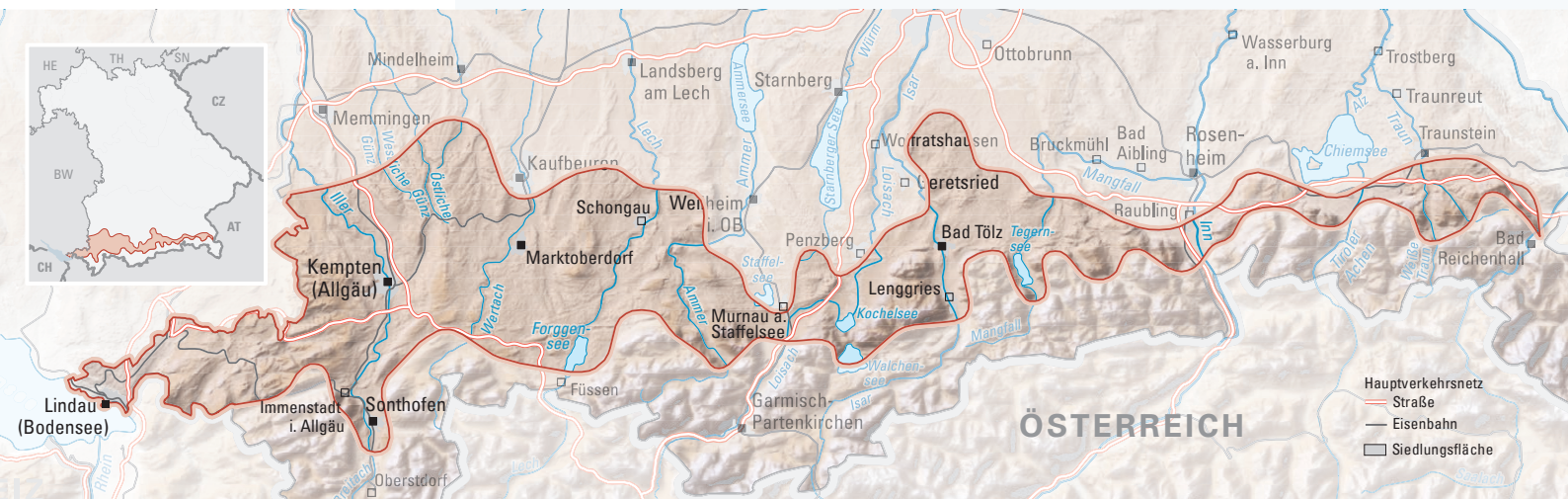


Bayerns Klima im Wandel

Klimaregion Alpenvorland

klima





Klimaregion Alpenvorland

Fläche:
rund 4.100 km²
Höhe:
393 bis 1.798 m über NN
Mittlere Höhe:
768 m über NN

Alle in der Broschüre angegebenen Klimazahlen sind Durchschnittswerte für die Region. Manche Werte variieren innerhalb der Region je nach Höhenlage stark.

Wetter oder Klima?

Das Wetter beschreibt den Zustand der Atmosphäre in einem Zeitraum von wenigen Stunden bis Tagen. Wetter ist spürbar, Klima dagegen nicht. Das Klima ist eine statistische Größe, die das durchschnittliche Wettergeschehen über eine Zeitspanne von mindestens 30 Jahren beschreibt. Eine Veränderung des Klimas wirkt sich auch auf das Wetter aus: In einem warmen Klima sind extrem warme Jahre wahrscheinlicher als in einem kühlen Klima.

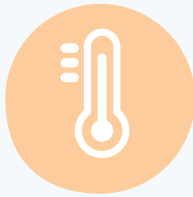
Mehr Hitze, weniger Schnee

In der Klimaregion Alpenvorland waren die Sommer früher mit Ausnahme der milden Bodenseeregion meist kühl. Inzwischen klettern die Temperaturen auch in den Bergen. Hitzetage nehmen zu, im Winter gehen die Schneemengen zurück, auch der Wasserhaushalt ändert sich.

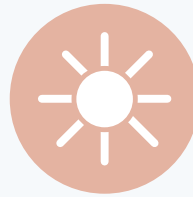
Der Erwärmung ein Limit setzen

Mit zunehmender Erwärmung steigt das Risiko eines klimatischen Dominoeffekts: Es könnten Prozesse einsetzen, die die Erderhitzung massiv beschleunigen würden. Dazu gehört etwa das Abschmelzen des Grönlandeseis oder ein mögliches Vertrocknen des Amazonas-Regenwaldes. Das Klimasystem wäre dann selbst mit drastischem Klimaschutz nicht mehr kontrollierbar. Auch um solche Dominoeffekte möglichst zu verhindern, hat sich die Weltgemeinschaft im Pariser Klimaabkommen von 2015 darauf geeinigt, die globale Erderwärmung auf deutlich unter 2°C, möglichst auf unter 1,5°C, gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Das mag nach einem kleinen Unterschied klingen, doch die Folgen sind weitreichend: Korallenriffe könnten zum Beispiel bei zusätzlichen 1,5°C noch erhalten bleiben, aber nicht mehr bei plus 2°C.

So hat sich das Klima in der Region Alpenvorland verändert: Trend von 1951 bis 2019



**Steigende
Jahresmitteltemperatur**
+1,7°C



Heiße Sommer
+5 Tage im Jahr
über 30°C



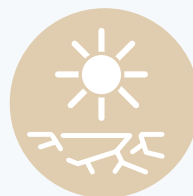
Warme Winter
-13 Tage im Jahr unter 0°C



Jahresniederschlag
keine Änderung



Starkregen
bislang kein Trend



Mehr Trockenperioden
knapp eine zusätzliche
Woche ohne Regen von
April bis Juni

Der Klimawandel ist in vollem Gange, auch wenn die Folgen bislang im Alpenvorland noch erträglich sind. Um die Lebensgrundlagen der zukünftigen Generationen zu erhalten, muss aber dringend schon heute gehandelt werden: Sofortige und umfassende Klimaschutzmaßnahmen sind nötig, damit die weitreichenden Folgen der globalen Erwärmung gemindert werden können.

Was die Klimazukunft bringt

Der Klimawandel ist weltweit eine der größten Bedrohungen für Mensch und Umwelt. Ursache der Klimaveränderung ist die Zunahme des Gehalts an Treibhausgasen in der Atmosphäre. Das hat einen globalen Temperaturanstieg zur Folge. Die weltweite Durchschnittstemperatur liegt heute etwa 1,1°C über dem vorindustriellen Niveau. Weil sich Kontinente schneller erwärmen als Meere, ist in Bayern die Erwärmung seit 1881 fast doppelt so stark.

Mit den steigenden Temperaturen kommt es im Alpenvorland zu bislang ungewohnter Sommerhitze. Die Ökosysteme der Moore und Seen reagieren äußerst sensibel auf höhere Temperaturen und trockene Sommer. Bislang hat es reichlich Wasser gegeben. Wenn im Sommer die Verdunstung steigt und der Wasserzufluss aus den Alpen abnimmt, kann sich die Situation ändern. Auch die schneereichen Winter werden seltener.

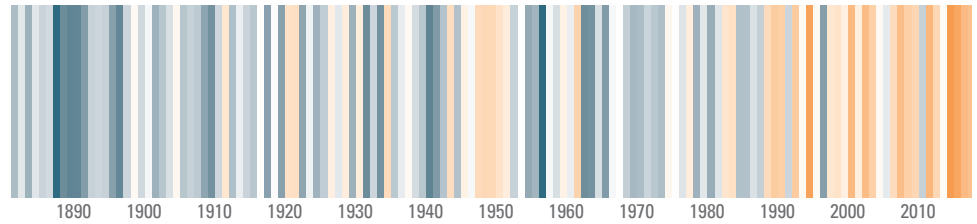
Diese Broschüre informiert über den Verlauf des Klimawandels in Bayern, um eine Anpassung vor Ort zu ermöglichen. Auch die weltweiten Folgen der Erderwärmung werden in Bayern zu spüren sein. Stürme, Dürren oder ein steigender Meeresspiegel in anderen Regionen der Erde wirken sich stark auf den Welthandel und globalisierte Beziehungen aus.

Steigende Jahresmitteltemperatur

Die Folgen des Klimawandels sind im Alpenvorland schon spürbar und werden sich – insbesondere ohne Klimaschutz – weiter verschärfen. Dort wird im Vergleich zu den übrigen Regionen in Bayern ein überdurchschnittlicher Temperaturanstieg erwartet.

Entwicklung der Jahresmitteltemperatur in der Vergangenheit

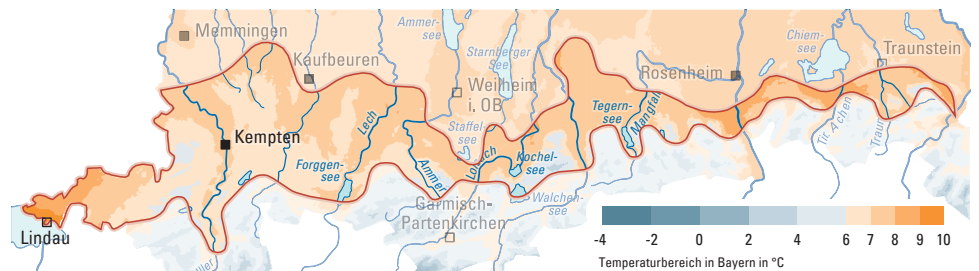
Die mittlere Jahrestemperatur im bayerischen Alpenvorland steigt. Von den zehn wärmsten Jahren seit 1881 haben wir allein sechs zwischen 2011 und 2019 erlebt.



Das Farbband zeigt, wie sich die Durchschnittstemperatur in der Klimaregion Alpenvorland von 1881 bis 2019 entwickelt hat. Jeder Streifen im Band steht für ein Jahr. Die Spanne reicht von 5,4°C (dunkelblau) bis 9,1°C (orange).

Jahresmitteltemperatur in der Klimaregion Alpenvorland Bezugszeitraum (Messwerte) Mittelwert 1971–2000

Das Alpenvorland ist aufgrund seiner Höhenlage eine relativ kühle Region. Mit zunehmender Höhe sinkt die Temperatur. Am Bodensee ist es allerdings ausgesprochen mild – perfekte Voraussetzungen für den Apfelanbau.



Blick in die Zukunft mit Klimasimulationen

Kohlendioxid (CO₂) trägt mit Abstand am stärksten zur globalen Erwärmung bei. Weitere **Treibhausgase** sind unter anderem Methan und Lachgas.

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts hat sich die durchschnittliche Jahrestemperatur in der Klimaregion Alpenvorland bereits um 1,7°C erhöht, etwas weniger als im bayernweiten Durchschnitt. In Zukunft könnte der Temperaturanstieg in der Region jedoch sogar über dem bayerischen Durchschnitt liegen. Wie stark sich diese Entwicklung in Zukunft fortsetzt, hängt davon ab, welche Mengen an Treibhausgasen die Menschheit weiterhin ausstößt. Die Wissenschaft trifft daher Aussagen über die Zukunft des Klimas auf der Grundlage sogenannter Emissionsszenarien, die von einem unterschiedlich hohen Treibhausgasausstoß ausgehen. Für jedes Szenario werden wiederum verschiedene Klimamodelle betrachtet. So ergibt sich eine Bandbreite von Klimasimulationen. Mit deren Hilfe lässt sich die Abweichung des künftigen Klimas von dem der Vergangenheit einschätzen.



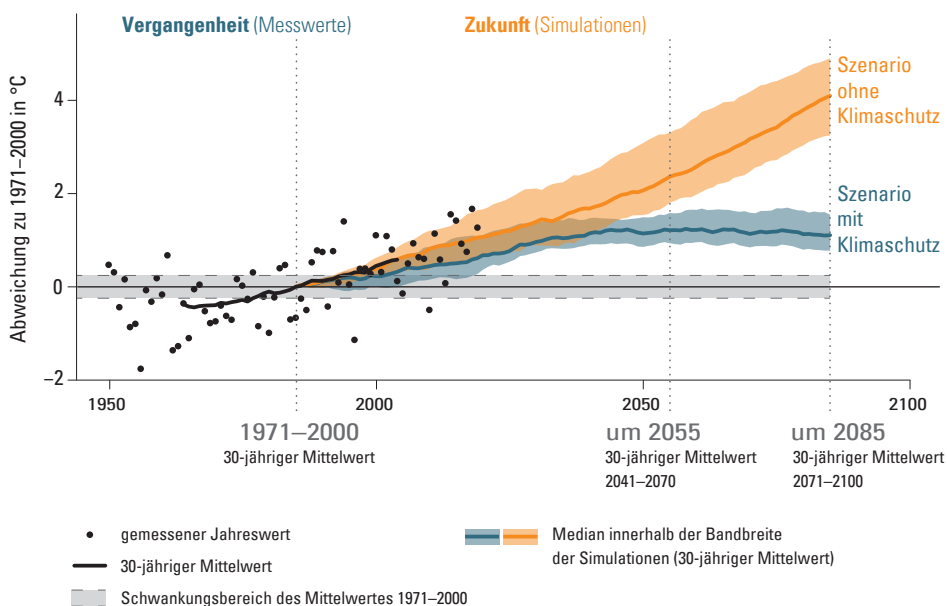
Emissionsszenarien – mit und ohne Klimaschutz

In dieser Broschüre werden die Auswirkungen von zwei verschiedenen globalen Emissionsszenarien auf das Klima im Alpenvorland verglichen: Das Szenario „ohne Klimaschutz“ geht von einem uneingeschränkten Treibhausgasausstoß aus, das Szenario „mit Klimaschutz“ von einem gebremsten Ausstoß. Damit dieses Szenario eintritt, müssen die weltweiten Emissionen schnell erheblich gesenkt werden und in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts bei netto null liegen. So könnte auch eine globale Zwei-Grad-Obergrenze noch eingehalten werden.

Veränderung der Jahresmitteltemperatur

Die Klimasimulationen zeigen einen weiteren Anstieg der Jahresmitteltemperatur. Die beiden Szenarien mit und ohne Klimaschutz unterscheiden sich besonders ab Mitte des Jahrhunderts: Bei einem ungeminderten Treibhausgasausstoß würde die Temperatur immer stärker ansteigen. Besonders warme Jahre wie 2018 würden dann regelmäßig auftreten. Hinzu kämen extrem warme Jahre, wie sie die Region bisher noch nicht erlebt hat.

Jahresmitteltemperatur im Vergleich zum Bezugszeitraum 1971–2000 in der Klimaregion Alpenvorland



Bis zu
4,9°C
mehr

Die Jahresmitteltemperatur im Alpenvorland lag im Bezugszeitraum 1971–2000 bei 7,3°C. Ohne Klimaschutz wird bis Ende des Jahrhunderts im Mittel eine Zunahme um 4,1°C erwartet (maximal 4,9°C) – bayernweit überdurchschnittlich. Mit Klimaschutz wird eine Erwärmung um 1,1°C erwartet (maximal 1,5°C).

Als Bezugszeitraum in der Vergangenheit werden die 30 Jahre von 1971 bis 2000 definiert. Die Temperatur wird als Abweichung gegenüber diesem Zeitraum angegeben. Als Klimaänderung wird eine Abweichung dabei erst gewertet, wenn sie außerhalb des Schwankungsbereichs des 30-jährigen Mittelwertes von 1971 bis 2000 liegt. Werte innerhalb des Schwankungsbereichs sind so gering, dass sie nicht als Änderung des Klimas interpretiert werden.

Passen Simulationen und Messwerte zusammen?

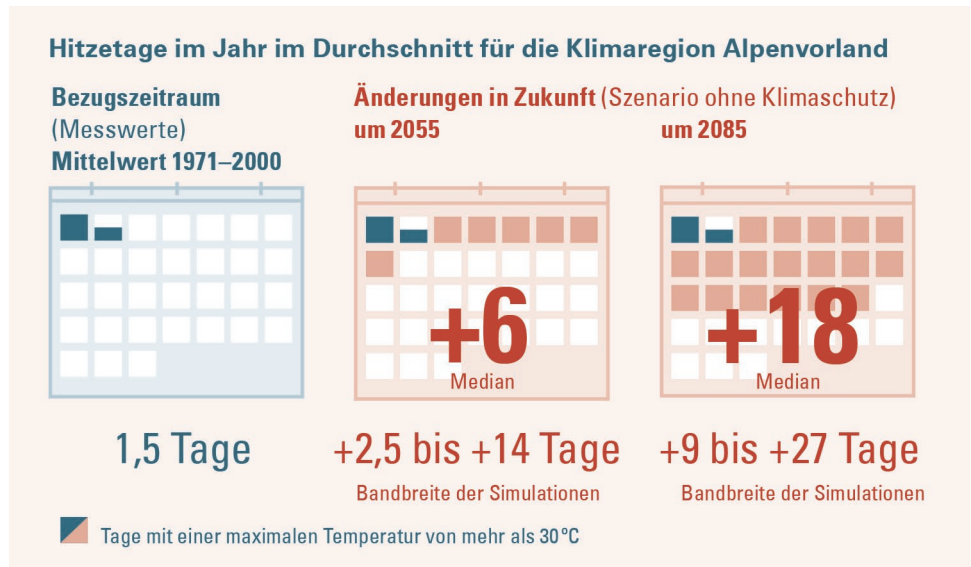
Wer genau hinschaut, erkennt, dass der beobachtete 30-jährige Mittelwert auf dem Median der Simulationen ohne Klimaschutz liegt. Auch der Treibhausgasausstoß folgte bislang in etwa dem Szenario ohne Klimaschutz. Aufgrund von kurzfristigen Klimaschwankungen können die Messungen vorübergehend einen anderen Verlauf zeigen als die langfristigen Trends.

Weitere Informationen zu den Klimamodellen finden Sie auf Seite 16 und 17.

Heiße Sommer

Bislang ist das Alpenvorland von sehr großer Hitze verschont worden. Gleichwohl steigen die Temperaturen im Sommer noch stärker als die Jahresmitteltemperatur. Die Zahl der Hitzetage wird zunehmen – beschwerlich nicht nur für Menschen, auch für das Milchvieh.

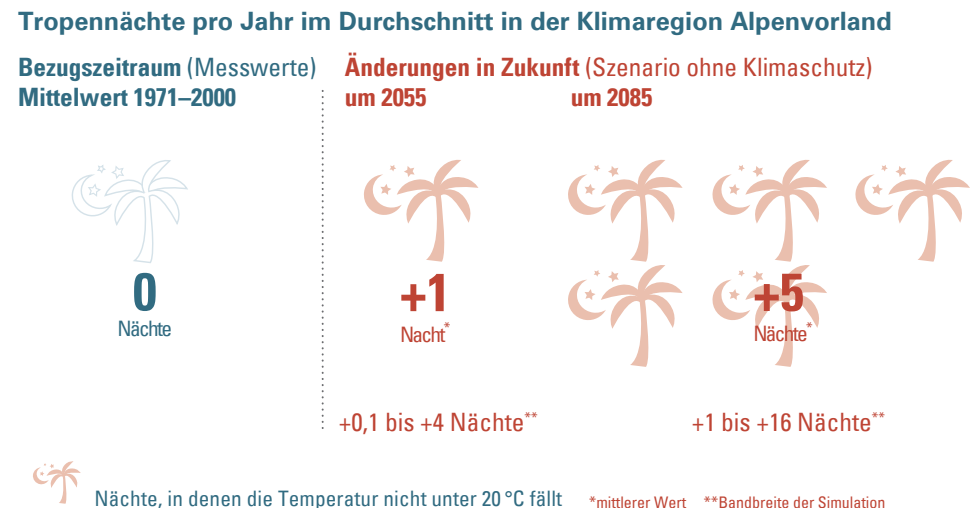
Hitzetage traten im Bezugszeitraum 1971–2000 im Alpenvorland nur selten auf. Das ändert sich allerdings schon jetzt. Ohne Klimaschutz würde bis Ende des Jahrhunderts eine drastische Zunahme von Tagen über 30°C erwartet.

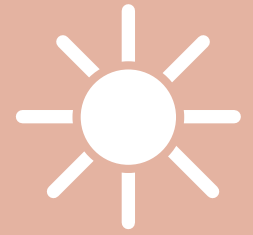


Heiße Aussichten ohne Klimaschutz

Im Alpenvorland wird es kühler bleiben als in anderen Teilen Bayerns. Dennoch nimmt die sommerliche Hitze zu. Vor allem ältere Menschen leiden unter den hohen Temperaturen. Zusätzlich wird die Leistungsfähigkeit des Viehs beeinträchtigt, wenn die Sonne auf die Weide brennt. Klimasimulationen zeigen, dass insbesondere ab Mitte des Jahrhunderts ohne Klimaschutz Hitzetage und Tropennächte deutlich zunehmen. Im Szenario mit Klimaschutz, etwa durch einen zügigen Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energien, werden dagegen bis Ende des Jahrhunderts im Schnitt nur zwei Hitzetage mehr und kaum mehr Tropennächte im Alpenvorland erwartet als 1971 bis 2000.

Tropennächte gab es im Alpenvorland im Bezugszeitraum 1971–2000 kaum. Werden keine Klimaschutzmaßnahmen ergriffen, sind sie bis Ende des Jahrhunderts regelmäßig zu erwarten.

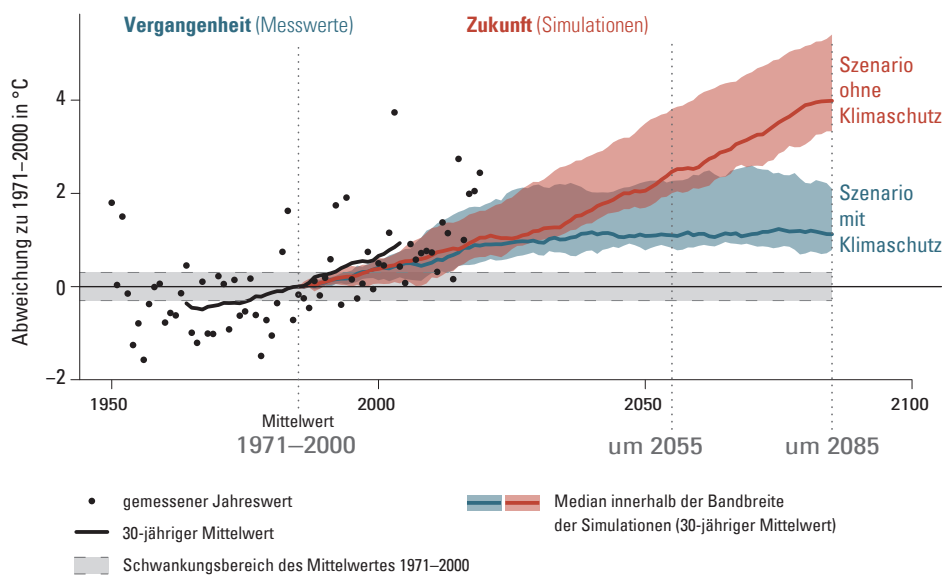




Veränderung der Sommertemperatur

Im Sommer ist die Temperatur in den vergangenen Jahrzehnten besonders stark gestiegen. Im sehr heißen Sommer 2003 lag die durchschnittliche Temperatur sogar bereits 3,7°C über dem Mittelwert des Bezugszeitraums (1971 bis 2000). Setzte sich die Erwärmung ungemindert fort, wären solche extremen Sommer in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts Normalität. Gelingt es dagegen zeitnah, den Ausstoß von Treibhausgasen deutlich zu senken, ließe sich die sommerliche Hitze noch stark begrenzen.

Mittlere Sommertemperatur (Juni–August) im Vergleich zum Bezugszeitraum 1971–2000 in der Klimaregion Alpenvorland



Bis zu
5,4°C
wärmer

Bisher waren die Sommer im bayerischen Alpenvorland durchschnittlich 15,5°C warm. Gelingt die Energiewende nicht rechtzeitig, wird gegen Ende des Jahrhunderts im Mittel eine Erhöhung um 4,0°C erwartet (maximal 5,4°C). Mit sofortigem Klimaschutz lässt sich der Temperaturanstieg noch auf um die 1,1°C (maximal 2,1°C) begrenzen.

Hitzetage auf dem Brauneckgipfel?

Alle angegebenen Klimazahlen sind Durchschnittswerte für die gesamte Klimaregion Alpenvorland. Sie treffen also nicht unbedingt auf einzelne, kleinere Gebiete innerhalb der Region zu. Viele Werte hängen stark von der Höhenlage ab. So gab es auf dem Brauneckgipfel noch nie einen Hitzetag. Auch nehmen die Hitzetage dort, anders als im Schnitt für die gesamte Region, nicht zu. Der Mittelwert der Temperatur je Gebiet wird ebenfalls von der Höhenlage bestimmt. Dagegen ist Veränderung der Temperatur weniger von der Höhenlage abhängig. Dadurch fällt der erwartete Temperaturanstieg – also die Differenz zu den Werten im Bezugszeitraum – in den einzelnen Gebieten sehr ähnlich aus.

Weiter
gedacht

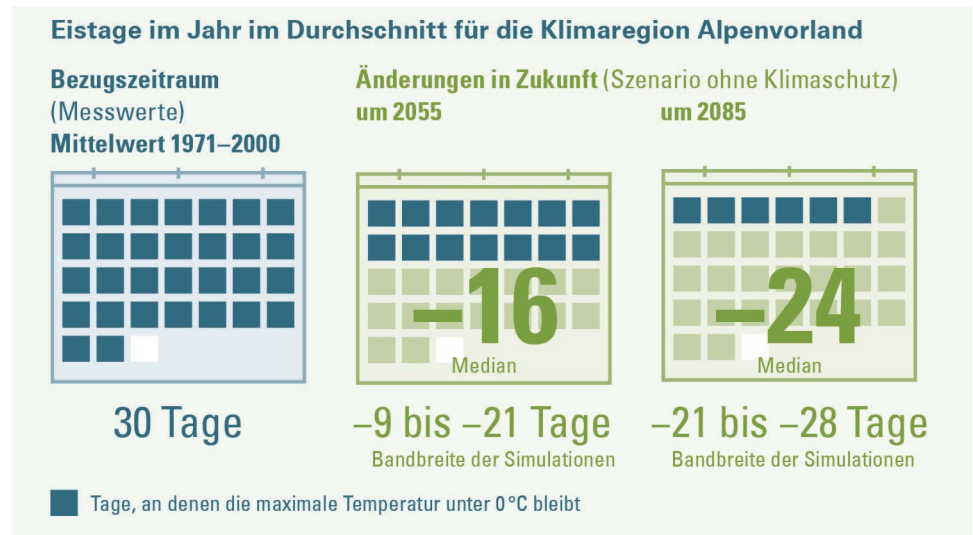


Wie entwickelt sich der Wald, wenn man ihn sich selbst überlässt? Um das herauszufinden, gibt es Naturwaldreservate. Dort lassen sich Erkenntnisse für die Forstwirtschaft der Zukunft gewinnen, etwa dass eine Mischung aus verschiedenen Baumarten und Altersklassen vom Sämling bis zum Totholz widerstandsfähiger gegenüber Klimaänderungen ist.

Warme Winter

Verregnete Landschaften statt verschneiter Wälder: Selbst im Alpenvorland werden die Winter weniger frostig. Wintersport wird nicht mehr wie bisher möglich sein. Die kürzere Schneesaison wirkt sich zudem auf den Wasserhaushalt aus.

Schon Mitte des Jahrhunderts könnte es ohne Klimaschutz im Alpenvorland durchschnittlich nur noch halb so viele Tage mit Temperaturen unter 0°C geben wie im Bezugszeitraum 1971 bis 2000. Gegen Ende des Jahrhunderts wären es nur noch ein Fünftel so viele.

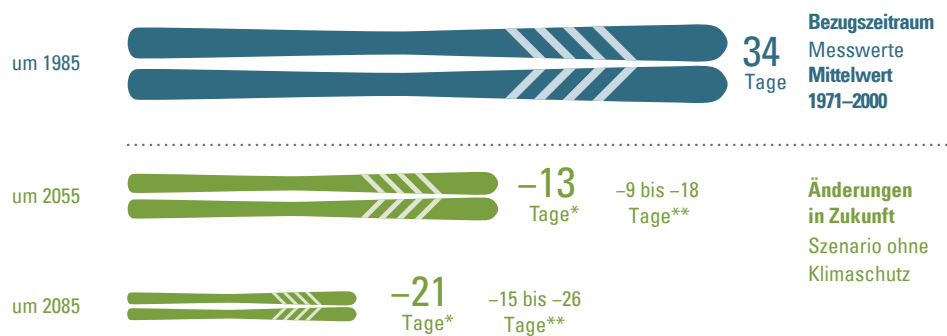


Winter auf Sparflamme

Die Zahl der Eistage wird in Zukunft im Alpenvorland deutlich zurückgehen. Selbst mit Klimaschutz wird sie sich erwartungsgemäß bis Mitte des Jahrhunderts um zehn Tage verringern. Auch die längste Frostperiode wird sich um sechs Tage verkürzen. Dadurch fällt auch seltener Schnee und er bleibt nicht mehr so lange liegen. Das hat Konsequenzen für den Wasserhaushalt. Die bislang oft mächtige Schneedecke ist ein wichtiger Wasserspeicher, der bis in den Sommer sein Wasser abgibt. Fällt zunehmend mehr Regen als Schnee, könnte das im Süden Bayerns zu Hochwasser im Winter und Niedrigwasser im Frühsommer führen.

Die Winter im Alpenvorland werden kürzer und weniger frostig, die Schneegrenze verschiebt sich nach oben. Wintersport wird künftig in niedrigeren Lagen immer weniger möglich sein, selbst mit Kunstschnee. Ohne effektiven Klimaschutz wird sich diese Entwicklung in den kommenden Jahrzehnten weiter verschärfen.

Längste Frostperiode im Durchschnitt für die Klimaregion Alpenvorland an aufeinanderfolgenden Tagen mit Temperaturminimum unter 0°C



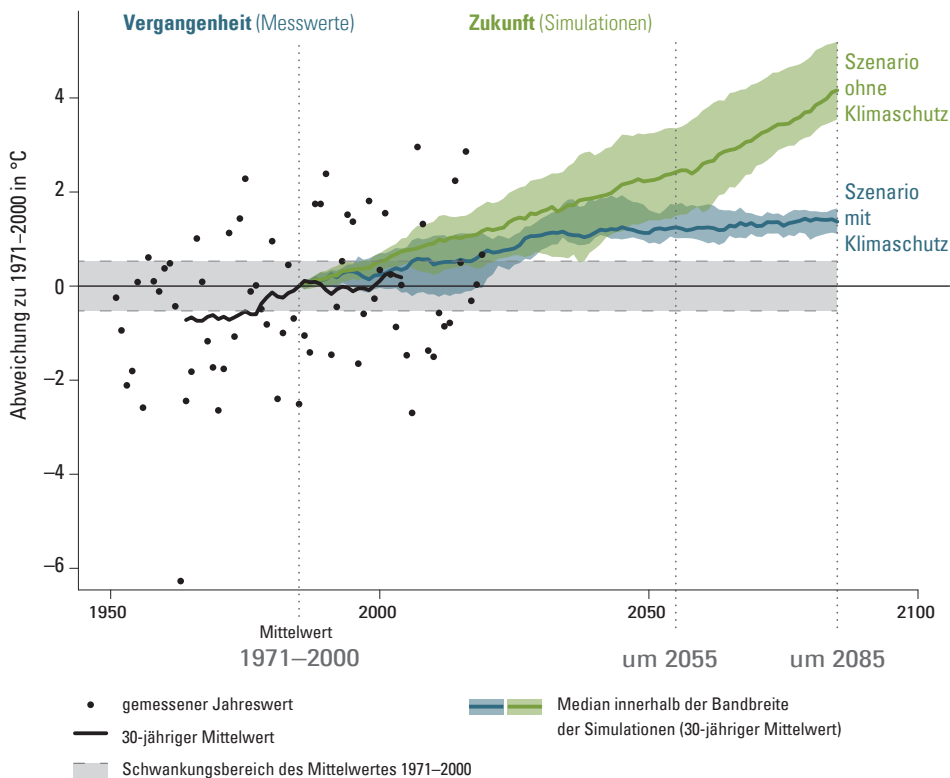
*mittlerer Wert **Bandbreite der Simulation



Veränderung der Wintertemperatur

Im Alpenvorland verlief der Temperaturanstieg in den Wintermonaten bislang noch recht mäßig. In den vergangenen Jahren gab es allerdings immer seltener sehr kalte Winter. Der Winter 2006/2007 hält bislang den Rekord. Seit 1881 war er am wärmsten. Möglich ist, dass die Erwärmung in Zukunft deutlich stärker ausfällt – vor allem bei einem ungebremsten Treibhausgasausstoß. Selbst mit Klimaschutz wird bis Mitte des Jahrhunderts ein Temperaturanstieg um mehr als 1°C erwartet.

Mittlere Wintertemperatur (Dezember–Februar) im Vergleich zum Bezugszeitraum 1971–2000 in der Klimaregion Alpenvorland



Bis zu
5,2°C
wärmer

Im Bezugszeitraum um (1971 bis 2000) betrug die durchschnittliche Wintertemperatur im bayerischen Alpenvorland $-0,7^{\circ}\text{C}$. Im Szenario ohne Klimaschutz wird ein Anstieg um $4,2^{\circ}\text{C}$ erwartet (maximal $5,2^{\circ}\text{C}$), mit Klimaschutz nur um $1,4^{\circ}\text{C}$ (maximal $1,7^{\circ}\text{C}$).



Skiurlaub in den niedrigeren Lagen des Alpenvorlandes ist möglicherweise bald Schnee von gestern. Eine verlockende und nachhaltige Alternative sind Winterwanderungen durch unverfälschte Landschaften – ohne Lifte, Schneekanonen, Geröllpisten und Autokolonnen. Entspannungsmomente mit Wellness und gutem Essen runden das Urlaubsprogramm ab.

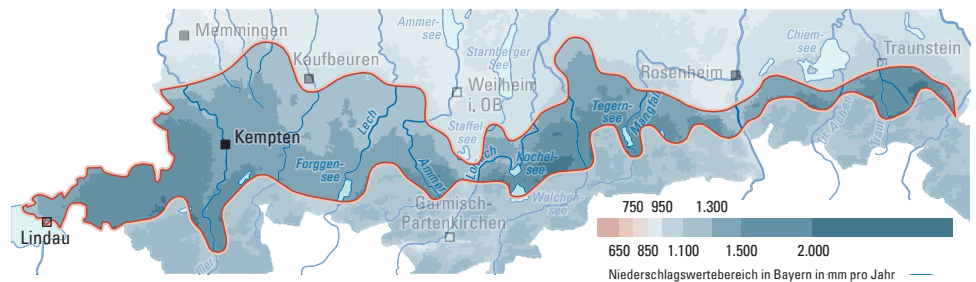
Variable Niederschläge

Die steigenden Temperaturen wirken sich auch auf den Niederschlag aus. Allerdings ist die Entwicklung hier nicht eindeutig. Ohne verstärkte Anstrengungen für den Klimaschutz könnten aber die Sommerniederschläge im Alpenvorland im Mittel geringer ausfallen.

Im Alpenvorland fällt im Vergleich zum restlichen Bayern überdurchschnittlich viel Niederschlag. Der mittlere Jahresniederschlag der Region lag bisher bei 1.479 mm. Im bayernweiten Durchschnitt waren es 941 mm. Das Alpenvorland ist daher ein wichtiger Wasserlieferant, selbst für weiter entfernt liegende Regionen.

Verteilung des Jahresniederschlags in der Klimaregion Alpenvorland

Bezugszeitraum (Messwerte)
Mittelwert 1971–2000

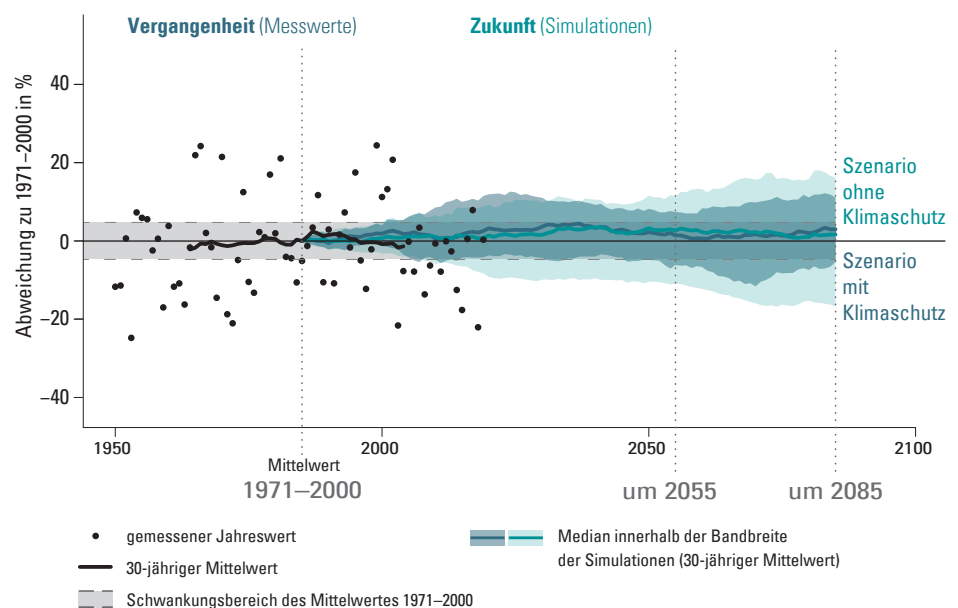


Jahresniederschlag: kein klarer Trend

Der jährliche Niederschlag im Alpenvorland hat sich seit 1951 weder eindeutig verringert noch erhöht. Seit 2003 traten zwar vermehrt niederschlagsarme und kaum noch feuchte Jahre auf. Diese Zeitspanne ist aber zu kurz, um bereits einen Trend abzuleiten. Für die weitere Entwicklung des Niederschlags kommen die verschiedenen Klimasimulationen zu unterschiedlichen Ergebnissen.

Jahresniederschlag in % im Vergleich zum Bezugszeitraum 1971–2000 im Durchschnitt in der Klimaregion Alpenvorland

Es wird nicht erwartet, dass sich der mittlere Jahresniederschlag im Alpenvorland nennenswert verändert. Er könnte aber auch deutlich zu- oder abnehmen. Diese Unsicherheit ist ohne Klimaschutz wesentlich größer als mit.



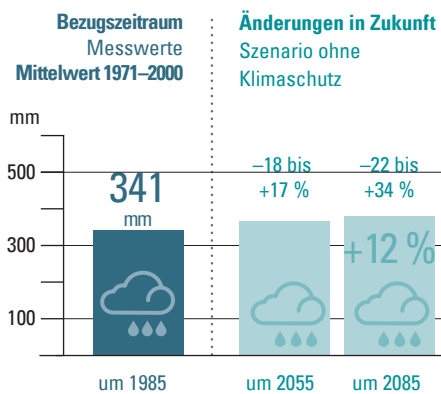


Umverteilung des Niederschlags zwischen den Jahreszeiten

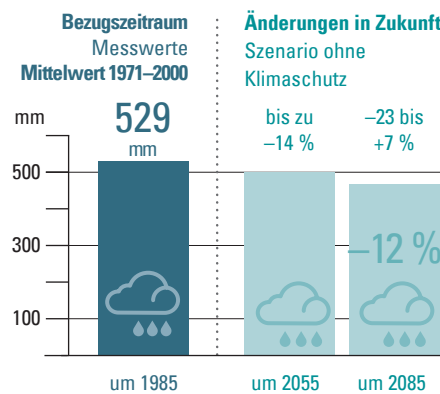
Nicht nur die Gesamtmenge des Jahresniederschlags ist von Bedeutung, sondern auch, wann er fällt. Im Alpenvorland gibt es bisher keinen belastbaren Trend für eine Veränderung der Niederschlagsmenge je nach Jahreszeit. Für die zweite Hälfte des Jahrhunderts kommt die überwiegende Mehrheit der Klimasimulationen allerdings zu dem Ergebnis, dass der Niederschlag ohne wirksamen Klimaschutz im Sommer abnehmen wird. Für das Frühjahr wird zwar im Mittel eine Zunahme erwartet, allerdings sind sich die verschiedenen Simulationen dabei weniger einig. Für Herbst und Winter kommen die verschiedenen Simulationen zu gänzlich unterschiedlichen Ergebnissen. Im Mittel wird deshalb keine Änderung erwartet. Kann der Ausstoß von Treibhausgasen in naher Zukunft deutlich verringert werden, so ist im Mittel keine jahreszeitliche Umverteilung zu erwarten.

Jahreszeitlicher Niederschlag im Durchschnitt in der Klimaregion Alpenvorland

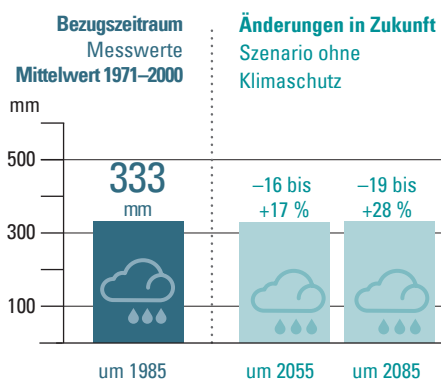
Frühling



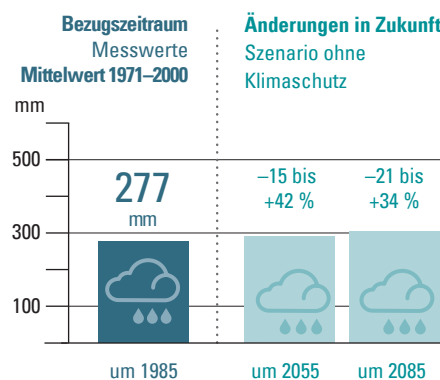
Sommer



Herbst



Winter



Die Werte in den Balken entsprechen dem Median aus der Bandbreite der Klimasimulationen (oberhalb der Balken). Werte, die so gering sind, dass sie nicht als Änderung des Klimas interpretiert werden, sind nicht als Zahlen angegeben.

Warum gibt es keine eindeutigen Aussagen zum Niederschlag?

Bei der Temperatur ist klar: Mehr Treibhausgase führen zu einer stärkeren Erwärmung. Wie sich der Klimawandel auf den Niederschlag auswirkt, hängt dagegen von vielen Faktoren ab. Dennoch zeichnen sich bereits Muster ab: In Südeuropa etwa zeigen Messungen wie Klimasimulationen, dass der Niederschlag abnimmt. In Nordeuropa nimmt er dagegen zu. Bayern liegt genau in der Übergangszone, daher unterscheiden sich die Ergebnisse der verschiedenen Simulationen.

Trockenere Sommer, feuchtere Frühjahre

Im Mittel wird gegen Ende des Jahrhunderts ohne Klimaschutzmaßnahmen eine Abnahme der Niederschlagsmenge im Sommer und eine Zunahme im Frühjahr erwartet.

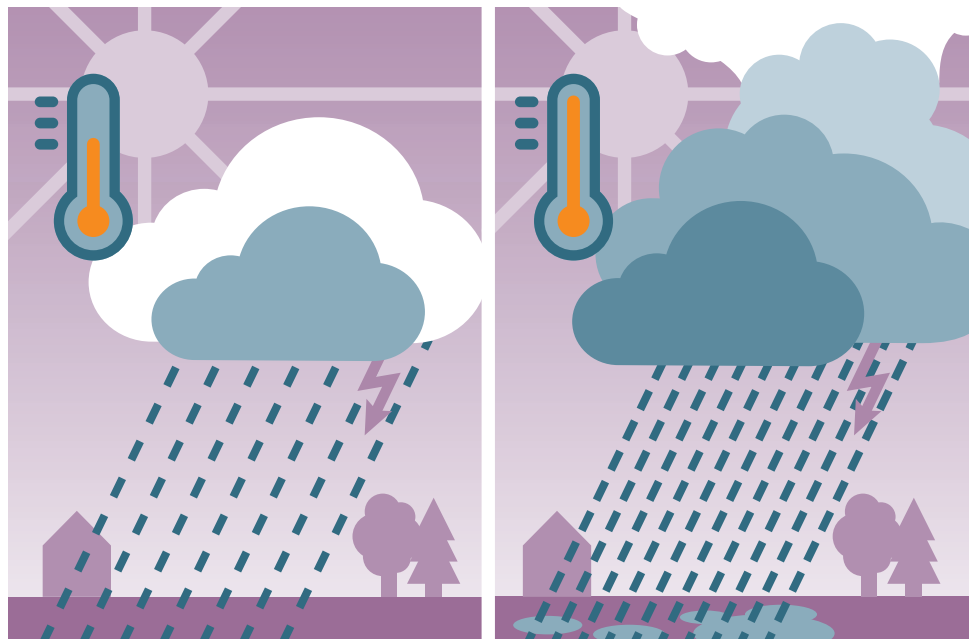
Heftige Regenfälle

Starkniederschläge treten im Alpenvorland in größerem Umfang auf als in anderen Regionen Bayerns – in Zukunft möglicherweise noch häufiger und intensiver als bisher. Dadurch nimmt auch das Risiko von Sturzfluten und Erdbeben weiter zu.

Große Niederschlagsmengen in kurzer Zeit können in den Bergen ganze Hänge ins Rutschen bringen. Das Relief in der hoch gelegenen und regenreichen Region birgt ein großes Risiko von Schlammlawinen und Sturzfluten. Solche Ereignisse könnten künftig noch häufiger auftreten, wenn die globale Erwärmung ungebremst voranschreitet. Denn je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasserdampf kann sie aufnehmen und umso heftigere Niederschläge fallen. Vor allem in der warmen Jahreszeit treten sie als heftige, kurze und örtlich begrenzte Schauer auf. In den kühleren Monaten fallen häufig weniger intensive, dafür lang anhaltende und großflächige Niederschläge.

Steigende Temperaturen verursachen intensivere Niederschläge

Bei höheren Temperaturen verdunstet mehr Wasser. Der Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre steigt und Niederschläge fallen intensiver aus. Dieser Effekt ist bei lokal auftretendem, kurzem Starkregen doppelt so stark ausgeprägt wie bei großflächigen, länger andauernden Niederschlägen.



Starkregentage sind nicht gleich extremer Starkregen

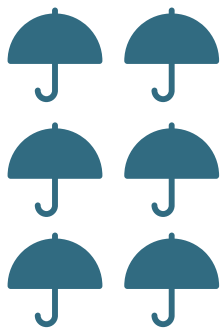
Ob die gleiche Niederschlagsmenge innerhalb einer halben Stunde oder über einen Tag verteilt fällt, macht einen großen Unterschied. Bei extremem Starkregen, also heftigem Niederschlag in kürzester Zeit, können sich Sturzfluten bilden. Fällt der Niederschlag als Dauerregen im Laufe eines Tages, kann das Wasser dagegen im Boden versickern. Die in dieser Broschüre verwendeten flächendeckenden Daten für Bayern und die beschriebenen Zukunftsszenarien erlauben jedoch nur Aussagen auf Tagesbasis. Das heißt, die Angaben über Starkregentage (mindestens 30 mm Niederschlag pro Tag) geben keine Auskunft darüber, ob es sich dabei um Tage mit extremem Starkregen oder um Tage mit Dauerregen handelt.

Entwicklung der Starkregentage

Bisher haben die Starkregentage im Alpenvorland nicht zugenommen. Ohne Klimaschutz wird dies allerdings gegen Ende des Jahrhunderts erwartet. Laut den Modellrechnungen erhöht sich dabei aber nicht die durchschnittliche Niederschlagsmenge pro Jahr. Der gleiche Niederschlag fällt also an weniger Tagen. Werden zügig Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt, so wird keine Zunahme der Starkregentage erwartet.

Starkregentage pro Jahr im Durchschnitt in der Klimaregion Alpenvorland

Bezugszeitraum (Messwerte)
Mittelwert 1971–2000

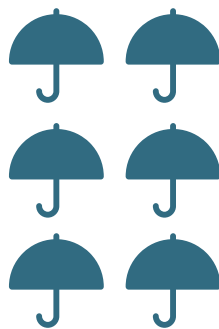


6

Tage

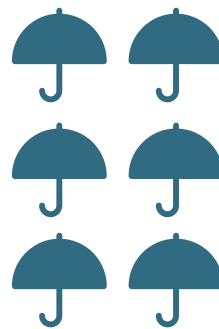
  Tage mit mindestens 30 mm Niederschlag

Änderungen in Zukunft (Szenario ohne Klimaschutz)
um 2055 um 2085



+1
Tag*

bis zu +2 Tage



+2
Tage*

bis zu +3 Tage

*Median **Bandbreite der Simulation

Werte, die so gering sind, dass sie nicht als Änderung des Klimas interpretiert werden, sind nicht als Zahlen angegeben.



Mehr Starkregentage

Am Alpenrand treten Starkregentage generell häufiger auf. Ohne Klimaschutz wird im Alpenvorland eine Zunahme gegen Ende des Jahrhunderts erwartet. Darin stimmt die Mehrheit der Klimasimulationen überein.

Weiter
gedacht



Ob im Garten oder auf dem Acker: Ein lebendiger Boden schützt vor Erosion. Regenwürmer und andere Lebewesen verwerten Pflanzenreste zu fruchtbarem Humus, binden dadurch CO₂ und stabilisieren die obere Erdschicht. Heftige Niederschläge können den Boden so weniger leicht wegspülen. Neben Pflanzenresten als Nahrung brauchen Bodenlebewesen Ruhe vor dem Pflug sowie möglichst wenig Pestizide und Mineralstickstoff.

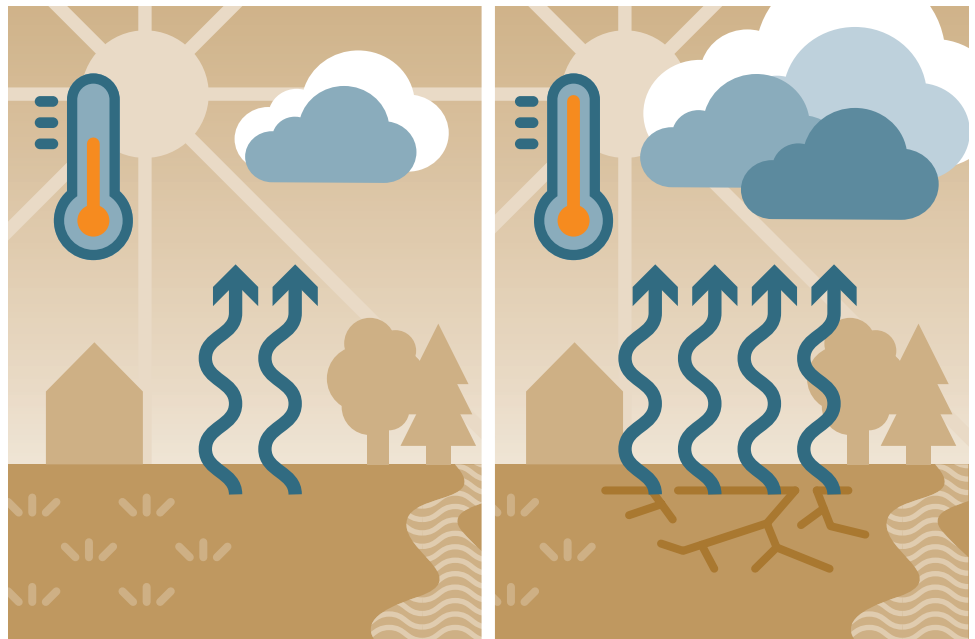
Trockene Sommer

Ohne Klimaschutz wird es im Alpenvorland künftig trockener. Eine stärkere Verdunstung, die schrumpfende Schneedecke im Winter und möglicherweise abnehmende Niederschläge können den Wasserhaushalt der alpinen Region und ganz Südbayerns verändern.

Der Klimawandel verändert den Wasserhaushalt der alpinen Region. Die Eis- und Schneedecken, die in den warmen Monaten die Flüsse mit Schmelzwasser versorgen, gehen durch die steigenden Temperaturen zurück. Das Wasserdefizit wirkt sich auf den ganzen Süden Bayerns aus. Nimmt zugleich der Sommerniederschlag ab, wird die Lage zusätzlich verschärft. Seit 1951 kommen Wochen ohne Regen von April bis Juni immer häufiger vor. Ohne Klimaschutz wird in Zukunft die Zunahme solcher niederschlagsfreien Wochen in der Zeit von Juli bis September erwartet.

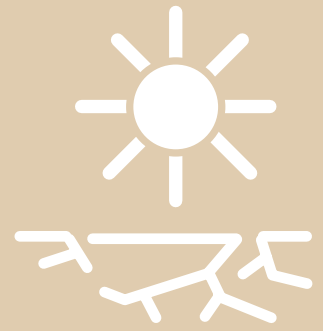
Höhere Temperaturen verstärken Verdunstung

Durch die Einstrahlung der Sonne heizen sich Wasserflächen, Vegetation und Boden auf. Das darin gespeicherte Wasser verdunstet. Dieser Prozess wird durch eine hohe Lufttemperatur verstärkt, denn warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen als kühle. In der Folge trocknen Böden nach und nach aus und die Wasserspiegel sinken ab – so lange, bis das verdunstete Wasser wieder als Niederschlag zur Erde fällt.



Temperaturanstieg, Regenmangel, heftige Niederschläge: keine gute Kombination

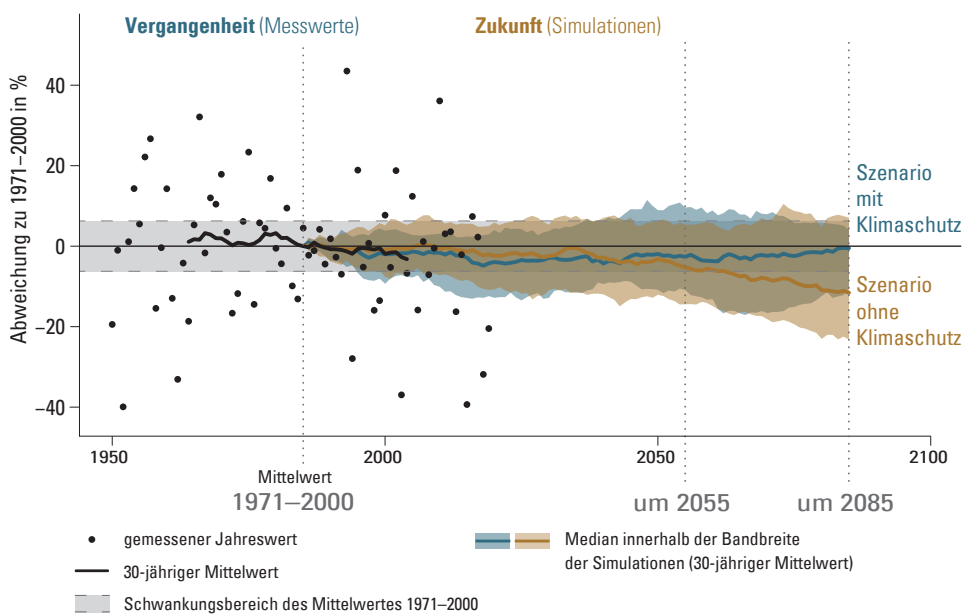
Die zunehmende Verdunstung bei steigenden Temperaturen führt dazu, dass es selbst bei gleichbleibenden Niederschlägen trockener wird. Nimmt die Niederschlagsmenge zusätzlich ab, verstärkt sich dieser Effekt. Fällt zudem der gesamte Sommerregen innerhalb von wenigen Ereignissen anstatt gleichmäßig verteilt, fließt ein Großteil des Wassers ab. Es kann nicht versickern, da der Boden die Wassermenge nicht so schnell aufnimmt.



Veränderung des Sommerniederschlags

In den vergangenen Jahren gab es bereits einige trockene Sommer im Alpenvorland. Im Sommer 2015 fiel 39 % weniger Niederschlag als im Schnitt zwischen 1971 und 2000. Bisher wechselten sich trockene und nasse Sommer ab, ein belastbarer Trend ist nicht zu erkennen. Die Mehrheit der Klimasimulationen sagt aber aus, dass der Sommerniederschlag bei einer unverminderten Erderwärmung bis Ende des Jahrhunderts abnimmt. Mit einer raschen Reduzierung der weltweiten Treibhausgasemissionen lässt sich diese Entwicklung sehr wahrscheinlich aufhalten.

Sommerniederschlag (Juni–August) in % im Vergleich zum Bezugszeitraum 1971–2000 im Durchschnitt in der Klimaregion Alpenvorland



Bis zu
-23%

In den Sommermonaten fielen im Alpenvorland im Schnitt im Bezugszeitraum 1971 bis 2000 529 mm Niederschlag. Ohne Klimaschutz wird um 2085 12 % weniger Sommerregen erwartet (maximal bis 23 % weniger). Mit Klimaschutz wird hingegen keine Abnahme erwartet.

Weiter
gedacht



Feuchtbiotope tragen zur Artenvielfalt bei. Sie sind durch zunehmende Trockenheit gefährdet. Lebendige Moore sind auch natürliche Klimaschützer, denn sie speichern enorm viel Kohlenstoff in ihren Torfkörpern. Trockengelegte Flächen wirken dagegen als Treibhausgasquellen und sollten wiedervernässt werden.

Methoden und Szenarien der Klimamodellierung

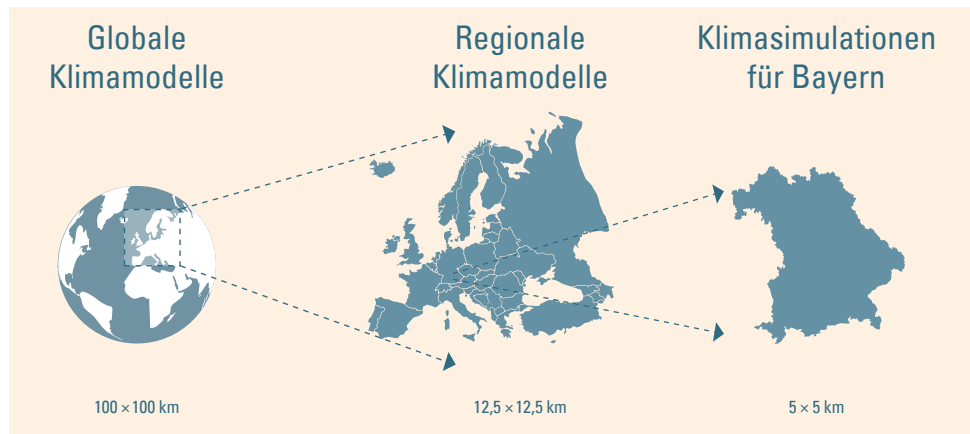
Wie sich das Klima entwickelt, hängt davon ab, ob der weltweite Ausstoß von Treibhausgasen in den nächsten Jahren deutlich reduziert wird oder nicht. Klimamodelle rechnen daher mit unterschiedlichen Emissionsszenarien.

Von globalen zu regionalen Klimamodellen

Globale Klimamodelle funktionieren ähnlich wie Modelle zur Wettervorhersage. Sie bilden allerdings nicht nur die Vorgänge in der Atmosphäre ab, sondern beziehen auch deren Wechselwirkungen mit den Ozeanen, der Vegetation sowie Eis- und Schneeflächen ein. Die Entwicklungen dieses komplexen Systems können nur mit Hochleistungscomputern berechnet werden. Die Auflösung globaler Klimamodelle ist mit einem Raster von mehr als 100×100 km jedoch zu grob, um daraus Aussagen für einzelne Regionen abzuleiten. Deshalb verfeinern regionale Klimamodelle die Ergebnisse auf ein Raster von $12,5 \times 12,5$ km.

Globale und regionale Modelle

Um für kleinräumige Gebiete Aussagen über die Entwicklung des Klimas treffen zu können, wurden globale Klimamodelle mithilfe regionaler Modelle auf ein feineres Raster übertragen. Die Ergebnisse der Modellrechnungen wurden am Landesamt für Umwelt noch einmal für Bayern aufbereitet.



Klimasimulationen für Bayern

Weil so viele Faktoren das Klimasystem beeinflussen, kommen verschiedene Klimamodelle nicht zu exakt den gleichen Ergebnissen. Es müssen daher immer mehrere Modelle berücksichtigt werden. Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) hat untersucht, welche Modelle für Bayern geeignet sind. Die Modellrechnungen, die diese strenge Prüfung bestanden haben, bilden das sogenannte Bayerische Klimaprojektionsensemble („Bayern-Ensemble“). Die Ergebnisse der Modellrechnungen wurden für Bayern aufbereitet und auf ein Raster von 5×5 km umgerechnet.

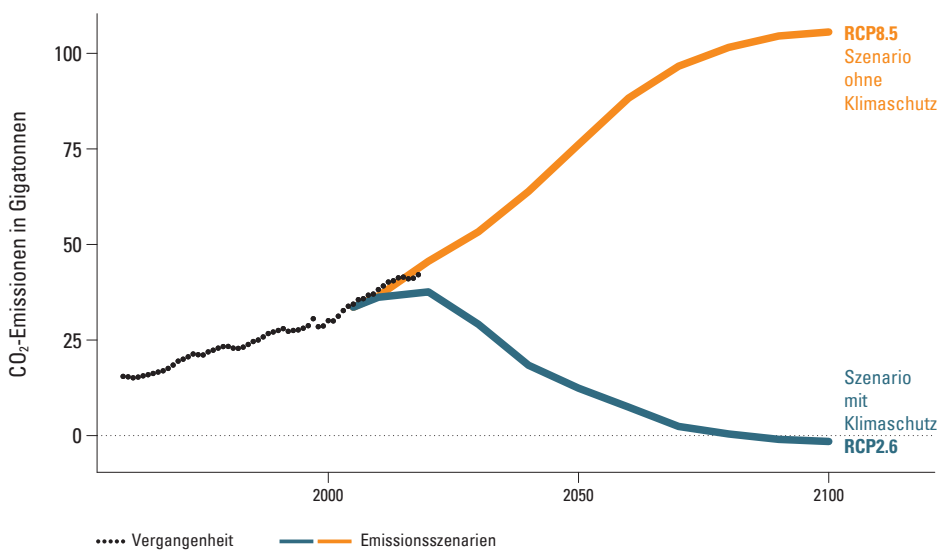
Datengrundlage

Die Messwerte beruhen auf Daten des Deutschen Wetterdienstes und auf dem europäischen Beobachtungsdatensatz E-OBS. Die Ergebnisse für die Zukunft beruhen auf Auswertungen regionaler Klimaprojektionen (EURO-CORDEX, ReKliEs-De). Für das Szenario ohne Klimaschutz standen zwölf, für das Szenario mit Klimaschutz acht verschiedene für Bayern geeignete Projektionen zur Verfügung.

Simulationen basieren auf Emissionsszenarien

Ein Faktor hat einen wesentlich größeren Einfluss auf die Zukunft des Klimas als Modellunsicherheiten: die Entwicklung der weltweiten Treibhausgasemissionen. Der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) verwendet dafür mehrere Emissionsszenarien. Diese sogenannten RCP-Szenarien beschreiben den Konzentrationsverlauf der Treibhausgase in der Atmosphäre. Die Klimasimulationen für Bayern wurden auf Grundlage der Szenarien RCP2.6 und RCP8.5 berechnet.

CO₂-Ausstoß und RCP-Szenarien

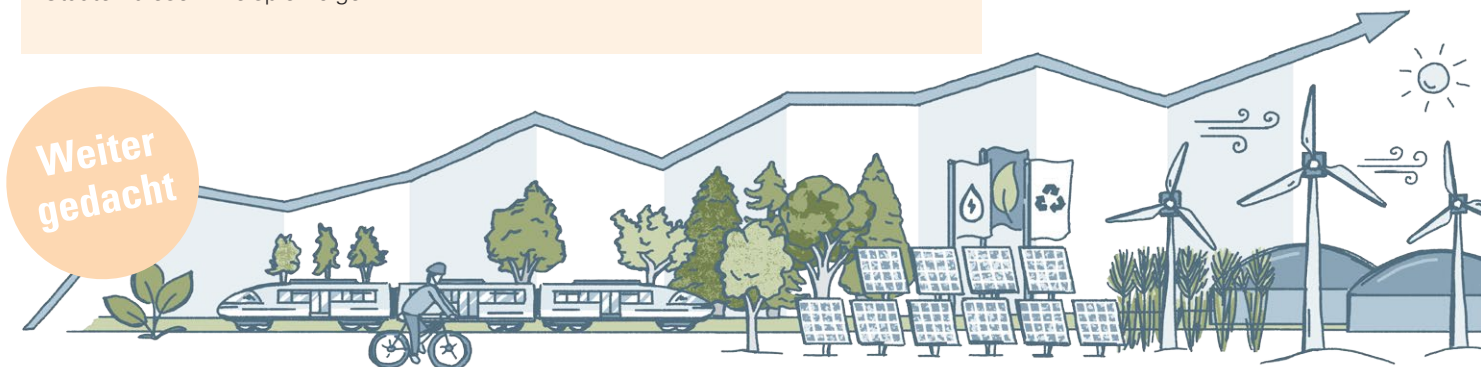


Während beim Szenario RCP2.6 eine globale Zwei-Grad-Obergrenze durch Klimaschutz eingehalten werden kann, entspricht das Szenario RCP8.5 einem ungebremsten Treibhausgasausstoß. Bislang folgte der globale CO₂-Ausstoß in etwa dem Szenario RCP8.5. Eine konsequente Klimapolitik kann das aber ändern.

Weltweit durch den Menschen verursachter Netto-CO₂-Ausstoß
 Daten: IPCC, Global Carbon Budget 2019

Wie funktioniert Klimapolitik?

Im Gegensatz zum globalen CO₂-Ausstoß sanken die jährlichen Emissionen in Europa bereits gegenüber 1990. Das internationale Klimaabkommen von Paris sieht vor, dass die Staaten alle fünf Jahre ihre Klimaschutzpläne nachverhandeln und ausweiten, um die globale Erwärmung noch auf deutlich unter 2 °C, möglichst auf unter 1,5 °C, gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Die europäischen Länder sollten dabei entschlossen vorangehen und die Ziele der EU umsetzen, damit andere Staaten diesem Beispiel folgen.



Investition in fossile Brennstoffe oder erneuerbare Energien? Anlegerinnen und Anleger haben die Wahl, bei welchen Unternehmen sie Aktien einkaufen – und entscheiden damit auch ein Stück weit, wie sich der CO₂-Ausstoß in den kommenden Jahren entwickeln wird.

Regionales Klima

Bayern ist ein ausgesprochen vielfältiges Land – auch im Hinblick auf das Klima. Zwischen dem Gipfel der Zugspitze und Kahl am Main liegen beachtliche 2.860 Höhenmeter. Dieser Höhenunterschied wirkt sich neben der geografischen Lage enorm auf die klimatischen Verhältnisse vor Ort aus.

Durchschnittliche Werte für ganz Bayern vermitteln einen guten Überblick über dessen Klimazukunft. Wie sich das Klima in einzelnen Regionen Bayerns verändert, lässt sich dadurch jedoch nicht abbilden. Deshalb wurden am LfU sieben Klimaregionen ermittelt, die in sich ähnliche klimatische Bedingungen aufweisen – in Bezug auf Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlag und Unterschiede zwischen Sommer und Winter. Eine eigene Infobroschüre je Region ermöglicht einen Einblick in die spezifischen klimatischen Gegebenheiten vor Ort und zeigt, wie sich der Klimawandel regional auswirkt.

Die sieben Klimaregionen Bayerns

Der Einfluss der Höhenlage auf die Grenzen der Klimaregionen ist deutlich sichtbar. Die Regionen wurden ausschließlich nach klimatischen Gesichtspunkten gebildet. Dadurch fällt beispielsweise Nürnberg in die Donauregion, obwohl es im Gewässereinzugsgebiet des Mains liegt.



Weitere Informationen zu Grundlagen und Verwendung der hier vorgestellten Ergebnisse gibt es unter www.bestellen.bayern.de/shoplank/lfu_klima_00171.htm.

Eine vollständige Auflistung der Klimakennwerte liefern die Klimafaktenblätter, abrufbar unter www.lfu.bayern.de/klima/klimawandel/klimafaktenblaetter/index.htm.

Eine Übersicht der Klimaänderungen kann unter www.klimainformationssystem.bayern.de abgerufen werden.



Unsere weiteren Broschüren

- Bayern
- Alpen
- Südbayerisches Hügelland
- Donauregion
- Mainregion
- Ostbayerisches Hügel- und Bergland
- Spessart-Rhön

Impressum

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Text/Konzept:

LfU Klima-Zentrum,
KOMPAKTMEDIEN
Agentur für Kommunikation GmbH

Bildnachweis:

© BJFF – stock.adobe.com: Titel I. (Kuh)
© Scisetti Alfio – stock.adobe.com: Titel r. (Enzian)
© comauthor – stock.adobe.com: S.16 (Globus)
© WoGi – stock.adobe.com: S.16 (Europakarte)
LfU: Frank Karlstetter, Titelcollage, S.12, S.14;
Sophia Pospiech, S. 7 u., S. 9 u., S.13 u., S.15 u.,

S.17 u.; Elke Graßmann, S. 4 u., S. 6 u., S.10 o.,
S. 11, S. 13 o., S. 18; Nadeeka Pinto, S. 6 u.,
S. 8 u., S. 13 o.
Alle weiteren: LfU

Fachdaten für Karten S. 4, S. 10:

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Deutscher Wetterdienst

Stand:

April 2021

Druck:

LOUIS HOFMANN
Druck- und Verlagshaus GmbH & Co. KG
Domänenweg 9
96242 Sonnefeld

Gedruckt auf 100 %-Recyclingpapier

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.



Eine Behörde im Geschäftsbereich
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

