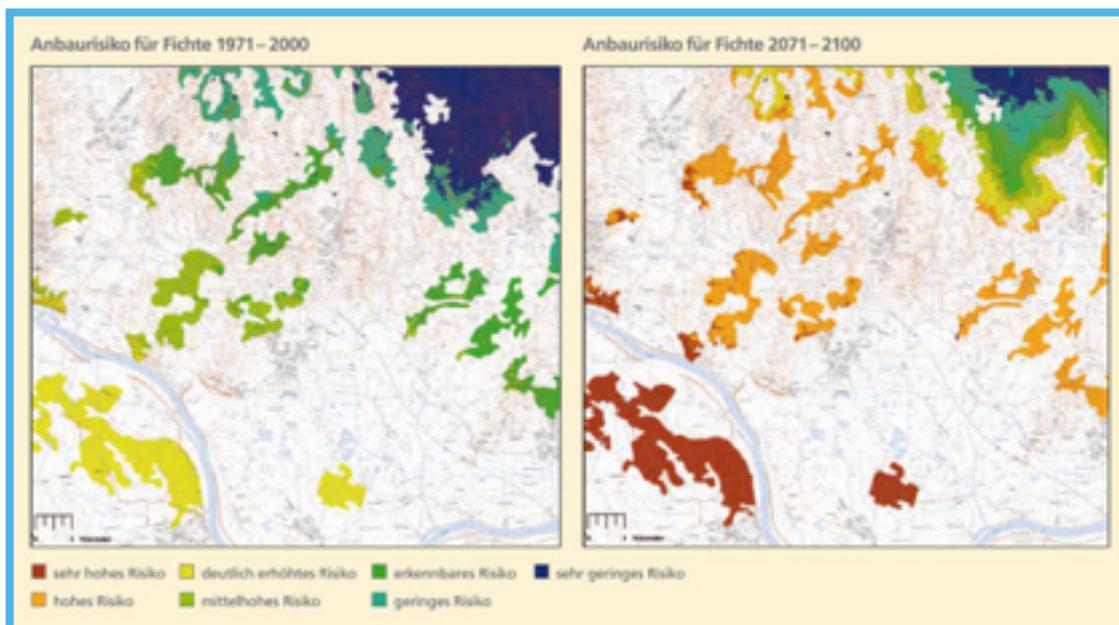


Abb. 17: Anbaurisiko der Fichte mit den Klimawerten der Perioden 1971-2000 und 2071-2100. Klimamodell WETTREG, Szenario B1, Der Kartenausschnitt zeigt das Donautal bei Irlbach und den Anstieg zum Bayerischen Wald. (Quelle: LWF, Daten: LfU, Bayer. Vermessungsverwaltung, DWD)

Wie schwierig zukünftig die richtige Baumartenwahl wird, zeigt diese Rechnung: Hitzewellen mit extremer Trockenheit, wie wir sie 2003 und 2015 erlebten, ereignen sich statistisch gesehen in Mitteleuropa alle 25 Jahre. Die sog. Umtriebszeit, also die Zeit bis zur Ernte eines Baumes, beträgt aber 80-140 Jahre. Bis ein Baum also erntereif ist, muss er mindestens 3-4 Dürresommer überstehen. Bäume, die heute gepflanzt werden, müssen bis zur Ernte mit dem Klima zurecht kommen, welches in rund 100 Jahren vorherrscht. Die richtige Baumartenwahl wird also sehr sehr schwer. Eine Verteilung des Risikos durch den Anbau vieler unterschiedlicher Baumarten ist die beste Wahl. Das Anbaurisiko für einzelne Arten wird von der Landesanstalt für Forstwirtschaft untersucht.<sup>40</sup> Insbesondere Hitze, Trockenheit und Schädlinge werden künftig voraussichtlich deutlich häufiger und stärker auftreten und die Bäume bisher nicht gekannten Stresssituationen aussetzen. Dies kann auf großen Flächen die Wälder in ihrer Substanz gefährden.<sup>41</sup>

Vor allem der Umbau der bestehenden reinen Nadelwaldbestände in klimatolerante Mischbestände ist konsequent zu verfolgen. Nur mit Hilfe von großflächiger Naturverjüngung kann die dringend benötigte Waldumbaufläche von ca. 20.000 ha pro Jahr erreicht werden. Dazu ist es nötig, dass auch Baumarten, wie die klimatolerante Tanne oder Eiche, ungehindert aufwachsen können. Dies gelingt nur, wenn tatsächlich die Abschlußzahlen von Rot- und Schwarzwild erfüllt werden. Die Kosten für Umzäunungen sind heute bereits gigantisch.

39 <http://www.lwf.bayern.de/bwi/080762/index.php>

40 [https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/forstpolitik/dateien/130510-klimarisikokarte\\_beispiele.pdf](https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/forstpolitik/dateien/130510-klimarisikokarte_beispiele.pdf)

41 <http://www.stmelf.bayern.de/wald/forstpolitik/wald-im-klimawandel/037277/index.php>

Im Alpenraum wird eine weit stärkere Erwärmung als im Flachland erwartet. Dies gefährdet besonders die Schutzwirkung des Bergwalds in den Bergen und im Alpenvorland.

Angesichts der durch den Klimawandel zu erwartenden steigenden Anzahl extremer Wetterereignisse (Trockenperioden, Blitzschläge) ist zukünftig aber auch für Bayern mit einer erhöhten Waldbrandgefahr zu rechnen. So ist auf der Homepage des Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten zu lesen: „Die Waldbrandgefahr steigt durch längere sommerliche Trockenperioden und Hitze deutlich“.<sup>42</sup>

Sturm: Die Extrapolation von Windspitzen für 100-jährige Wiederkehrzeiten zeigt, dass in den Alpen Windgeschwindigkeiten von bis zu 73 m/s alle 100 Jahre erwartet werden können. Allerdings sind diese Spitzenböen sowohl von den Stürmen Vivian (1990), Lothar (1999) als auch Kyrill (2007) bereits übertroffen worden!<sup>43</sup>

Durch die milden Winter wird auch die Bodenverdichtung bei Forstarbeiten, die vorrangig im Winterhalbjahr durchgeführt werden, steigen. Zusätzlich können sich die Böden schwerer von Verdichtungen regenerieren, weil die dafür erforderlichen Frosttage abnehmen. Da die Tragfähigkeit der Böden auch maßgeblich vom Wassergehalt abhängt, ist es zukünftig angeraten trockene Perioden, wie sie öfter im Herbst auftreten, für die Holzernte zu nutzen. Des Weiteren wird die Abwehrfähigkeit durch Harzdruck bei Trockenstress verringert, was zu erhöhter Anfälligkeit von Schadinsektenbefall (Rindenbrüter) führt. Gleichzeitig bieten trocken-warme Wetterlagen pflanzenfressenden Insekten günstigere Entwicklungsbedingungen.<sup>44</sup> Von der internationalen Alpenschutzkommission CIPRA wurde im Jahr 2012 eine umfassende Studie zur Waldwirtschaft in Zeiten des Klimawandels erarbeitet. Diese fasst die Problematik und die nötigen Maßnahmen im Alpenraum sehr gut zusammen.<sup>45</sup>

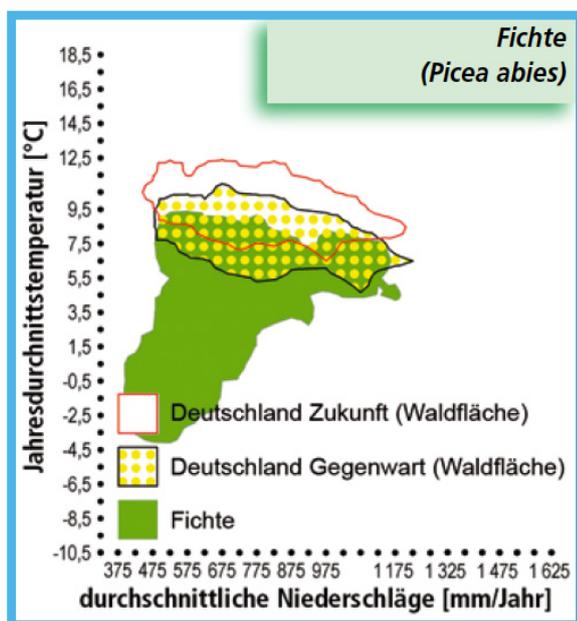


Abb. 18: Baumarten im Vergleich von 2000 zu 2010 (Klimaszenario A1B) abgeleitet aus Nischenmodellen  
Quelle: Umweltbundesamt<sup>46</sup>

Übereinstimmung der Klimahüllen von 16 Waldbaumarten mit dem gegenwärtigen und zukünftigen Klima auf der Waldfläche Bayerns (Tabelle 1)

Baumart	Übereinstimmung		Differenz (%)
	1950–2000 (%)	2071–2100 (%)	
Douglasie (Herkünfte der Importgebiete)	8	54	+46
Flaumeiche	54	93	+39
Winterlinde	67	84	+17
Sandbirke	73	88	+15
Stieleiche	81	93	+13
Esche	88	97	+9
Spitzahorn	84	93	+9
Esskastanie	90	99	+9
Traubeneiche	90	98	+8
Sommerlinde	90	97	+7
Rotbuche	97	100	+2
Bergahorn	99	100	+1
Douglasie (alle Küstenherkünfte)	100	100	±0
Weißtanne	100	82	-18
Waldkiefer	63	26	-37
Eur. Lärche	76	26	-51
Fichte	83	17	-65

42 <https://www.stmelf.bayern.de/wald/waldschutz/waldbrand/index.php>

43 Augter G, Roos M (2011) Berechnung von Sturmintensitäten für Deutschland. Bericht des Deutschen Wetterdienstes Nr. 236, Offenbach am Main

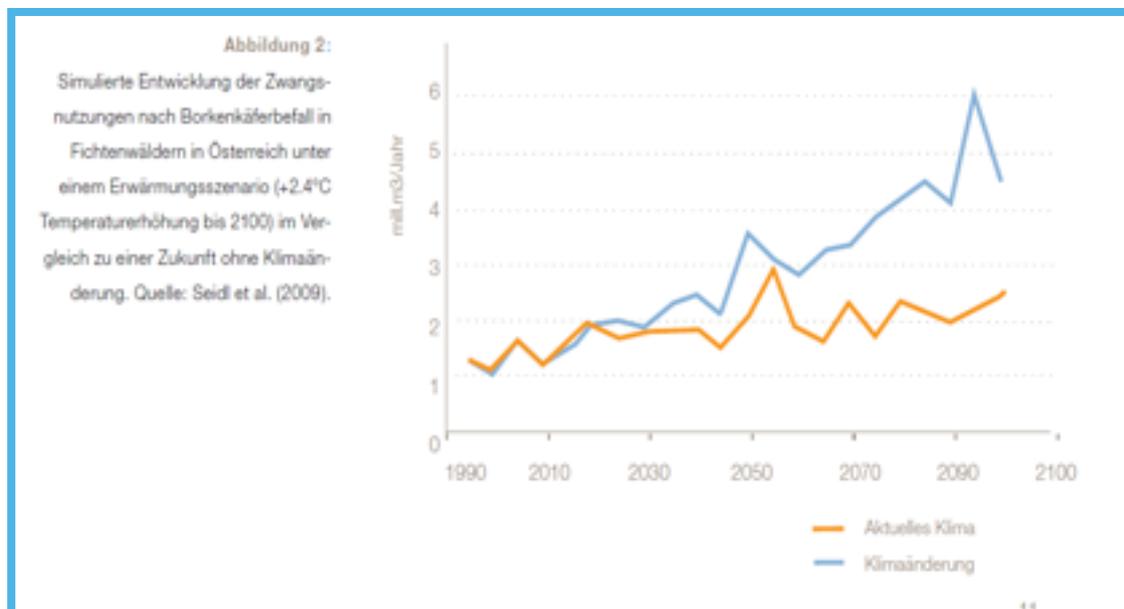
44 Mattson & Haack (1987). Erhöhung von Hitzestress, Waldbrandgefahr und Versauerungsgefährdung (BayKLAS)

45 [http://www.cipra.org/de/dossiers/22/1052\\_de/inline-download](http://www.cipra.org/de/dossiers/22/1052_de/inline-download)

46 [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/656/dokumente/3\\_uba-dialog\\_waldbewirtschaftung\\_taeger.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/656/dokumente/3_uba-dialog_waldbewirtschaftung_taeger.pdf)

## >>> Beispiele für Waldschädlinge und Pathogene, die vom Klimawandel begünstigt werden

- Eichenprozessionsspinner: Die insbesondere in mediterranen Regionen beheimateten Prozessionsspinner konnten bereits seit Anfang des Jahrhunderts ihr Verbreitungsgebiet stark erweitern. Besonders in den warm-trockenen Regionen in Nordbayern mit Befallsgebieten v.a. in Franken, aber auch in Teilen Schwabens ist dies festzustellen. >>> **siehe Gesundheitliche Folgen**. Da auch zahlreiche andere Tierarten, wie Schwammspinner, Wicklerarten u.a., von steigenden Temperaturen profitieren, werden viele Wälder zukünftig stärker ausgelichtet sein. Dies wiederum schafft optimale Bedingungen für die wärmeliebenden Eichenprachtkäfer. Bereits wenige, horizontal unter der Rinde fressende Prachtkäferlarven können zum Absterben der Eichenkrone, oder sogar des ganzen Baumes führen. (lwf.bayern.de)
- Begünstigung von Borkenkäfern: Bei warmen Frühling setzt der Schwarmflug zwei Wochen früher ein. In warmen Jahren können sich so zusätzliche Generationen an Schadinsekten sich entwickeln. Intensivere Befälle im Bergwald bis zur Baumgrenze sind zu erwarten. Dem Buchdrucker steht mehr Zeit für Bruten bis in den Spätsommer zur Verfügung. Die Ausbildung einer dritten Generation und mehrerer Geschwisterbruten ist somit möglich.<sup>47</sup>
- Durch die Niederschlagsumverteilung hervorgerufene Austrocknung und Staunässe führen verstärkt zum Absterben von Feinstwurzeln und eröffnen Bodenpilzen ein Eindringen in den Stamm. In diesem Zusammenhang wird besonders der Hallimasch als Bedrohung genannt, dessen Fruchtkörper nach Sommertrockenheit in den letzten Jahren bereits verstärkt auftraten.



Simulation der künftigen Schäden durch Borkenkäferbefall, unter Beibehaltung der derzeitigen Bewirtschaftungsweise in Österreich im Vergleich zu den Schäden ohne Klimaerwärmung. >>> Verdopplung der Schäden bei Beibehaltung der Bewirtschaftungsweise

## 3.6 Folgen für Naturschutz und Biodiversität

<http://neobiota.bfn.de/23241.html>

Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln erläutert, findet durch die Klimaerwärmung eine Verschiebung der klimatisch geeigneten Verbreitungsgebiete statt. Die Erwärmung zwingt viele Arten zur Verlagerung ihrer Verbreitungsgebiete in vergleichsweise kurzen Zeiträumen. Dies kann sogar für weit verbreitete Arten problematisch werden. Zum Beispiel für Baumarten mit langen Lebenszyklen oder für Arten, die nur sehr langsam wandern können. Ein Verlust an Lebensräumen für die bisher heimischen Arten geht damit einher, denn ihre Verbreitungsgebiete verlagern sich nordwärts und bergauf.

Die Änderungen der Temperaturen in den verschiedenen Jahreszeiten hat auch Einfluß auf die Lebenszyklen der Lebewesen. Fortpflanzung und Wanderungen verschieben sich. Es kommt zu einer Auflösung zeitlicher und räumlicher Beziehungsgefüge mit anderen Arten (z.B. Räuber/Beute, Blütenbestäubung).

Die gewohnte Nahrungsgrundlage für viele Arten ändert sich und wird reduziert. Ganze Ökosysteme werden in ihrer Artenzusammensetzung und Struktur Änderungen erfahren und destabilisiert.

Eine Besonderheit ist zudem die Beschleunigung von Prozessen durch höhere Temperaturen. Die Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel von van t'Hoff besagt, dass chemische Reaktionen bei einer um 10° erhöhten Temperatur doppelt bis dreimal so schnell ablaufen. Wechselwarme Tierarten, wie Fische, Amphibien, Reptilien und Insekten, sind stärker betroffen als gleichwarme Tierarten (Säugetiere, Vögel).

So verdoppelt sich das Wachstum des Karpfens bei 30 °C Wassertemperatur gegenüber 20 °C gemäß der Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel. In diesem Zusammenhang konnte für Produktionsteiche im Raum Königswartha anhand langjähriger Reihen vom 1950 bis 1989 nachgewiesen werden, dass ein Grad Erhöhung der Wassertemperatur von Juni bis August für eine Ertragserhöhung von mehr als 100 kg/ha bei der Erzeugung einsömmeriger Satzkarpfen K1, 70 kg/ha bei der Satzkarpfenerzeugung (zweisömmerige Satzkarpfen K2) und etwa 50 kg/ha bei der Speisekarpfenerzeugung verantwortlich ist<sup>48</sup>.

In der freien Natur gibt es hierzu praktisch keine Untersuchungen. Es besteht erheblicher Forschungsbedarf.

Auch zur Beurteilung, ob die zunehmend milden Winter im großen Stil die bei uns überwinternden Vögeln bevorteilt und die Zugvögel benachteiligt, ist heute noch nichts zu sagen. Hier fehlen noch ausreichende Datengrundlagen.

### >>> Moore, sensible Arten und Ökosysteme

Durch den Klimawandel wird es zu einer zusätzlichen Belastung für sensible Arten und Ökosysteme, insbesondere in den Naturräumen der Alpen, den höheren Lagen der Mittelgebirge sowie in Feuchtgebieten, Mooren und Talauen kommen.

Besonders verschärft wird sich die Situation seltener Arten in Bayern, die auf kalte oder feuchte Sonderstandorte angewiesen sind und bei Erwärmung und temporärer Austrocknung dieser Lebensräume keine Ausweichmöglichkeiten haben. Einige Pflanzen und Tiere werden die neuen, für sie günstigen Zonen wegen Ausbreitungshemmnissen nicht erreichen. Kälteliebende Pflanzen wie z.B.

---

48 Auswirkungen des Klimawandels auf die Perspektiven in der sächsischen Teichwirtschaft, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) und des Staatsbetriebes Sachsenforst (SBS)

viele der Eiszeitrelikte<sup>49 50</sup>, werden in unseren Breiten zurückgehen oder (lokal) aussterben.<sup>51</sup> Dabei kommt Bayern eine besondere Verantwortung bei der Erhaltung endemischer und subendemischer Arten zu. Gefährdete, hochalpine Pflanzen sind weder über Langzeitkonservierung in Samenbanken noch über Umsiedelung in entfernte, kühlere Gebirgsregionen zu erhalten.<sup>52</sup> Ähnlich sieht es bei Endemiten und Eiszeitrelikten in Bayern aus. Daher besteht die einzige Möglichkeit der Erhaltung dieser Arten in der soweit möglichen Optimierung ihrer Lebensräume in Bayern. Betroffen sind davon insbesondere hochalpine Zonen, Kälteinseln (auch Quellen und Oberläufe), Feuchtgebiete und Moore.

Gerade der Schutz von Mooren ist aus Gründen der CO<sub>2</sub> Speicherung<sup>53</sup>, als auch aus Artenschutzgründen sehr wichtig. Die enormen Einsparungen an CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Wiedervernässung von Moorstandorten, hat die grüne Landtagsfraktion im Klimaschutzkonzept „Grüne Landwirtschaft – Für ein gutes Klima“ zusammengefasst.<sup>54</sup> Da 80% der bayerischen Moorflächen in den letzten hundert Jahren verloren gingen und sich von den verbleibenden Flächen viele in einem degradierten Zustand befinden, sind viele auf Moorstandorte angewiesene Arten gefährdet, isoliert und reagieren besonders empfindlich auf klimabedingte Veränderungen der hydrologischen Verhältnisse.

### >>> Besonders stark trifft es die Alpen

Bereits eine Temperaturerhöhung von 1°C führt im Gebirge zu einer Verschiebung der Vegetationszone um 200 Höhenmeter.<sup>55</sup> So steigt in den Alpen mit der Erwärmung die Waldgrenze stetig, auch wenn in Bayern vielerorts die Almwirtschaft die Ausbreitung des Gebirgswalds in höhere Lagen zu verhindern versucht. Die Verschiebung der Vegetationszonen kann aufgrund der überdurchschnittlichen Erwärmung im Alpenraum die Verdrängung von seltenen Hochgebirgsarten zur Folge haben und sich negativ auf die Biodiversität auswirken. Pflanzen, denen es in tieferen Lagen zu warm wird, müssen immer höhere Etagen besiedeln, verdrängen dort aber wieder andere. Insbesondere die sehr kältetoleranten Hochgebirgsarten sind gefährdet von weiter verbreiteten, höher wandernden Gebirgsarten verdrängt zu werden oder nicht ausreichend passenden Lebensraum vorzufinden. Für an große Kälte angepasste Arten würde es bei einer Erwärmung von mehr als 2 % einfach zu warm. Außerdem sind die steileren Hänge in höheren Lagen als Untergrund für etliche Pflanzen nicht mehr geeignet. Hochrechnungen für

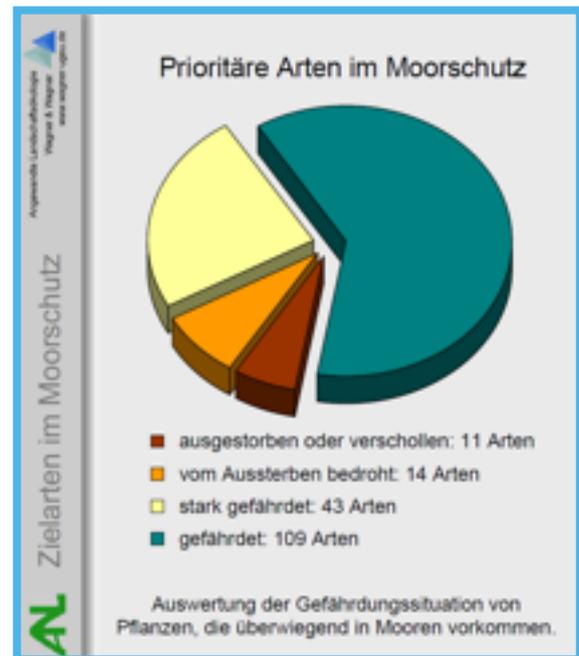


Abb. 19: Quelle: Wagner, Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ANL Fachtagung 2008

- 49 Eiszeitrelikte sind Überlebenskünstler vorwiegend an tiefe Temperaturen angepasste Pflanzenarten, die sich seit der letzten Eiszeit in Kälteinseln wie Quellen und Dolinen, oder an Nährstoffarmen Standorten und Hochmooren gegen ihre Konkurrenz durchsetzen konnten.
- 50 [http://www.wagner-ugau.de/data/moore/\\_docs/moorpflanzen\\_eiszeitrelikte\\_hydrologie/ANL\\_moorhydrologie\\_eiszeitrelikte\\_wagner\\_20081205\\_ppt.pdf](http://www.wagner-ugau.de/data/moore/_docs/moorpflanzen_eiszeitrelikte_hydrologie/ANL_moorhydrologie_eiszeitrelikte_wagner_20081205_ppt.pdf)
- 51 <https://www.robinwood.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Magazin/2010-4/107-12-13-titel-klima1b.pdf>
- 52 [http://www.gloria.ac.at/publications/20131101\\_Es\\_wird\\_zu\\_heiss\\_fuer\\_Alpenblumen\\_CH.pdf](http://www.gloria.ac.at/publications/20131101_Es_wird_zu_heiss_fuer_Alpenblumen_CH.pdf)
- 53 Der mikrobielle Abbau von organischem Material und die damit verbundene Freisetzung von CO<sub>2</sub> wird in Mooren durch den Wasserstand verhindert. Dies führt zu Speicherung (Sequestrierung) und Rückhaltung von CO<sub>2</sub> im Boden bzw. Torfkörper
- 54 Klimaschutzkonzept grüne Landtagsfraktion GRÜNE LANDWIRTSCHAFT – FÜR EIN GUTES KLIMA, S. 18.: <http://www.martin-stuempfig.de/de/klimaschutz/klimaschutzkonzepte.html>
- 55 [https://www.lfu.bayern.de/natur/klimawandel/doc/klimawandel\\_artikel.pdf](https://www.lfu.bayern.de/natur/klimawandel/doc/klimawandel_artikel.pdf)

die europäischen Alpen ergaben, dass bis zum Ende des 21. Jahrhunderts 60% der alpinen Blütenpflanzen als Konsequenz dieser Klimafolgen aussterben könnten.<sup>56</sup> Ein Beispiel dafür wäre das Stängellose Leimkraut (*Silene acaulis*), dem bei anhaltender Erwärmung im Nationalpark Berchtesgaden ein Ausweichen in höhere Lagen nicht mehr möglich wäre. Darunter auch Endemiten, die als Relikte der Eiszeit erhalten geblieben sind.<sup>57</sup>

### >>> Veränderungen in der Artenvielfalt und Zusammensetzung

Nach modellhaften Berechnungen<sup>58</sup> der Entwicklung der Artenvielfalt für Deutschland bis 2050 durch das Potsdam Institut für Klimaforschung, zeichnet sich für Bayern eine deutliche Veränderung der Artenvielfalt ab.

Artenverluste (Pflanzen und Tiere) werden im südbayerischen Raum, in der Bodenseeregion sowie in den Alpen und im Alpenvorland, in der Größenordnung von 5 bis 15 % erwartet. Auch in Südbayern, im Donautal von Regensburg flussabwärts mit südlich angrenzenden Bereichen, in Nord- und Nordwestbayern, im Raum Nürnberg-Bamberg-Coburg-Würzburg und im Raum Aschaffenburg, ist von Artenverlusten in ähnlicher Größenordnung auszugehen.

Im übrigen Bayern einschließlich der ostbayerischen Grenzgebirge und der Frankenalb, ist dagegen mit einer Erhöhung der Artenvielfalt (durch Zuwanderung) in der Größenordnung von 5 bis 15 % zu rechnen. Es werden Rückgänge der krautigen und holzigen Pflanzenarten in den Alpen und dem Alpenvorland um bis zu 25 % erwartet. Amphibien und Reptilien sind als wechselwarme Tiere den Umweltbedingungen zwar noch direkter ausgesetzt, könnten aber unter bestimmten Bedingungen von der Klimaerwärmung profitieren, soweit sie nicht unter den zunehmenden Trockenperioden leiden.

Während im Pflanzenbereich erst in ein paar Jahrzehnten dramatische Auswirkungen des Klimawandels erwartet werden<sup>59</sup>, ist bei der heimischen Fauna rasch mit dramatischen Veränderungen zu rechnen. Sichtbar wird dies zum Beispiel an der flächendeckenden Ausbreitung des Asiatischen Marienkäfers innerhalb nur weniger Jahre in Europa.<sup>60</sup> Nicht nur der asiatische Marienkäfer ist ein Zuwanderer der vom wärmeren Klima profitiert, vielmehr wird die Ausbreitung vieler neuer, eingewanderter Arten (sog. Neozoen) in Bayern durch den Klimawandel begünstigt.

### >>> Neue Arten

Als Passagiere des globalisierten Welthandels und Tourismus, aber auch durch gezielte Einführung von Zierpflanzen, Nutztierarten oder Haustieren, gelangen ständig neue Arten aus weit entfernten Regionen und Ökosystemen nach Deutschland und Bayern. Diese seit 1492 in Europa eingeführten Arten nennt man Neobiota. Neobiotische Pflanzen nennt man Neophyten, neobiotische Tiere Neozoen. Finden sie hier passende Lebensbedingungen vor, können diese Arten Bestände in freier Wildbahn etablieren und sich vermehren, was der einheimischen Flora und Fauna oftmals Probleme bereitet. In Deutschland gibt es 808 etablierte Neobiota-Arten, rund 2000 weitere Arten die eingeschleppt wurden kommen sporadisch vor und haben sich noch nicht etabliert. Nur insgesamt 59 Arten wurden als invasiv identifiziert.<sup>61</sup> Die eingeschleppten Arten haben in Bayern vorerst keine natürlichen Gegen-

---

57 Pauli (2013) Global Observation Research Initiative in Alpine Environments [http://www.wienerzeitung.at/themen\\_channel/wissen/klima/553835\\_Neue-Arten-bringen-neue-Gefahren.html](http://www.wienerzeitung.at/themen_channel/wissen/klima/553835_Neue-Arten-bringen-neue-Gefahren.html)

58 Cramer (2006): Globaler Klimawandel und Wälder

59 Pauli (2013) Global Observation Research Initiative in Alpine Environments [http://www.wienerzeitung.at/themen\\_channel/wissen/klima/553835\\_Neue-Arten-bringen-neue-Gefahren.html](http://www.wienerzeitung.at/themen_channel/wissen/klima/553835_Neue-Arten-bringen-neue-Gefahren.html)

60 Komposch (2013)

61 <https://neobiota.bfn.de>

spieler und können sich daher anfänglich oft sehr schnell ausbreiten. Sie können dabei andere Arten verdrängen, weil sie konkurrenzstärker sind oder als zusätzliche Fraßfeinde heimischen Arten zusetzen. Jedoch sind einheimische Arten in der Lage auf neue eingeführte oder eingeschleppte Arten im Einzelfall mit systemimmanenten Regelungsmechanismen zu reagieren bzw. diese langfristig evolutionär zu entwickeln. Es entwickeln sich neue Räuber-Beute Beziehungen, bzw. Parasit-Wirt Beziehungen und zwischenartliche Konkurrenzen.<sup>62</sup> Die meisten eingeführten, etablierten Arten sind naturschutzfachlich nicht problematisch und bedürfen keiner Maßnahmen. Bestimmte sogenannter Neobiota jedoch bergen außerhalb ihres Verbreitungsgebiets ein Gefährdungspotenzial der biologischen Vielfalt, besonders für Arten, die ohnehin aufgrund anderer Ursachen bereits gefährdet sind. Diese werden als invasive Arten bezeichnet.

Die Mehrzahl der eingeschleppten Arten wird hierzulande durch die steigenden Temperaturen und milderen Winter nachweislich in ihrer Ausbreitung begünstigt.<sup>63</sup>

Es ist damit zu rechnen, dass sich die aktuell wirksame Beschränkung vieler wärmeliebender Neozoen an menschliche Ballungsräume und anthropogen erwärmten Teilstrecken von Fließgewässern (z.B. durch Einleitung von Kühlwasser aus Kraftwerken) auflöst und sich durch die Klimaerwärmung auch die ländlichen Regionen Deutschlands inklusive der Gewässer verstärkt mit Neozoen konfrontiert sehen werden.<sup>64</sup> Beispiel hierfür ist die aus Asien stammende Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*), die anfangs vor allem im Bereich der Kühlwasserfahnen von Kraftwerken in unseren großen Fließgewässern gefunden wurde und welche ihren Reproduktionserfolg durch die in den letzten Jahren erfolgte Wassererwärmung signifikant erhöhen konnte.



Abb. 20: Dichter Goldrutenbestand

Als klimawandelbegünstigte Neophyten<sup>65 66</sup> mit hohem bis sehr hohem Schadpotenzial gelten in Bayern unter anderem:

Die Robinie *Robinia pseudoacacia*, die durch Stickstoffanreicherung im Boden Magerstandorte bedroht, die Kannadische und Späte Goldrute *Solidago canadensis*, *Solidago gigantea*, die auf Magerflächen oder auch gestörten Feuchflächen dichte Bestände bilden. Der Riesenbärenklau *Heracleum mantegazzianum* und die Beifußblättrige Ambrosie *ambrosia artemesifolia* sind vor allem als Gefahr für die menschliche Gesundheit einzustufen.

**>>> siehe Gesundheitliche Folgen**

### **>>> Geänderte Lebensbedingungen in den Fließgewässern**

Die klimawandelbedingte Verschiebung der innerjährlichen Niederschlagsmengen und die vermehrten Extremereignisse (Winterhochwasser, extreme Sommertrockenheit) mit nachfolgenden Erosions- und Abschwemmungsprozesse führen in Mittel- und Unterläufen zu höheren Sedimentfrachten, Eutrophie-

62 <http://neobiota.bfn.de/23241.html>

63 <http://neobiota.bfn.de/klimawandel.html>

64 <http://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/skript409.pdf>

65 Nach 1492 eingewanderte bzw. eingeschleppte Pflanzenarten

66 <http://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/skript409.pdf>

rung und geringen Abflüssen im Sommer. Durch die fortschreitende Eutrophierung wird das Pflanzenwachstum zunehmen, bis hin zu starker Verkrautung, die häufig mit einer Abnahme der ökologischen Qualität einhergeht.<sup>67</sup> Durch die niedrigen Wasserstände können besondere Lebensräume, z. B. Laichplätze in den Auen, nicht mehr erreichbar sein.<sup>68</sup> Ist in den Sommermonaten zusätzlich die Wassertemperatur erhöht, kann diese zu einer thermischen Barriere für wandernde Fischarten (z.B. Lachs, Meerforelle, Maifisch) werden. Die niedrigere Sauerstoffkonzentration bedeutet zusätzlichen Stress für alle im Wasser lebenden Tiere.

Während sich die kälteliebenden Arten der Oberläufe in immer höhere, noch kalte Gewässerabschnitte zurückziehen müssen und dabei Lebensraum verlieren, breiten sich die wärmeliebenden Arten der unteren Flussregionen aus, unter denen sich zunehmend auch eine erhebliche Anzahl an Neobiota befinden. Dies gilt insbesondere für Bäche und kleine Flüsse der Kalkalpen, die eine hohe Anzahl an endemischen, kälteliebenden Arten aufweisen und daher von besonderem naturschutzfachlichem Wert sind.

### 3.7 Folgen für die menschliche Gesundheit

Die durch den Klimawandel bedingten Veränderungen stehen in Zusammenhang mit einer Reihe an Krankheitsbildern und Gefahren für die menschliche Gesundheit.

An erster Stelle ist die Zunahme hitzebedingter Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, der Nieren, der Atemwege und Stoffwechselerkrankungen im Sommer zu nennen (>>> **siehe auch Städte und Ballungszentren**). Als gefährdet gelten vor allem Alte, Kranke, Pflegebedürftige, Kinder sowie Menschen in Außenberufen.

Der Hitzesommer 2003 hat Schätzungen zur Folge 70.000 Hitzetote in Europa und einen wirtschaftlichen Gesamtschaden von über 13 Mrd. US Dollar verursacht. Damit gehört die Hitzewelle zu den opferreichsten Naturkatastrophen in den letzten 40 Jahren weltweit.

Die Hitzewelle von Juni bis September 2015 bescherte vielerorts in Europa die höchsten Temperaturen seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.

In vielen Ländern wurde eine hitzebedingte erhöhte Sterblichkeit verzeichnet. Die mit der Hitze einhergehenden Unwetter forderten weitere Menschenleben in zahlreichen EU-Staaten.

Modellsimulationen deuten darauf hin, dass bis zum Ende des 21. Jahrhunderts die Zahl der Todesfälle durch ischämische bzw. koronare Herzerkrankungen, die auf Hitzewellen in Deutschland zurückzuführen sind, um den Faktor 2,4 (bei akklimatisierten Personen) bzw. 5,1 (bei nicht akklimatisierten

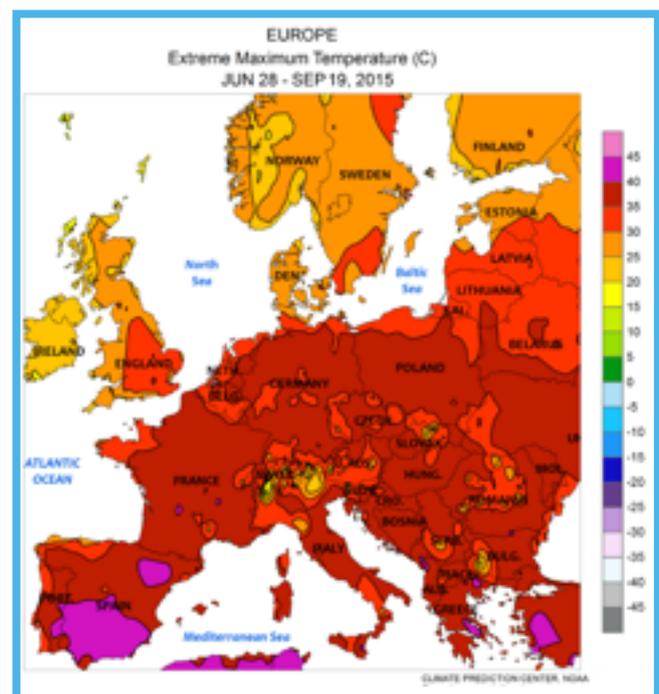


Abb. 21: Von NOAA / National Weather Service – National Centers for Environmental Prediction – Climate Prediction

67 Arbeitskreis Klimaveränderung und Wasserwirtschaft unter Mitarbeit des Bayerisches Landesamts für Umwelt, <http://fliessgewaesserbiologie.kliwa.de/indikatoren/wirkungsbeziehungen/>

68 Antwort der Bundesregierung auf schriftliche Anfrage der Grünen, zu den Auswirkungen des Klimawandels auf Fließgewässer Drucksache 18/12692

Personen) zunehmen werden.<sup>69</sup> Zudem lässt sich bereits heute eine Zunahme des weißen Hautkrebs beobachten.

Auch die Belastung durch Allergene nimmt zu. Zum einen durch die Verlängerung der Pollenflugsaison, die sich von 1985 bis 2015 um rund zehn Tage steigerte, zum anderen durch die Verbreitung wärmeliebenden Neophyten. Dabei ist vor allem die stark allergene Beifuß-Ambrosie *Ambrosia artemesifolia* zu nennen, die mit ihrem späten Pollenflug, die Belastungsphase für Allergiker verlängert und Kreuzallergien auslöst.

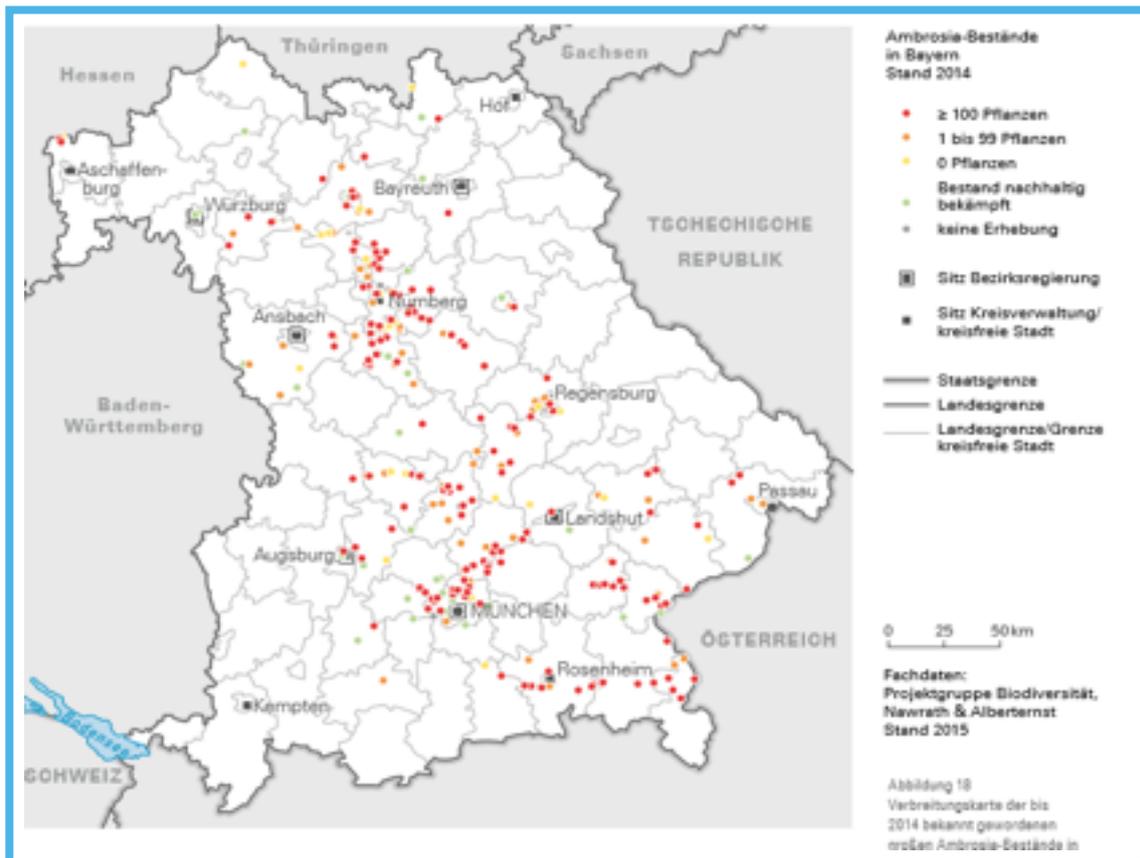


Abb. 22: Ambrosiabestände in Bayern<sup>70</sup>

Vorsicht ist auch vor dem bis zu 4 Meter großen Riesenbärenklau *Heracleum mantegazzianum* geboten. Der Kontakt mit der phototoxischen Pflanze kann schmerzhaft Verbrennungen nach sich ziehen. Wärmeliebende Krankheitsüberträger wie Zecken und Stechmücken können länger im Jahr aktiv sein und mehr Generationen ausbilden. Dies kann zu einer Zunahme der FSME und Borreliose-Erkrankungen führen. Darüber hinaus etablieren sich auch Neozoen wie Sandmücke (überträgt Leishmaniose) und Asiatische Tigermücke (überträgt Dengue- und Gelbfieber), was zum häufigeren Auftreten neuer Erkrankungen führen kann.

Auch bodennahes Ozon hat sich durch die Stickstoffemissionen in Europa im Vergleich zur vorindustrialisierten Zeit verdreifacht. Insbesondere an sonnenreichen, warmen Sommertagen wird bereits heute oft vor der Ozonbelastung gewarnt. Bei weiterem Ausstoß von Schad- und Stickstoffen und einem Anstieg der Sommer- und Hitzetage, ist mit ernsthaften Gesundheitsfolgen durch das für den Menschen giftige Gas zu rechnen, das Atembeschwerden und Kopfschmerzen, in schlimmen Fällen sogar Lungenkrankheiten hervorruft.

69 Bayerischer Landtag, Antwort schriftliche Anfrage Christian Magerl 17/8031

70 Bayerisches Klimaanpassungsprogramm 2016

### 3.8 Klimafolgen in Städten und Ballungszentren

Ein weiterer, vom Klimawandel besonders betroffener Bereich sind Städte und Ballungszentren, in denen, beeinflusst durch dichte Bebauung und dem hohen Versiegelungsgrad der Temperaturunterschied zum Umland bis zu 10°C betragen kann – der sogenannte Wärmeinseleffekt. Gebäude und Straßen speichern die Wärme und selbst in der Nacht kühlen Städte kaum ab. Alle Städte, die einen hohen Versiegelungsanteil haben, sind besonders betroffen. So ist beispielweise die Situation in München, Nürnberg und Regensburg besonders angespannt. Die Stadtklimaanalyse in München zeigt deutlich die erhöhten Temperaturen im stark versiegelten Stadtkern, sowie den kühlenden, positiven Effekt von Parkanlagen und Gewässern (Englischer Garten und Isar als blauer Streifen von Südwest nach Nordost).

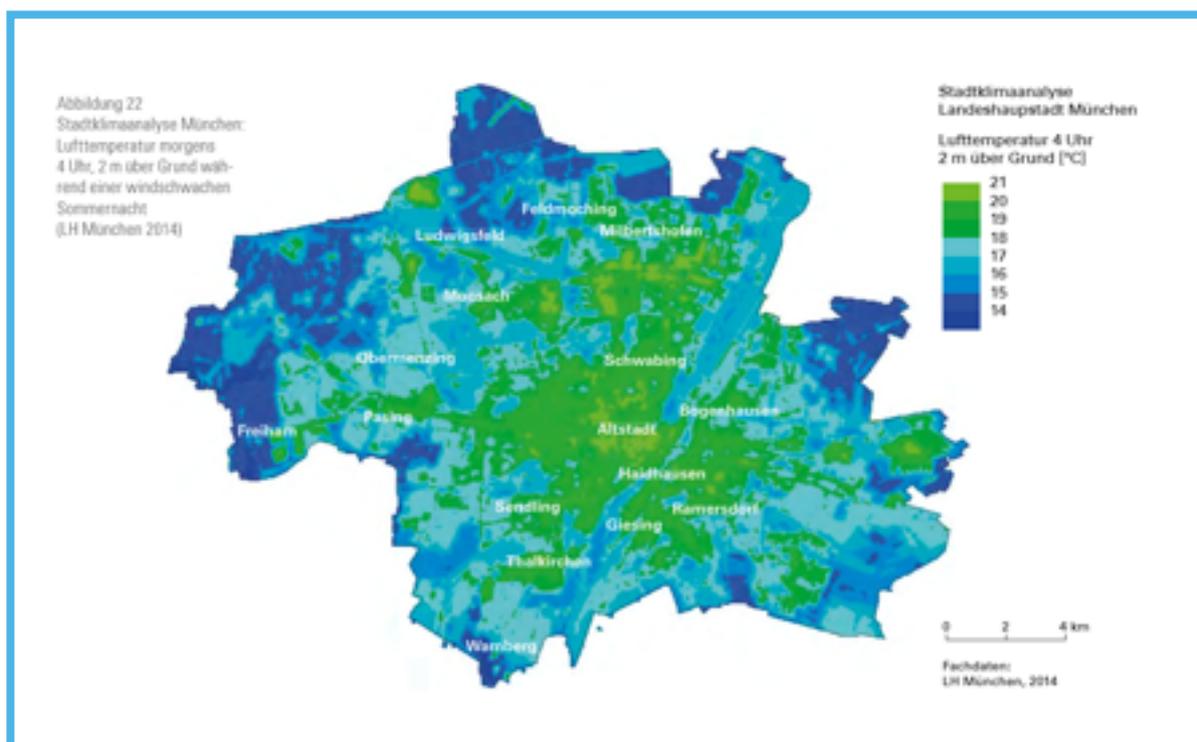


Abb. 23: Stadtklimaanalyse am Beispiel München. Quelle Landeshauptstadt München

Geringer Luftaustausch und Verkehr führen zusätzlich zu einem erhöhten Schadstoffgehalt der Stadtluft. Die Notwendigkeit von Gegenmaßnahmen liegt auf der Hand. Bei Einzelentscheidungen zur Bebauung von Grundstücken in Frischluftschneisen siegt jedoch noch immer sehr oft die ökonomische vor der ökologischen Entscheidung. Grünzüge und Frischluftschneisen müssen konsequent von einer weiteren Bebauung freigehalten werden. Sie verschaffen den hitzegeplagten Städte die wichtige Abkühlung. Eine Zusammenarbeit der Gemeinden und Städten im Speckgürtel von Ballungsräumen ist notwendig.

### 3.9 Freizeitnutzung und Tourismus

Der Tourismus muss sich, gerade da er Verursacher und Betroffener zugleich ist, seiner Verantwortung beim Klimaschutz bewusst werden und aktiv seinen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung erbringen.

Ein Großteil des ökologischen Fußabdruckes entsteht im Tourismus bei der An- und Abreise; bei den Tagesreisen in noch größerem Ausmaß. Die Erreichbarkeit des Reiseziels schränkt die Auswahl der Verkehrsmittel deutlich ein, ist aber zugleich wichtiges Kriterium für die Vermarktung von Destinationen. Dies gilt insbesondere für ländliche Gebiete. Bei Kurzreisen wird das Auto überproportional genutzt. Der Trend zum häufiger und kürzer Reisen verstärkt dies zusätzlich. „75 Prozent der touristischen CO<sub>2</sub>-Emissionen gehen auf das Konto des Verkehrs. Bis 2030 wird von verschiedenen Quellen ein weiterer Anstieg des Freizeitverkehrs um mindestens 30 Prozent prognostiziert. 2065 wird der weltweite Tourismus für sämtliche CO<sub>2</sub> Emissionen verantwortlich sein, die wir hinsichtlich des 2-Grad-Ziels emittieren dürfen.“<sup>71</sup>

Die regionale Tourismuswirtschaft ist besonders stark vom Wetter und der intakten Natur abhängig. Die weltweite Klimakatastrophe wirkt sich direkt auf die Unternehmen und die touristischen Produkte aus. Die Tourismusbranche muss sich den Herausforderungen der weltweiten Klimaveränderungen stellen. Je frühzeitiger die Weichen richtig gestellt werden, desto besser sind die Chancen im Wettbewerb um künftige Urlaubsgäste.

### >>> Badegewässer

Die Badegäste an Bayerns Seen dürfen sich über mehr Sommer- und Hitzetage freuen. Badeurlaub in Bayern kann also durchaus mehr touristisches Gewicht durch den Klimawandel erlangen. Durch die, bei niedrigen Wasserständen höhere Nährstoffkonzentration (Eutrophierung) wird jedoch während der Sommermonate das Wachstum von Mikroorganismen in Seen begünstigt. Algenblüten können nicht nur für Wasserorganismen, sondern auch für Badegäste gefährlich werden. Cyanobakterien bspw. können zu Magen-Darm-Irritationen führen. Besonders kleine Kinder, die im Flachwasserbereich größere Mengen Wasser schlucken, sind gefährdet.<sup>72</sup> >>>siehe Anhang

### >>> Wintertourismus und Zukunft der bayerischen Skigebiete

Auch in den bayerischen Reisezielen für den Wintertourismus kommt der weitaus größte Anteil der Gäste im Sommer (60%). Insgesamt sind die Übernachtungen im Winterhalbjahr in den Tourismusgemeinden mit Skigebieten in Bayern seit 2005 um 7 % zurückgegangen, während sie in Gesamtbayern um 11 % gestiegen sind.

Entgegen dem Trend und die wissenschaftlichen Erkenntnisse ignorierend, wird in Bayern weiter sehr stark in Skitourismus investiert, obwohl die Schneefallgrenze seit 1950 in den Alpen um mehr als 100 m gestiegen ist<sup>73</sup> – nicht ohne Auswirkungen auf den Wintersport.

Der Anteil der schneesicheren Skigebiete nimmt mit zunehmender Erwärmung recht rasch ab. Bei einer Erwärmung von +2,0°C, die nach aktuellen Prognosen bereits bis Mitte des Jahrhunderts in den Alpen überschritten wird, sind nach der Studie des DAV nur noch 9 % der bayerischen Skigebiete natürlich schneesicher. Weitere 30 % können mit aufwendigen Beschneiungsmaßnahmen noch genutzt werden. Jedoch sind 61 % der bayerischen Skigebiete auch mit erheblichem Aufwand nicht mehr für den Wintersport zu sichern.

Es müssen Alternativen zum klassischen Wintertourismus entwickelt werden. Damit kann man aber nicht, wie die Bayerische Staatsregierung glaubt, warten bis die aktuell aus staatlichen Programmen geförderte Aufrüstung mit neuen Liften und Beschneiungsanlagen in 20-30 Jahren abgeschlossen ist.

---

71 CIPRA International: SzeneAlpen Nr. 102/2017; S. 7

72 Bayerische Klimaanpassungsstrategie 2016, S. 108

73 Studie des deutschen Alpenvereins zur Schneesicherheit der Skigebiete in den Bayerischen Alpen, [http://www.alpenverein.de/chameleon/public/bb5fd1b0-2450-2b72-ae88-e790db87e2c5/DAV-Beschneigungsstudie\\_21661.pdf](http://www.alpenverein.de/chameleon/public/bb5fd1b0-2450-2b72-ae88-e790db87e2c5/DAV-Beschneigungsstudie_21661.pdf)

Denn gleichzeitig sind die finanziellen Mittel gerade bei den Tourismusgemeinden und Unternehmen knapp, so dass die jetzt in Beschneigung investierten Gelder nicht für alternative Konzepte in den nächsten Jahren zur Verfügung stehen.

Der Klimawandel hat auch Einfluss auf die Freizeitnutzung der Alpen fernab von den Skipisten. Die Gefahren für Skitourengeher und Wanderer steigen. Wärmere Temperaturen können im Winter die Lawinengefahr steigern, und der tauende Permafrost führt zu vermehrten Felsstürzen. Seit 2007 kam es allein im zentralen Mont Blanc-Massiv zu über 511 Felsstürzen (> 100 m<sup>3</sup>). Der DAV erwartet auch eine weitere Zunahme spontaner Rutschungen oder Muren durch intensive Starkregenereignisse.

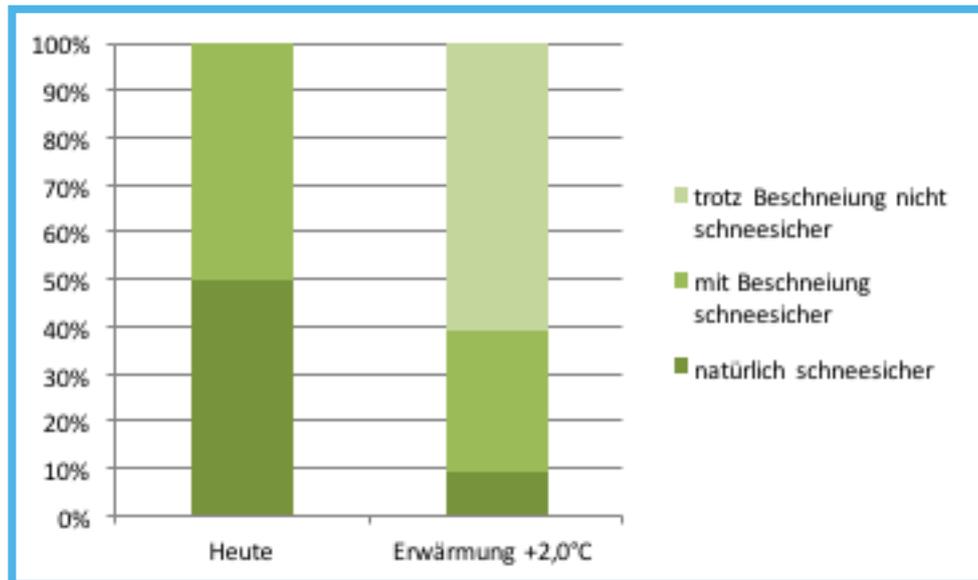


Abb. 24: Schneesicherheit 100 Tage Regel, Quelle: DAV

# III. ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL – UNSERE MASSNAHMEN

---

## 4.1 Wasserwirtschaft

### >>> Ziele

- Effektiver, umweltverträglicher Hochwasserschutz
- Verminderung des Nährstoff- und Sedimenteintrags in oberirdische Fließgewässer und ins Grundwasser
- Bewusster Umgang mit dem Lebensmittel Trinkwasser

#### **Umfassende Fließgewässerrenaturierung:**

- Wiederherstellung von Auen in ihrer Funktion als natürliche Überschwemmungsgebiete. Damit einhergehend keine künftigen Fahrrinnenvertiefungen für die Schifffahrt
- Zurückverlegung von Dämmen, Schaffung neuer Retentionsräume
- Ausrichtung aller geplanten Flussbaumaßnahmen an allen bayerischen Flüssen am Hochwasserschutz
- Zügige und umfassende Renaturierung von Mooren als Wasserrückhaltespeicher. Rückbau der Entwässerungsgräben in Feuchtwiesen
- Gesetzliche Verankerung von Gewässerrandstreifen in Bayern. Naturnahe Gestaltung der Gewässerrandstreifen (geeignete Gehölze) um Einträge von Feinsediment und Nährstoffen zu reduzieren und durch Beschattung die Erwärmung der Fließgewässer zu reduzieren
- Einführung einer Obergrenze für Flächenverbrauch und Versiegelung in Höhe von maximal 5 ha pro Tag<sup>74</sup>, Programm zur Flächenentsiegelung um schnellen Oberflächenabfluss zu vermeiden
- Sanierung der bestehenden Trinkwasserleitungen und Hochbehälter um Verluste zu minimieren. Aufklärungskampagnen zum sparsamen Umgang mit Wasser in Notzeiten

## 4.2 Landwirtschaft

### >>> Ziele

- Sicherung der Nahrungsmittelversorgung
- Stabilisierung der Landwirtschaft gegenüber den Auswirkungen der Klimaüberhitzung
- Langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, Verminderung von Erosion und Humusabbau
- Verbesserung der Bodenstruktur und Wasseraufnahmekapazität
- Erhalt und Förderung robuster, anpassungsfähiger Nutztiere
- Nachhaltige, ökologisch verträgliche Landwirtschaft

**Anpassung der Anbaumethoden an die geänderten klimatischen Bedingungen, speziell auch an die mikroklimatischen Bedingungen vor Ort.**

**Verstärkter Einsatz traditionell gezüchteter, standortangepasster und klimaangepasster Sorten.**

**Förderung der ökologischen Landwirtschaft.**

**Konsequente Umstellung der Förderpolitik und der Cross Compliance<sup>75</sup> Bestimmungen auf Grundsätze und Programme, welche die Erkenntnisse des Klimawandels berücksichtigen.**

**Priorisierung der langfristigen Erhaltung und Steigerung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit vor der kurzfristigen Maximierung des Ertrages.**

**Ganzjährige Mulchabdeckung und verpflichtender Kultursortenwechsel auf (stark) erosionsgefährdeten Flächen. Maisanbau ausnahmslos mit Zwischenfrüchten und Untersaaten, kein Maisanbau auf stark erosionsgefährdeten Flächen. Maisersatz durch mehrjährige alternative Energiepflanzen wie Riesenweizengras, Miscanthus und Durchwachsene Silphie, Maisersatz im Futterbau.**

**Verdunstungs- und Erosionsschutz durch Hecken – Stärkung der Zusammenarbeit mit Landschaftspflegeverbänden.**

**Umwandlung von Ackerflächen auf Niedermoorstandorten in Dauergrünland.**

**Gesetzliche Verankerung der Klimaschutzfunktionen des Bodens als Grundlage für Maßnahmen zur Sicherung des Humusgehalts.**

**Verminderung von Mineraldüngereinsatz, verstärkter Einsatz von Mist und Kompost.**

**Konsequente Einhaltung der Fruchtfolgen.**

**Staatliche Forschung und traditionelle Zucht von hitze- und trockenheitsverträglichen Sorten. Verstärkte Wahrnehmung der staatlichen Aufgabe zur Erhaltung von vielfältigem Saatgut.**

**Förderprogramm für umweltschonende Landmaschinen. Agrarinvestitionskredite für Geräte zur mechanischen und thermischen Unkrautbekämpfung.**

**Anpassung der Lehre und Ausbildung an die Herausforderungen des Klimawandels. Anwendung und Erforschung von agroforstwirtschaftlichen Methoden.**

**Anpassen von Genehmigungs-, Kontroll- und Förderinstrumenten, um negative Auswirkungen von Bewässerungsmaßnahmen auf den Grundwasserspiegel und wasserabhängige Biotoptypen zu vermeiden (z. B. wasserrechtliche Genehmigung).**

## 4.3 Forstwirtschaft

### >>> Ziele

- Flächendeckender Umbau der bayerischen Wälder zu stabilen, klimatoleranten Mischwäldern
- Stärkung des Ökosystems Wald in Resistenz<sup>76</sup>, aber auch Resilienz gegenüber Trockenperioden, zunehmenden Wetterphänomenen.
- Erhöhung der Widerstandskraft gegen Schädlinge und Pathogene, die sich durch die Erwärmung begünstigt stärker ausbreiten
- Priorisierung der Erholungs- und Schutzfunktionen des Waldes gegenüber den wirtschaftlichen Funktionen
- Naturverjüngung der Hauptbaumarten durch konsequente Bejagung und Zielsetzung „Wald vor Wild“

**Nachzucht von standortheimischen, den lokalen Bedingungen angepassten Bäume  
Umwandlung bestehender Reinbestände in natürlichere Mischwälder mit hohem Laubholzanteil und hoher Baumartenvielfalt. Zielsetzung ist der Umbau von 20.000 ha pro Jahr. Durchforstungen von Jungbeständen nach diesen Zielen ausrichten, Einbringen von Laubholz in Nadelholz-Altbestände.**

**Förderung der Naturverjüngung mithilfe von modernem Wildtiermanagement und konsequentem Grundsatz Wald vor Wild.**

**Förderung der Tanne, die mit ähnlichen Holzeigenschaften wie die Fichte klimatoleranter ist und sich momentan weit unter ihrem Verbreitungspotenzial befindet.**

**Kompletter Verzicht auf Kahlschläge – auch kleinflächige. Stattdessen gezielte Eingriffe und Einzelstammnutzung um eng verzahnte räumlichen Nischen (Altersstruktur, Deckung) zu gewährleisten. Einführung der Plenterwaldbewirtschaftung<sup>77</sup> als vorrangige Bewirtschaftungsmethode im Staatswald.**

**Erhaltung der Wasseraufnahmefähigkeit der Waldböden durch starke Reduktion des Einsatzes von schweren Großmaschinen zur Bestandspflege und Holzernte. Wiederaufnahme der Förderungen für bodenschonende Rückemethoden mithilfe Seilkran und dem Einsatz von Pferden.**

**Umsetzung der Maßnahmen auf allen staatlichen Flächen. Rückkehr zu einem Gleichgewicht von Ökonomie, Ökologie und sozialen Funktionen des Waldes und Abkehr von einer verpflichtenden Abführung von Finanzmitteln an den Staatshaushalt.**

**Aufstockung des Forstpersonals in Beratung und Förderung im Bereich der Privat- und Körperschaftswälder, um die mangelnde Umsetzung des Waldumbaus dort voranzutreiben. Sicherstellung von ausreichenden Fördermitteln für den Waldumbau.**

76 Resilienz beschreibt die Fähigkeit eines Ökosystems zur Wiederherstellung der eigenen Funktionsfähigkeit nach Störungen und Schocks („bounce back“)

77 Forstwirtschaftlich extensiv genutzter Wald, bei dem alle Altersstufen vom einjährigen bis zum fällbaren Baum auf derselben Fläche gemischt wachsen. Beim Plenterbetrieb werden nur einzelne schlagreife Bäume oder Baumgruppen geerntet

Deutliche Intensivierung der Schutzwaldsanierung. Sicherung der Verjüngung der Schutzwälder durch frühzeitige und verstärkte jagdliche Maßnahmen.

Vermeidung von chemischen Einsatzstoffen zur Bekämpfung von Schadinsekten, Einsatz von natürlichen Mittel wie beispielsweise BT-Produkten<sup>78</sup> gegen Schmetterlingsmassenvermehrungen.

Flächendeckende Erhöhung des Totholzanteils auf 5%, um die natürliche Widerstandskraft des Ökosystems Wald zu stärken. Förderung von Naturschutzkonzepten.

Stärkung der Fachstellen für Waldnaturschutz an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten als wichtiges Bindeglied zwischen Staat und Waldbesitzern.

Anpassen von Genehmigungs-, Kontroll- und Förderinstrumenten, um negative Auswirkungen von Bewässerungsmaßnahmen auf den Grundwasserspiegel und wasserabhängige Biotoptypen zu vermeiden (z. B. wasserrechtliche Genehmigung).

## 4.4 Naturschutz und Biodiversität

### >>> Ziele

- Erhaltung von gefährdeten Pflanzen und Tieren durch Optimierung ihrer Lebensräume in Bayern
- Reduktion der Nährstoff- und der Schadstoffeinträge in Gewässer um negative Folgen der Erwärmung zu reduzieren

Erhöhung der Naturschutzleistungen in den bayerischen Schutzgebieten (insbesondere in FFH – und Natura 2000 Gebieten). Zügige Erstellung der säumigen Managementpläne.

Erfassung und Überwachung der Bestände aller Arten, insbesondere der schutzgebiets-spezifischen Erhaltungszustände. Verbesserung der Kenntnisstände über Verbreitung und Häufigkeit von Schutzgütern.

Monitoring für bedrohte Arten und Lebensräume.

Monitoring invasiver Arten hinsichtlich Dynamik, Gefahrenpotenzial. Maßnahmen gegen invasive Arten insbesondere dort, wo einheimische Arten bedroht werden.

Renaturierung von (degenerierten) Mooren und Niedermooren, einschließlich der Umwandlung von Ackerflächen in wiedervernässtes Grünland mit besonderem Augenmerk auf Kältestandorte.

Schaffung von geeigneten ökologischen Korridoren und Abbau von Zerschneidungs- und Barrierewirkungen um Wandermöglichkeiten für bedrohte Arten zu schaffen.

**Sicherung und Entwicklung von Trittsteinbiotopen und Verbundachsen.**

**Verstärkte Ausrichtung des bayerischen Kulturlandschaftsprogramms auf den Erhalt der Biodiversität.**

**Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung in Gewässereinzugsgebieten. Enge Kontrolle und fachliche Begleitung durch die zuständigen Behörden.**

**Schutz der besonders gefährdeten Gebirgsflora in alpinen Zonen durch Lenkung von Wandertourismus und der Erweiterung von Schutzzonen.**

**Erhöhung des Speichervolumens von Regenrückhaltebecken, um Schadstoffeinträge in die Gewässer durch die zunehmenden Starkwasserereignisse zu verringern.**

## **4.5 Schutz der menschlichen Gesundheit**

### **>>> Ziele**

- Saubere Luft und sauberes Wasser für Bayerns Bürger
- Weitgehender Schutz von gefährdeten Personen, wie alten und kranken Menschen sowie Kindern
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen für Menschen in Außenberufen

**Aufklärungskampagne über Gefahren der atemwegsreizenden Schadstoffe Monitoring der Schadstoffwerte und umfassende Warnung bei Überschreitung der Richtwerte.**

**Bereitstellung gesundheitlicher Vorsorge an Hitzetagen mit entsprechendem medizinischen Fachpersonal.**

**Verringerung von Luftschadstoffemissionen, insbesondere Ozonvorläufer wie Kohlenwasserstoffe und Stickoxide. Durchsetzung der klaren Verpflichtung der Automobilkonzerne zur Einhaltung der erlaubten EURO-Norm-Emissionen.**

**Monitoring der atmosphärischen Pollenkonzentration, der Allergenität von Pflanzen sowie Prognose der zu erwartenden Pollenbelastung.**

**Bekämpfung und Verhinderung der Ausbreitung von hoch allergenen Pflanzen.**

**Erweiterung der Informationsmöglichkeiten über neu eingeschleppte (südliche) Krankheiten. Wissenstransfer der Tropeninstitute innerhalb Bayerns ausbauen.**

**Errichtung von Trinkgelegenheiten, Grünflächen, Beschattungsmöglichkeiten sowie Sitzgelegenheiten für Fußgänger in stark genutzten Bereichen.**

Schaffung von neuen Ansprechpartnern an Schulen, Kitas, Alten- und Pflegeheimen, die über die Wichtigkeit ausreichender Flüssigkeitszufuhr und Sonnenschutz informieren sowie durch Angebote für ausreichende Flüssigkeitsversorgung an Hitzetagen sorgen.

## 4.6 Städte und Ballungszentren

### >>> Ziele

- Reduktion der Hitzebelastung in Städten
- Reduktion der Schadstoffbelastung

Bestandsanalyse der Klimaanfälligkeit und Ausarbeitung von Anpassungsstrategien für alle hitzegefährdeten Städte nach dem Vorbild von Regensburg oder Nürnberg.<sup>79</sup>

Erfassung und Kartierung von Frischluftkorridoren und Kaltluftschneisen. Schutz bzw. Freihaltung dieser Bereiche vor weiterer Bebauung. Begrenzung der randstädtischen Bebauung an den Orten, an denen Kaltluftentstehungsgebiete auftreten bzw. Kaltluftkorridore bekannt sind.

Identifikation und Festschreibung der Grünzüge und Frischluftschneisen als Vorranggebiete in der Regionalplanung. Flächendeckende Umsetzung der Ausarbeitung der Pläne durch die regionalen Planungsverbände.

Ausrichtung der städtebaulichen Förderprogramme auf Grundsätze zum Schutz des Klimas und zur Anpassung an den Klimawandel.

Festschreibung der Verpflichtung zur Begrünung in der bayerischen Bauordnung. Sollten Flächen nicht zur Verfügung stehen, sind Gründächer bzw. eine Fassadenbegrünung vorzunehmen.

Freiflächenkonzepte in der Städteplanung, Förderung privater Frei- und Grünflächen, Erhaltung von Kleingärten.

Aufklärungskampagne bei Gartenbesitzern und Bauträgern über die Vorteile von großkronigen Bäumen auf das Stadtklima. Konsequente Einhaltung der Baumschutzverordnung und entsprechende Sanktionierung bei Verstößen. Förderung der Einführung von Baumschutzverordnungen, wo noch nicht vorhanden. Verstärkte Pflanzung, Erhaltung und Entwicklung von großkronigen Bäumen im Straßenraum und auf Parkplätzen; Straßenbegleitgrün zur Verbesserung von Kühlungs- und Luftfilterfunktionen.

Verkehrsberuhigte Zonen vor allem in Stadtkernen und Wohngegenden um lokale Schadstoffemissionen zu reduzieren. Ausbau der Öffentlichen Verkehrsmittel und der Radwege, verbesserte Anbindung für Pendler.

## 4.7 Freizeitnutzung und Tourismus

### >>> Ziele

- Naturverträglicher Tourismus, der insgesamt zunehmend klimaneutral ist und zudem Natur- und Artenschutz als Leitziel hat
- Anpassung der Tourismusbranche an geänderte Umweltbedingungen. Entwicklung und Ausbau der Alternativen zum Skitourismus

**Entwicklung und Förderung von touristischen Konzepten, die den Schutz von besonders gefährdeten Arten gewährleistet.**

**Naturverträglicher (Berg-) Tourismus inkl. verstärkter Besucherlenkung, um die zunehmende Nutzung naturverträglich zu gestalten.**

**Förderung, Erweiterung des ÖPNV in Urlaubsregionen, um naturverträgliche Nutzung zu fördern, die Beeinträchtigungen durch Individualverkehr zu minimieren und CO2 Emissionen insgesamt zu reduzieren.**

**Aufbau einer schneeunabhängigen naturverträglichen touristischen Nutzung.  
Aufbau eines 4-Jahreszeitentourismus in Skigebieten.**

**Keine weitere Förderung des Neubaus von Beschneiungs- und Liftanlagen mit Mitteln aus bayerischen Förderprogrammen.**

**Kein (Aus-)Bau von Pisten in höheren Lagen, da diese Regionen ökologisch sehr empfindlich sind und deren Arten ohnehin stark durch die Erwärmung bedroht sind.**

**Entwicklung und Förderung von touristischen Konzepten, die den Schutz von besonders gefährdeten Arten gewährleistet.**

# IV LITERATURVERZEICHNIS

---

Adelphi / PRC / EURAC (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Umweltbundesamt. Climate Change 24/2015, Dessau-Roßlau

Bätzing, Werner, Die Alpen, Geschichte und Zukunft einer europäischen Kulturlandschaft, 2015  
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2016) Bayerische Klima-Anpassungsstrategie ( BayKLAS) 2016

Böhning-Gaese, K. (2006): Klimawandel und Avifauna. Universität Mainz. Vortrag auf der Tagung „Klimaveränderung und Natura 2000“. Bundesamt für Naturschutz, Insel Vilm

Cramer, W. (2006): Globaler Klimawandel und Wälder. In: Wald, Naturschutz und Klimawandel, Ein Workshop zur Zukunft des Naturschutzes im Wald vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels, BfNSkripten185. 161 S.

DWD, Bayerisches Landesamt für Umwelt (2008), Bayerns Klima im Wandel- erkennen und handeln. 2. Aktualisierte Auflage, Augsburg

Gottfried et al. (2012), Continent-wide response of mountain vegetation to climate change, In: Nature -Climate Change 2

Krengel, S.; Klocke, Seidel, P; Freier, B.(2014): Veränderungen im Auftreten von Pflanzenkrankheiten, Schädlingen und deren natürlichen Gegenspielern. In: Lozán et al. (Hrsg.). Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen. 2. Auflage. Elektronische Veröffentlichung (Kap. 4.3)

Pauli et al (2012) Recent Plant Diversity Changes on Europe's Mountain Summits, In: Science 336  
Wagner, A. (2008) Fachtagung der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege 12/2008 Laufen

Onlinequellen: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Referat 81, "Klimawandel, Klimafolgen und Wasserhaushalt <http://www.fliessgewaesserbiologie.kliwa.de/indikatoren/wirkungsbeziehungen/>

<https://www.warnsignale.uni-hamburg.de>

[https://www.nuernberg.de/imperia/md/klimaanpassung/dokumente/klimaanpassung\\_handbuch\\_low.pdf](https://www.nuernberg.de/imperia/md/klimaanpassung/dokumente/klimaanpassung_handbuch_low.pdf)

[http://www.gloria.ac.at/publications/20131101\\_Es\\_wird\\_zu\\_heiss\\_fuer\\_Alpenblumen\\_CH.pdf](http://www.gloria.ac.at/publications/20131101_Es_wird_zu_heiss_fuer_Alpenblumen_CH.pdf)

[http://www.deutscherskiverband.de/ueber\\_uns\\_umwelt\\_fragen\\_techn\\_de.print](http://www.deutscherskiverband.de/ueber_uns_umwelt_fragen_techn_de.print)

<http://fliessgewaesserbiologie.kliwa.de/indikatoren/wirkungsbeziehungen/>

<http://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/skript409.pdf>

<http://neobiota.bfn.de/klimawandel.html>

<http://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/skript409.pdf>

[http://www.cipra.org/de/dossiers/22/1052\\_de/inline-download](http://www.cipra.org/de/dossiers/22/1052_de/inline-download)

[http://www.wagner-ugau.de/data/moore/\\_docs/moorpflanzen\\_eiszeitrelikte\\_hydrologie/ANL\\_moorhydrologie\\_eiszeitrelikte\\_wagner\\_20081205\\_ppt.pdf](http://www.wagner-ugau.de/data/moore/_docs/moorpflanzen_eiszeitrelikte_hydrologie/ANL_moorhydrologie_eiszeitrelikte_wagner_20081205_ppt.pdf)

<https://www.robinwood.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Magazin/2010-4/107-12-13-titel-klima1b.pdf>

[http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/trockenheit/fva\\_trockenheit\\_w2\\_1/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/trockenheit/fva_trockenheit_w2_1/index_DE)

[https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/forstpolitik/dateien/130510-klimarisikokarte\\_beispiele.pdf](https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/forstpolitik/dateien/130510-klimarisikokarte_beispiele.pdf)

<http://www.stmelf.bayern.de/wald/forstpolitik/wald-im-klimawandel/037277/index.php>

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/656/dokumente/3\\_uba-dialog\\_waldbewirtschaftung\\_taeager\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/656/dokumente/3_uba-dialog_waldbewirtschaftung_taeager_0.pdf)Anbaurisiko

<http://www.martin-stuempfig.de/klimaschutzkonzept.html>

[https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag\\_de/themen\\_az/klimaschutz/Studie\\_-\\_Klimaauswirkungen\\_Dland.pdf](https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/klimaschutz/Studie_-_Klimaauswirkungen_Dland.pdf)

<http://www.klimanavigator.de/dossier/artikel/037646/index.php>

[http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/starkregen-bodenerosion\\_sturzfluten\\_lfl-schriftenreihe.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/starkregen-bodenerosion_sturzfluten_lfl-schriftenreihe.pdf)

<https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Faktenblatt-Landwirtschaft-Klimawandel.pdf>

Stand Dezember 2017

---



**KONTAKT:**

**Martin Stümpfig, MdL**  
**Sprecher für Energie und Klimaschutz**

BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN  
im Bayerischen Landtag  
Maximilianeum, 81627 München

Tel.: (089) 4126-2882

Fax: (089) 4126-1882

[martin.stuempfig@gruene-fraktion-bayern.de](mailto:martin.stuempfig@gruene-fraktion-bayern.de)

---