

Bayerns Klima im Wandel

Klimaregion Donau



klima

A map of Bavaria is shown in the background, with the word 'klima' written in large, lowercase, orange letters across the bottom of the page.



Klimaregion Donau

Fläche:
rund 21.600 km²
Höhe:
245 bis 767 m über NN
Mittlere Höhe:
429 m über NN

Stadt, Land, Donau – die Temperatur steigt

In der schon immer warmen und trockenen Donauregion war die Erwärmung innerhalb Bayerns bislang überdurchschnittlich. Neben der Hitze ist die Region von Flusshochwasser und mehr Starkregentagen bei gleichzeitig zunehmender Sommertrockenheit betroffen.

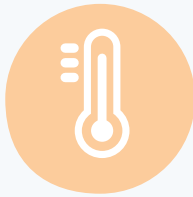
Wetter oder Klima?

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.

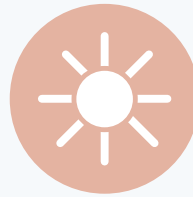
Der Erwärmung ein Limit setzen

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 Grönlandeseises 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 Klimaschutzabkommen 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 Donauregion verändert: Trend von 1951 bis 2019



**Steigende
Jahresmitteltemperatur**
+2,1 °C



Heiße Sommer
+10 Tage im Jahr
über 30 °C



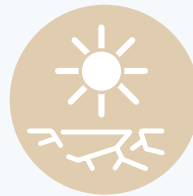
Warme Winter
-16 Tage im Jahr unter 0 °C



Jahresniederschlag
kein klarer Trend



Starkregen
+0,4 Tage mit mindestens
30 mm Niederschlag



Trockene Sommer
-14 % Niederschlag

Der Klimawandel ist in vollem Gange. In der Donauregion ist das bereits spürbar. Um die Lebensgrundlagen der zukünftigen Generationen zu erhalten, muss dringend gehandelt werden: Sofortige und umfassende Klimaschutzmaßnahmen sind nötig, damit die weitreichenden Folgen der globalen Erwärmung gemindert werden können.

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

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 bei 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. In den wachsenden Städten sehnt man sich in Hitzeperioden nach Abkühlung. Frischluftschneisen benötigen Platz, um den Luftaustausch zu ermöglichen. Auch auf dem Land droht dem Vieh im Stall und dem Gemüse auf dem Acker zunehmender Hitzestress. Das Hochwasserrisiko erfordert ausreichende Flächen zum Wasserrückhalt. Enorme Schäden durch zu viel Niederschlag in zu kurzer Zeit entstehen, wenn Flüsse anschwellen oder Sturzfluten Straßen unterspülen. Um die Äcker fruchtbar zu halten, gewinnt der Schutz vor Bodenerosion durch intensivere Niederschläge weiter an Bedeutung.

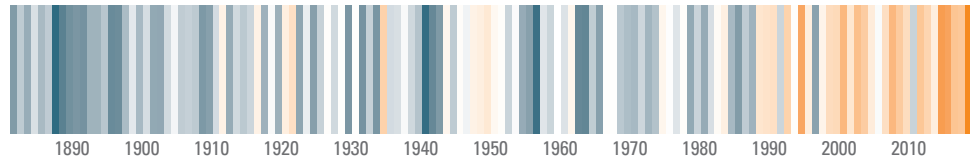
Diese Broschüre informiert über den Verlauf des Klimawandels in Bayern, um eine Anpassung vor Ort zu ermöglichen. Auch die weltweiten Folgen der Erderwärmung werden in Bayern zu spüren sein. Stürme, Dürren oder ein steigender Meeresspiegel in anderen Regionen der Erde wirken sich stark auf den Welthandel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

Steigende Jahresmitteltemperatur

Die steigenden Temperaturen wirken sich unter anderem auch durch verlängerte Vegetationsperioden aus. Das eröffnet einerseits Chancen, kann aber auch das abgestimmte Zusammenspiel zwischen Bestäubern und Pflanzen durcheinanderbringen. Der Schädlingsdruck nimmt zu.

Entwicklung der Jahresmitteltemperatur in der Vergangenheit

Die mittlere Jahrestemperatur in der Donauregion steigt. Von den zehn wärmsten Jahren seit 1881 haben wir allein sechs zwischen 2011 und 2019 erlebt.

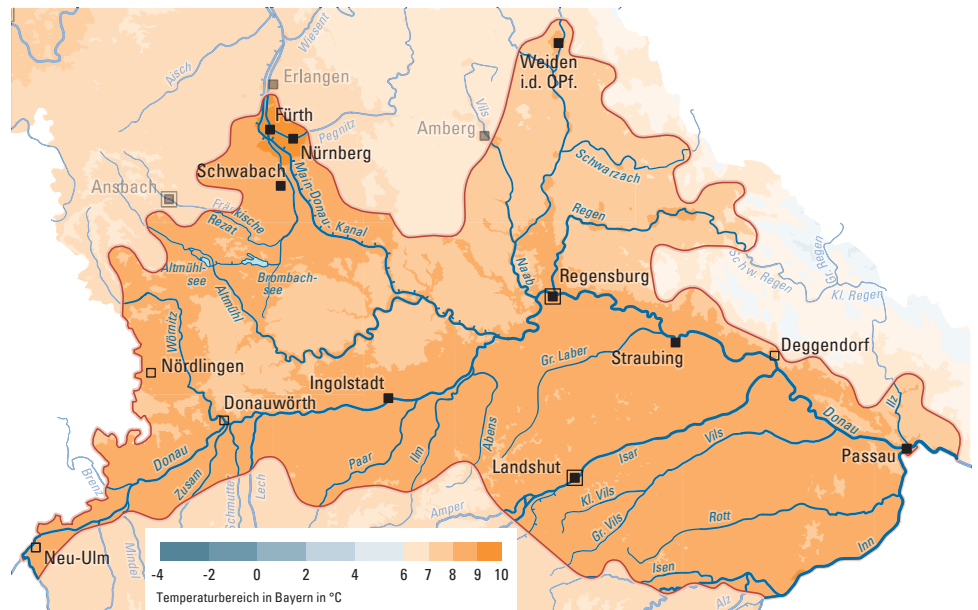


Das Farbband zeigt, wie sich die Durchschnittstemperatur in der Donauregion von 1881 bis 2019 entwickelt hat. Jeder Streifen im Band steht für ein Jahr. Die Spanne reicht von 6,3 °C (dunkelblau) bis 10,4 °C (orange).

Jahresmitteltemperatur in der Donauregion

Bezugszeitraum (Messwerte) Mittelwert 1971–2000

Die Donauregion ist eine der wärmeren Klimaregionen Bayerns. Das betrifft vor allem die tiefer gelegenen Flusstäler. Die etwas höher gelegenen Gebiete in der Frankenalb nördlich der Donau sind innerhalb der Region vergleichsweise kühl.



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 Donauregion bereits um 2,1 °C erhöht. 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.



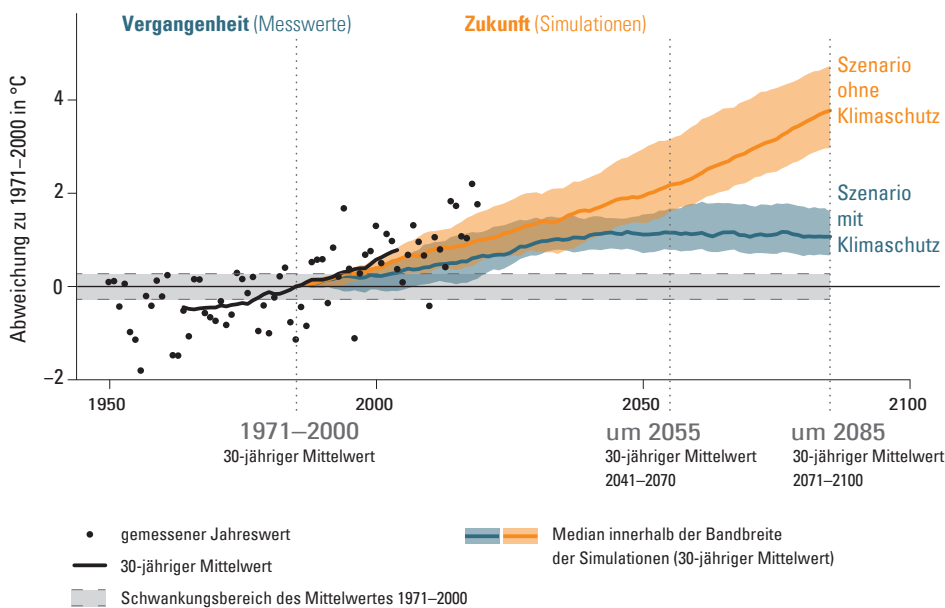
Emissionsszenarien – mit und ohne Klimaschutz

In dieser Broschüre werden die Auswirkungen von zwei verschiedenen globalen Emissionsszenarien auf das Klima in der Donauregion 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 Donauregion bisher noch nicht erlebt hat.

Jahresmitteltemperatur im Vergleich zum Bezugszeitraum 1971–2000 in der Donauregion



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. Wenn Messwerte und Simulationen nicht genau aufeinanderliegen (vgl. Seite 7 und 9), kann das auch an kurzfristigen Klimaschwankungen liegen.

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

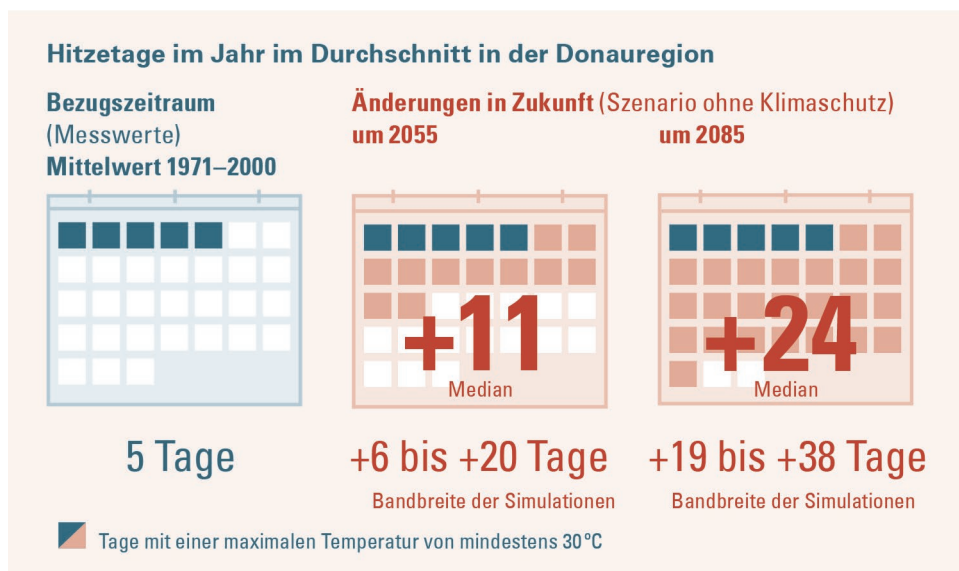
Bis zu
4,7 °C
mehr

Die Jahresmitteltemperatur in der Donauregion lag im Bezugszeitraum 1971 bis 2000 bei 8,2 °C. Ohne Klimaschutz wird bis Ende des Jahrhunderts im Mittel eine Zunahme um 3,8 °C erwartet (maximal 4,7 °C) – mit Klimaschutz dagegen nur um 1,1 °C (maximal 1,6 °C).

Heiße Sommer

Noch stärker als die Jahresmitteltemperatur steigen die Höchsttemperaturen im Sommer. Die Hitze belastet nicht nur die Menschen in den Städten, auch das Vieh kann unter Stress geraten. Hitze und starke Sonneneinstrahlung können außerdem Schäden im Gemüseanbau verursachen.

Die Sommer in der Donauregion werden noch heißer. Heute schon ächzt die Region unter mehr Hitzetagen als andere Regionen in Bayern. Ohne Klimaschutz würde es gegen Ende des Jahrhunderts an fast sechsmal mehr Tagen im Jahr wärmer als 30°C werden als 1971 bis 2000.



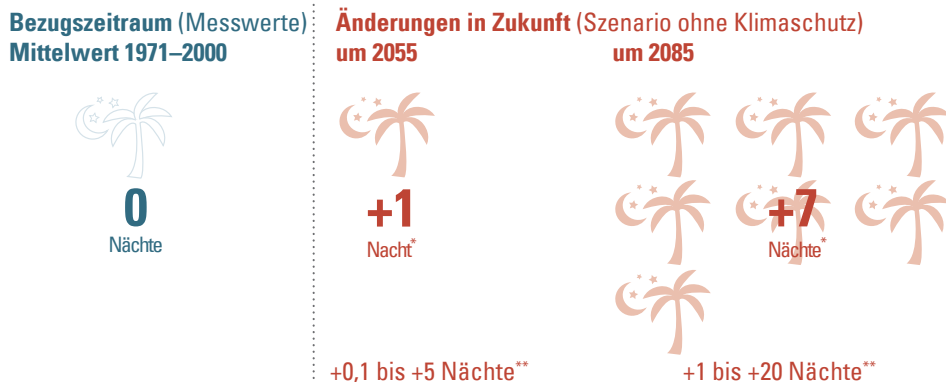
Abkühlung in Sicht? Nur mit Klimaschutz.

Sonnenschein und Wärme im Sommer tun gut. Doch extreme Hitze wirkt sich negativ aus. Kühlt es nachts kaum ab, schlafen viele Menschen schlecht. Extreme Hitze hat sogar die Kraft, Straßen und Schienen zu beschädigen. Auch dem Vieh und den Kulturpflanzen machen hohe Temperaturen zu schaffen – die Anforderungen an Verschattung und Belüftung steigen.

Klimasimulationen zeigen, dass insbesondere ab Mitte des Jahrhunderts ohne Klimaschutz Hitzeereignisse deutlich zunehmen. Im Szenario mit Klimaschutz, etwa durch zügigen Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energien, werden dagegen bis Ende des Jahrhunderts im Schnitt in der Donauregion nur vier Hitzetage und 0,3 Tropennächte mehr erwartet als 1971 bis 2000.

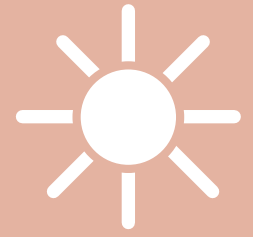
Im Bezugszeitraum (1971 bis 2000) blieb die Donauregion im Schnitt noch weitgehend von Tropennächten verschont. Allerdings haben sie seitdem bereits nachweislich zugenommen. Würden keine Klimaschutzmaßnahmen ergriffen, so wären sie bis Ende des Jahrhunderts regelmäßig zu erwarten.

Tropennächte pro Jahr im Durchschnitt in der Donauregion



Nächte, in denen die Temperatur nicht unter 20°C fällt

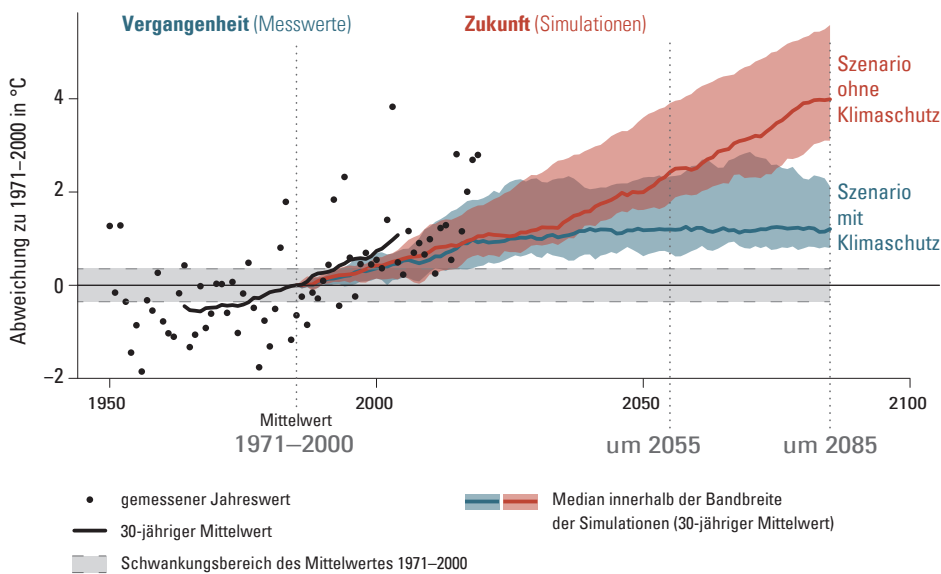
*mittlerer Wert **Bandbreite der Simulation



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 3,8 °C über dem Mittelwert des Bezugszeitraums (1971 von 2000). Setzte sich die Erwärmung ungemindert fort, wären solche Hitzesommer in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts Normalität. Gelingt es dagegen zeitnah, den Ausstoß von Treibhausgasen deutlich zu senken, lässt sich die sommerliche Hitze noch stark eindämmen.

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



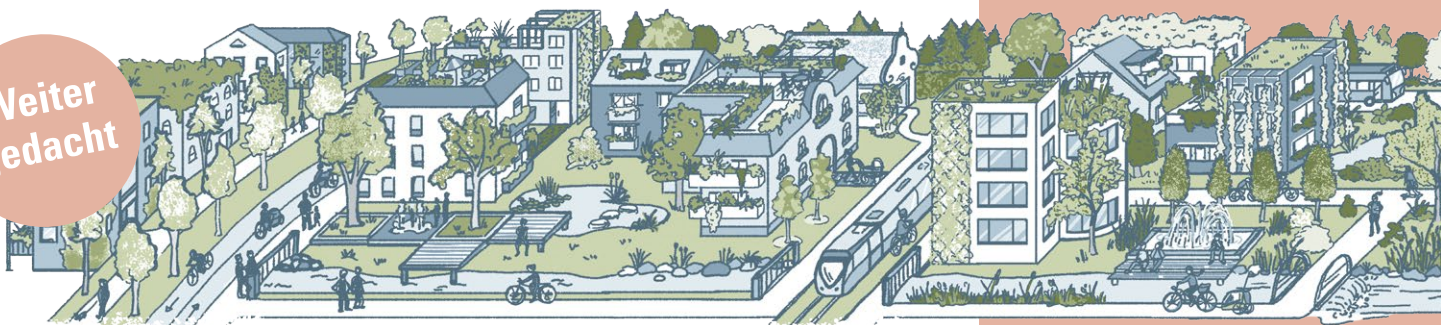
Bis zu
5,6 °C
wärmer

Im Bezugszeitraum 1971 von 2000 waren die Sommer in der Donauregion durchschnittlich 16,9 °C warm. Gelingt die Klimatrendwende nicht rechtzeitig, wird gegen Ende des Jahrhunderts im Mittel eine Erhöhung um 4,0 °C erwartet (maximal 5,6 °C). Mit sofortigem Klimaschutz lässt sich der Temperaturanstieg noch auf etwa 1,2 °C begrenzen (maximal 2,1 °C).

Sonderfall Stadtklima

Die Werte der Klimasimulationen beziehen sich auf die großflächige Landschaft. In dicht bebauten Städten wie Nürnberg und Regensburg ist die lokale Hitzebelastung noch größer. Dunkle Asphaltflächen und Gebäude heizen sich besonders stark auf. An diesen Orten entsteht ein Wärmeinseleffekt, das heißt, in der Stadt ist es deutlich wärmer als im Umland. Umso wichtiger sind daher Bäume, Grün- und Wasserflächen und begrünte Gebäude: Durch Verdunstung und Beschattung sorgen sie für Abkühlung in der Stadt.

Weiter
gedacht

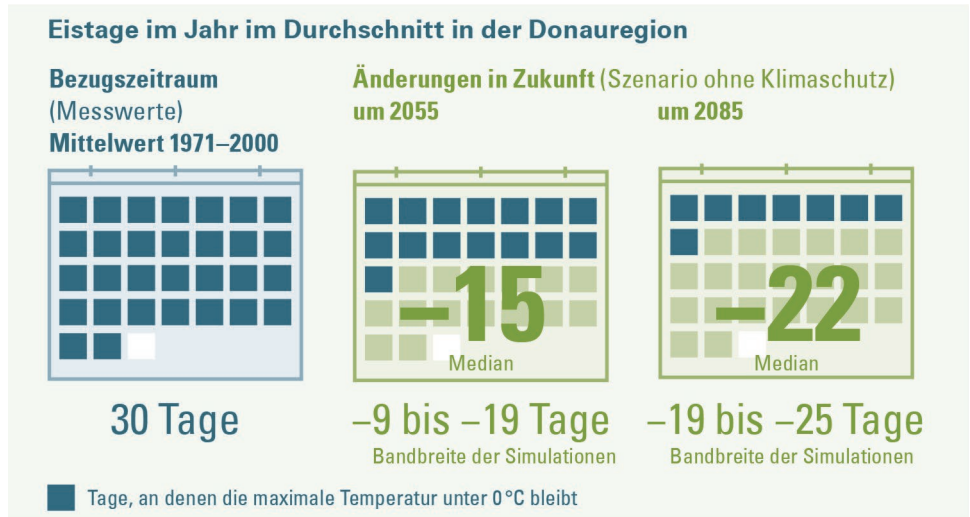


Schatten spendende Alleen statt Verkehrsschneisen, Parkanlagen statt Asphaltwüsten, grüne Dächer und Fassaden, ein dichtes Netz von Rad- und Fußwegen und ein eng getakteter öffentlicher Nahverkehr: Die klimaangepasste Stadt ist gut für Mensch und Umwelt.

Warme Winter

Kaum Schnee und wenig Frost – die steigenden Durchschnittstemperaturen führen zu immer milderem Wintern. Sie wirken sich auf die Land- und Forstwirtschaft aus, denn Schädlinge schätzen diese Bedingungen und breiten sich aus.

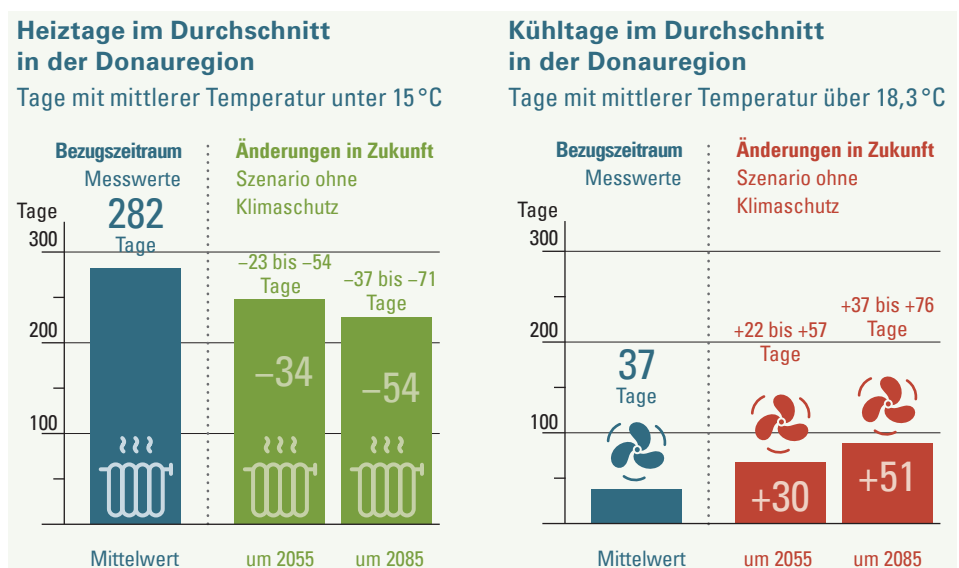
Schon Mitte des Jahrhunderts könnte es in der Donauregion durchschnittlich nur noch halb so viele Tage mit Temperaturen unter 0°C geben wie 1971 bis 2000. Gegen Ende des Jahrhunderts wären es nur noch rund ein Viertel so viele, wenn keine Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt würden.



Winter ade!

Rodeln, Schlittschuhlaufen – das wird künftig schwieriger, etwa, weil in den Wintermonaten eher Regen als Schnee fällt oder weil es nicht lange genug kalt ist, um Seen zufrieren zu lassen. Selbst im Szenario mit Klimaschutz werden bis Mitte des Jahrhunderts zehn Eistage weniger erwartet; bis Ende des Jahrhunderts würde sich deren Zahl jedoch nicht noch weiter verringern.

Ein positiver Effekt warmer Winter: Der sinkende Heizbedarf spart Energie. Seit 1951 muss heute durchschnittlich bereits an 33 Tagen weniger geheizt werden. Bei ungebremstem Klimawandel wird ein weiterer drastischer Rückgang erwartet. Die Kehrseite: Die Tage im Jahr, an denen Gebäude mit viel Energie gekühlt werden müssen, nehmen in gleichem Maße zu.



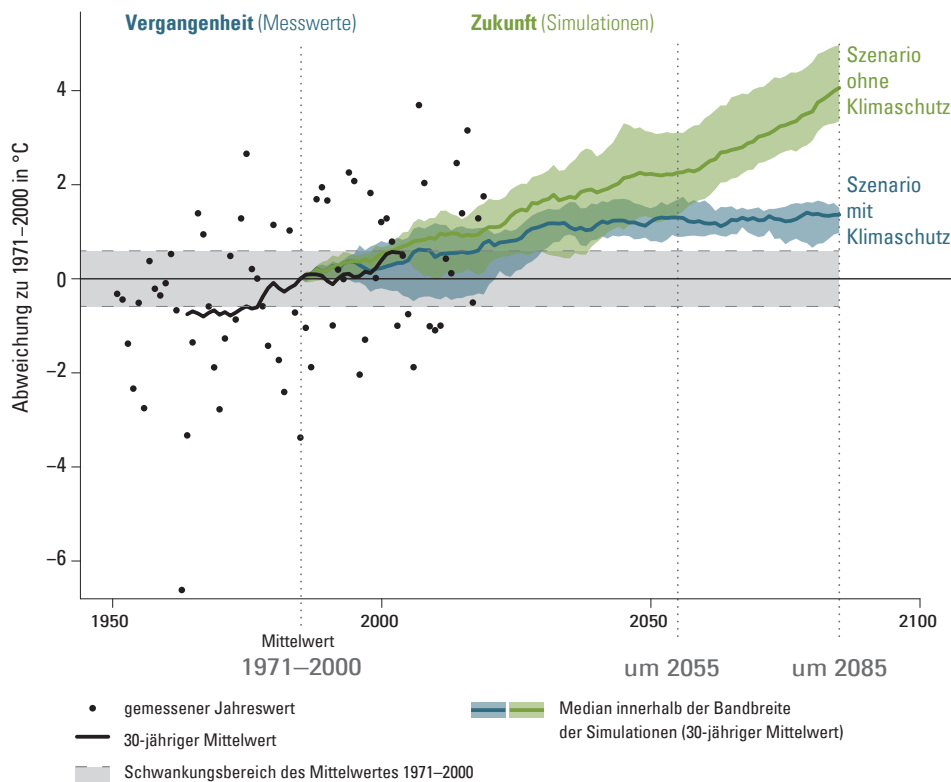
Die Anzahl von Heiz-/Kühltagen in den Balken entspricht dem Median aus der Bandbreite der Klimasimulationen (oberhalb der Balken).



Veränderung der Wintertemperatur

Bis zum Beginn des neuen Jahrtausends verlief der Temperaturanstieg in den Wintermonaten noch recht moderat. In den vergangenen Jahren gab es jedoch vermehrt warme Winter. Am wärmsten seit 1881 war bislang der Winter 2006/2007. Solche Winter könnten gegen Ende des Jahrhunderts die Regel sein. Für die zweite Hälfte des Jahrhunderts lässt sich eine weitere Abnahme der Winterkälte durch wirksame Klimaschutzmaßnahmen derzeit noch verhindern. Doch das Zeitfenster zum Handeln wird kleiner.

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



Bis zu
4,9°C
 wärmer

Im Bezugszeitraum (1971 bis 2000) betrug die durchschnittliche Wintertemperatur in der Donauregion $-0,5\text{ °C}$. Im Szenario ohne Klimaschutz wird ein Anstieg um $4,0\text{ °C}$ erwartet (maximal $4,9\text{ °C}$), mit Klimaschutz nur um $1,4\text{ °C}$ (maximal $1,5\text{ °C}$).



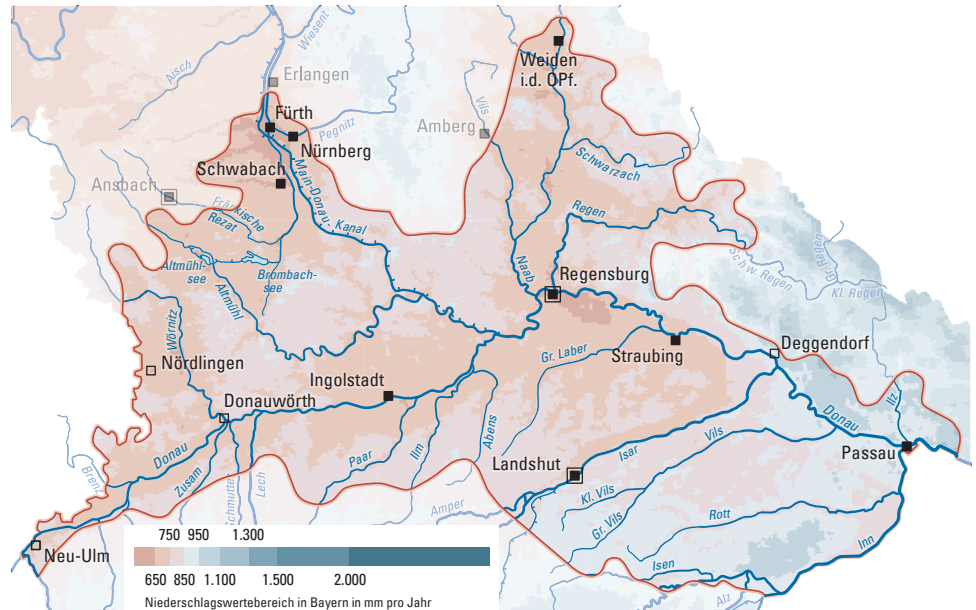
Ein Passivhaus benötigt kaum Energie für das Heizen im Winter und das Kühlen im Sommer. Eine Solaranlage auf dem Dach übernimmt die restliche Energieversorgung und spart CO_2 . Intelligent ausgerichtete Fenster und ein Wärmespeicher aus Lehm oder Stein sorgen auch im Gebäude ganzjährig für ein gutes Klima. In Massivholzwänden ist CO_2 sogar gespeichert.

Variable Niederschläge

Die steigenden Temperaturen wirken sich auch auf den Niederschlag aus. Allerdings ist die Entwicklung hier nicht eindeutig. Ohne Klimaschutz könnten die Niederschläge in der Donauregion zukünftig im Winter höher und im Sommer etwas geringer ausfallen.

Die Donauregion ist mit 776 mm mittlerem Jahresniederschlag einer der niederschlagsärmeren Landesteile Bayerns. Innerhalb der Region gibt es Gebiete, die noch weniger Niederschlag als diesen Durchschnitt abbekommen, so zum Beispiel die Region westlich von Nürnberg und östlich von Regensburg. Für die Land- und Forstwirtschaft ist das eine Herausforderung.

Verteilung des Jahresniederschlags in der Donauregion Bezugszeitraum (Messwerte) Mittelwert 1971–2000

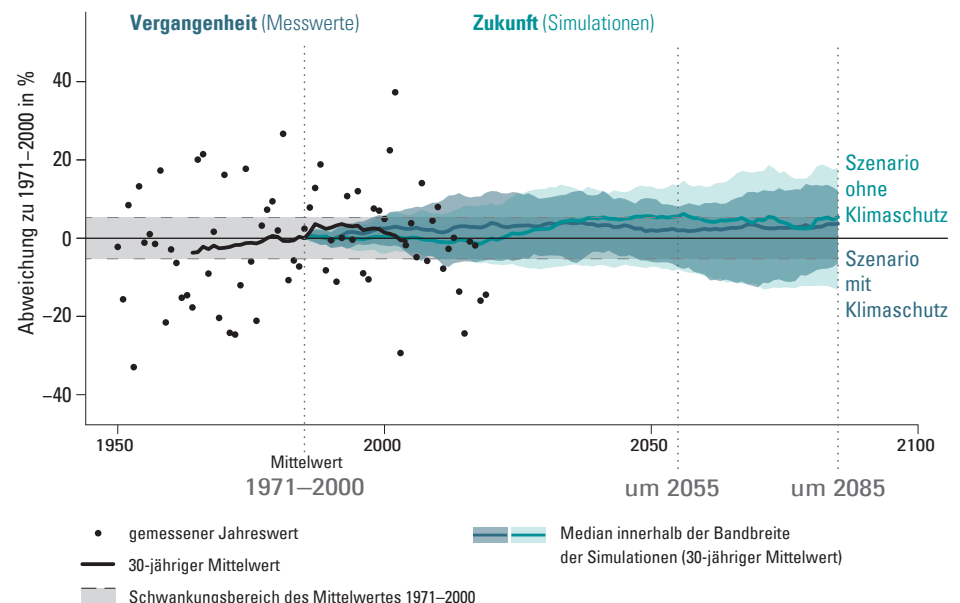


Jahresniederschlag: kein klarer Trend

Der jährliche Niederschlag in der Donauregion hat sich seit 1951 weder eindeutig verringert noch erhöht. Seit 2003 traten zwar vermehrt niederschlagsarme Jahre auf, diese Zeitspanne ist aber zu kurz, um bereits einen Trend abzuleiten.

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

Im Mittel wird erwartet, dass sich der Jahresniederschlag in der Donauregion ohne Klimaschutz geringfügig erhöht. Er könnte aber auch deutlich zu- oder gar abnehmen. Die Unsicherheitsspanne ist ohne Klimaschutz wesentlich größer als mit.



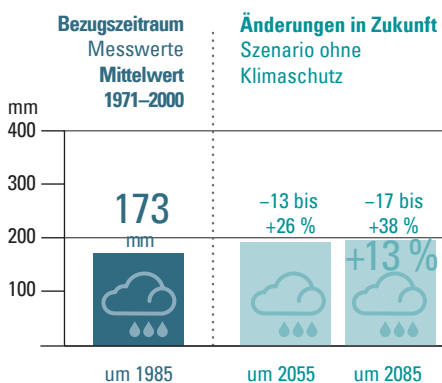


Umverteilung des Niederschlags zwischen den Jahreszeiten

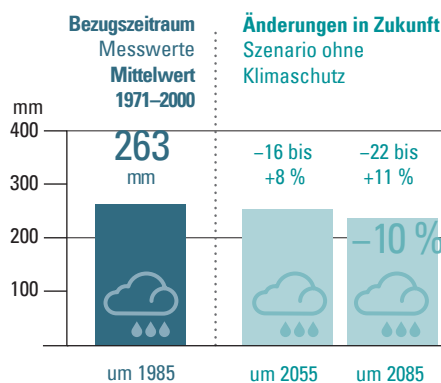
Nicht nur die Gesamtmenge des Jahresniederschlags ist entscheidend, sondern auch, wann er fällt. In der Donauregion nahm der Niederschlag im Sommer bereits etwas ab, während sich in den anderen Jahreszeiten kein belastbarer Trend abzeichnet. Ohne Klimaschutz wird für die zweite Hälfte des Jahrhunderts vor allem eine Zunahme im Winter aber auch eine Abnahme im Sommer erwartet. Für das Frühjahr wird zwar im Mittel ebenfalls eine Zunahme erwartet, allerdings sind sich die verschiedenen Simulationen dabei weniger einig. Für den Herbst 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 (Szenario mit Klimaschutz), so ist im Mittel keine jahreszeitliche Umverteilung zu erwarten.

Jahreszeitlicher Niederschlag im Durchschnitt in der Donauregion

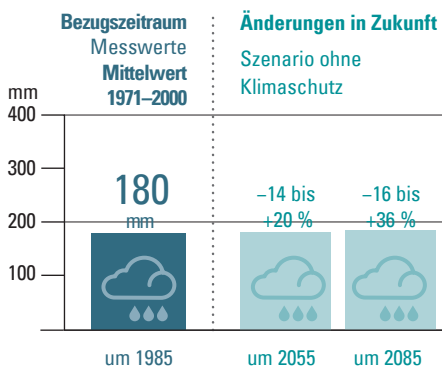
Frühling



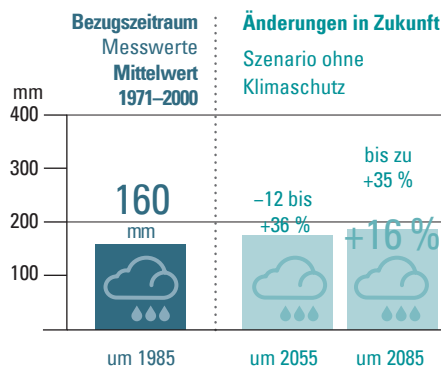
Sommer



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.

Feuchtere Winter, trockenere Sommer

Ohne Klimaschutzmaßnahmen wird gegen Ende des Jahrhunderts vor allem eine Zunahme des Niederschlags im Winter erwartet. Im Mittel gehen die Klimasimulationen von einer Abnahme im Sommer und einer Zunahme im Frühjahr aus.

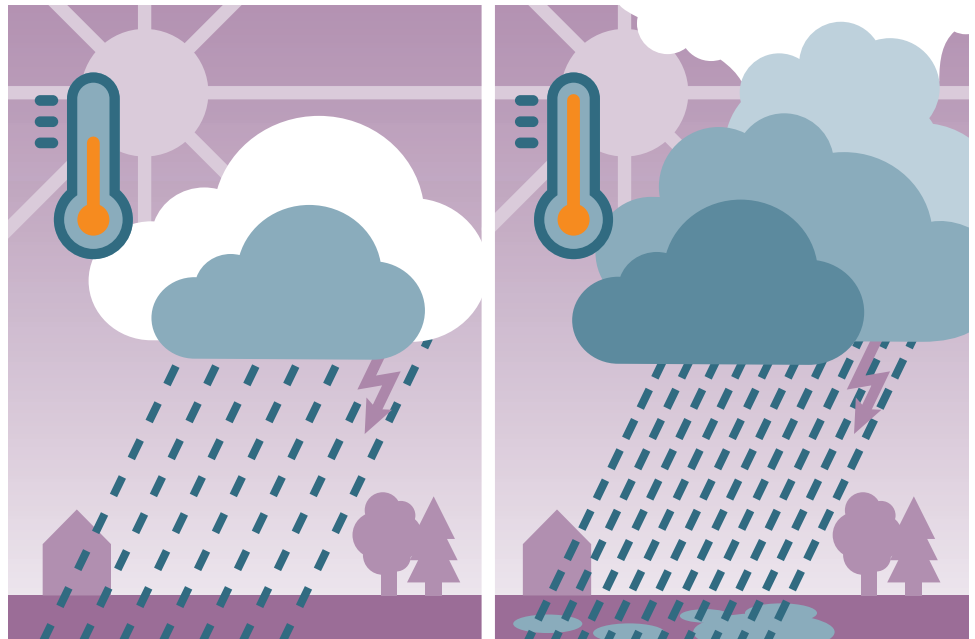
Heftige Regenfälle

Die verheerenden Folgen ungebändigter Wassermassen waren in der Donauregion im 21. Jahrhundert bereits mehrmals spürbar. Extremer Starkregen führte zu dramatischen Sturzfluten. Tagelanger Dauerregen verursachte Jahrhunderthochwasser.

Vom extremen Starkregen im Sommer 2016 war die Donauregion besonders betroffen. An den Zuflüssen des Inns zeigten sich die verheerenden Folgen besonders drastisch: Aus vormals kleinen Bächen wurden ungelenkte Wassermassen mit zerstörerischer Kraft. Innerhalb weniger Stunden kam es zu folgenschweren Sturzfluten. Im Jahr 2013 erlebte die Region dramatische Flusshochwasser. Solche Ereignisse könnten künftig häufiger auftreten, und zwar vor allem dann, wenn die globale Erwärmung weiter voranschreitet. Denn je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasserdampf kann sie aufnehmen und umso stärkere Niederschläge fallen. Zu den negativen Folgen zählt auch der Verlust von Ackerboden durch Regenerosion. In Teilen der Region südlich der Donau ist dieser Verlust bereits vergleichsweise hoch. Die Erosionswirkung des Regens hat zugenommen und die Entwicklung wird sich mit der erwarteten Intensivierung der Niederschläge noch weiter fortsetzen.

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.

Steigende Temperaturen verursachen intensivere Niederschläge



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 in der Donauregion

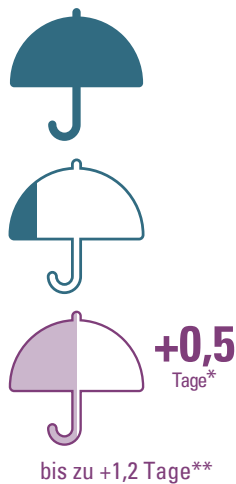
Im bayernweiten Vergleich sind Starkregentage in der Klimaregion Donau eher selten. Allerdings ist bereits ein Trend zur Zunahme zu beobachten. Ohne Klimaschutzmaßnahmen wird eine weitere Zunahme der Starkregentage bereits in der Mitte des Jahrhunderts erwartet. Laut den Modellrechnungen erhöht sich dabei aber nicht die durchschnittliche Niederschlagsmenge pro Jahr, sondern die gleiche Niederschlagsmenge fällt an weniger Tagen. Werden zügig Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt, wird keine Zunahme der Starkregentage erwartet.

Starkregentage pro Jahr im Durchschnitt in der Donauregion

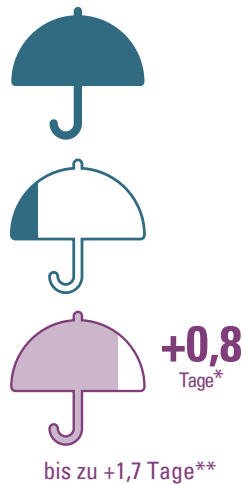
Bezugszeitraum (Messwerte)
Mittelwert 1971–2000



Änderungen in Zukunft (Szenario ohne Klimaschutz)
um 2055



um 2085



Tage mit mindestens
30 mm Niederschlag

*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

In der Donauregion sind Starkregentage verhältnismäßig selten zu beobachten. Ohne Klimaschutz wird jedoch eine Zunahme in der Mitte und noch stärker gegen Ende des Jahrhunderts erwartet. Darin stimmen fast alle 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.

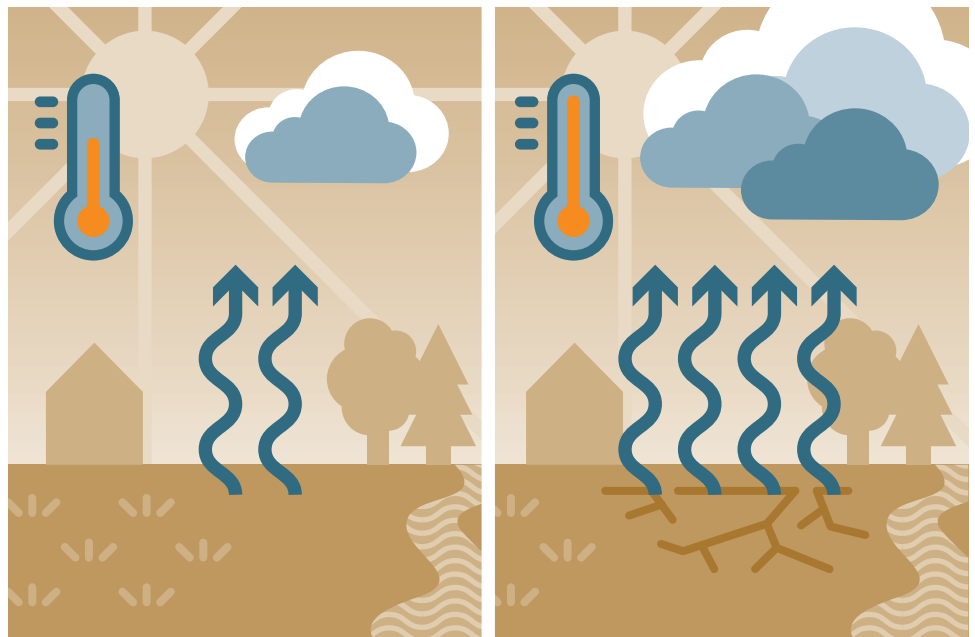
Trockene Sommer

Sommerliche Trockenheit macht dem traditionellen Hopfenanbau, der eigentlich reichlich Niederschlag im Sommer verlangt, ebenso zu schaffen wie den Gemüsebauern. Intelligente Bewässerungskonzepte werden immer wichtiger.

Mit steigenden Temperaturen nimmt die Verdunstung zu. Das erhöht das Dürrierisiko in niederschlagsarmen Sommern. Der traditionell angebaute Hopfen gedeiht idealerweise bei mäßigem Sonnenschein. Hitzeperioden und Sommertrockenheit verträgt er nicht. Auch im Gemüseanbau gewinnen boden- und wasserschonende Methoden wie Mulchen und Agroforstanbau an Bedeutung. Trockene Wälder sind leichte Beute für Schädlinge und die Gefahr von Waldbränden steigt. Dürreereignisse haben auch Folgen für die Flüsse und Seen in der Donauregion. Weniger Wasser bei steigenden Temperaturen führt zu Sauerstoffmangel, der die Wasserlebewesen gefährdet. Dann wird auch Kühlwasser für Industrie und Kraftwerke zur Mangelware. Für die Zukunft wird ohne Klimaschutz eine Zunahme niederschlagsfreier Wochen in der Zeit von Juli bis September erwartet.

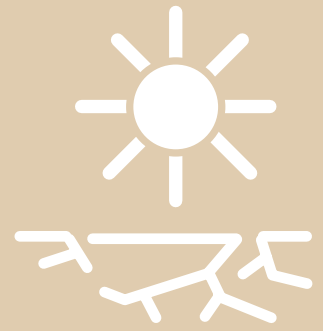
Höhere Temperaturen verstärken Verdunstung

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.



Hitze, Regenmangel, heftige Niederschläge: keine gute Kombination

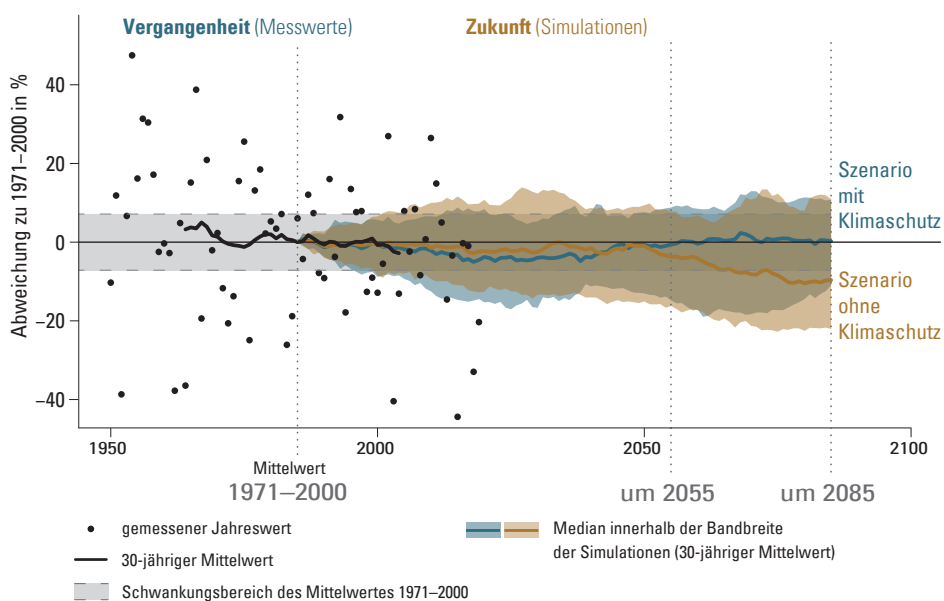
Die zunehmende Verdunstung bei steigenden Temperaturen führt dazu, dass es selbst bei gleichbleibenden Niederschlägen trockener wird. Nimmt die Niederschlagsmenge zusätzlich ab, verstärkt sich dieser Effekt. Fällt zudem der gesamte Sommerregen innerhalb von wenigen Ereignissen anstatt gleichmäßig verteilt, 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 vermehrt trockene Sommer. Seit 1951 ist der Niederschlag in den Sommermonaten Juni bis August um 14 % zurückgegangen. Im Rekordsommer 2015 fiel 44 % weniger Niederschlag als im Mittel zwischen 1971 und 2000. Auch in den Sommern 2003 und 2018 regnete es wenig. Zwar gab es schon im vorherigen Jahrhundert niederschlagsarme Sommer, jedoch immer im Wechsel mit sehr nassen Sommern. Die Mehrheit der Klimasimulationen sagt aus, dass der Sommerniederschlag bei einer ungebremsen Erderwärmung bis Ende des Jahrhunderts weiter 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 Donauregion



Bis zu
-22%

In den Sommermonaten fielen in der Donauregion im Durchschnitt im Bezugszeitraum 1971 bis 2000 263 mm Niederschlag. Ohne Klimaschutz wird um 2085 10% weniger Sommerregen erwartet (maximal 22% weniger). Mit Klimaschutz wird hingegen keine Abnahme erwartet.



Manche mögens heiß: Ein Rasen mit Pflanzen, die an ein Leben in Wasserknappheit angepasst sind, bietet neben einer farbenfrohen Blütenpracht im Garten wertvollen Lebensraum für allerhand nützliche Insekten. Die Pflege ist einfach: selten mähen, nicht düngen, nicht gießen.

Methoden und Szenarien der Klimamodellierung

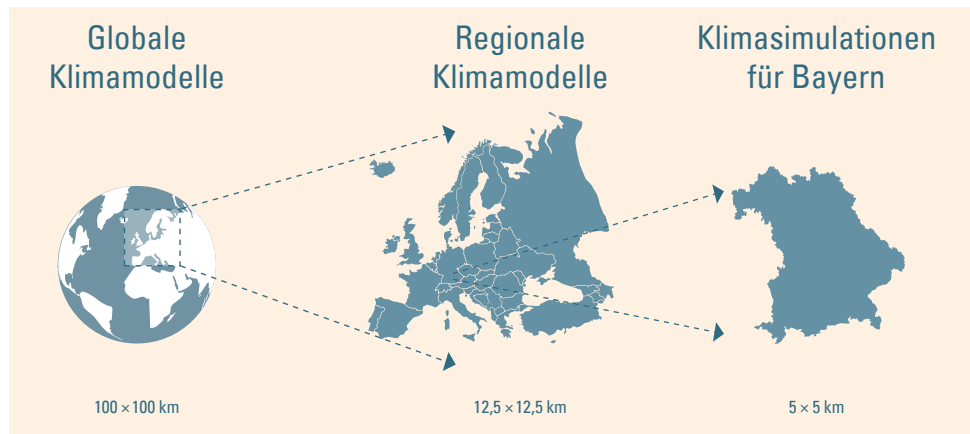
Wie sich das Klima entwickelt, hängt davon ab, ob der weltweite Ausstoß von Treibhausgasen in den nächsten Jahren deutlich reduziert wird oder nicht. Klimamodelle rechnen daher mit unterschiedlichen Emissionsszenarien.

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.

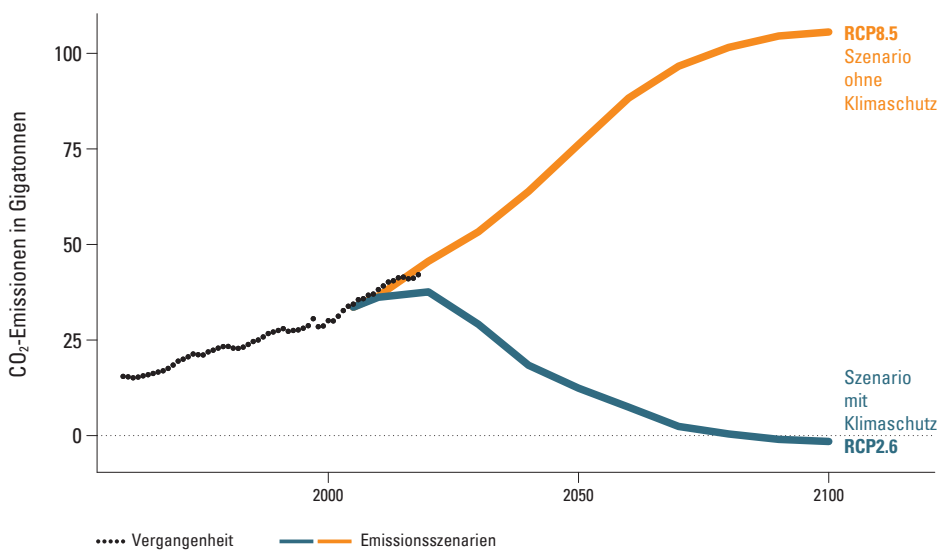
Datengrundlage

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

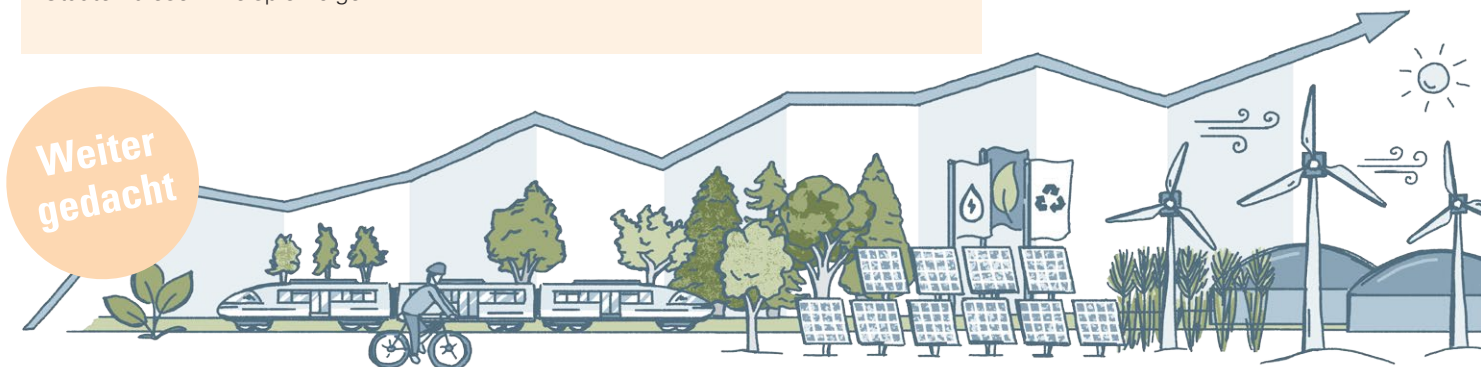


Während beim Szenario RCP2.6 eine globale Zwei-Grad-Obergrenze durch Klimaschutz eingehalten werden kann, entspricht das Szenario RCP8.5 einem ungebremsten Treibhausgasausstoß. Bislang folgte der globale CO₂-Ausstoß in etwa dem Szenario RCP8.5. Eine konsequente Klimapolitik kann das aber ändern.

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/shoplink/lfu_klima_00171.htm.

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

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



Unsere weiteren Broschüren

- Bayern
- Alpen
- Alpenvorland
- Südbayerisches Hügelland
- 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:

- © fabricer – stock.adobe.com: Titel 1. v. l. (Schilf)
- © cnitsch – stock.adobe.com: Titel 2. v. l. (Reiher)
- © Sina Ettmer – stock.adobe.com: Titel 3. v. l. (Regensburg)
- © stefan1179 – stock.adobe.com: Titel r. (Mähdrescher)
- © Dan Race – stock.adobe.com: Titel h. r. (Nürnberg)
- © 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. 13 o.

Alle weiteren: LfU

Fachdaten für Karten S. 4, S. 10:

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Deutscher Wetterdienst

Stand:

April 2021, 3. Auflage

Druck:

bonitasprint gmbh
Max-von-Laue-Str. 31
97080 Würzburg
Juni 2023



www.blauer-engel.de/uz195

- ressourcenschonend und umweltfreundlich hergestellt
- emissionsarm gedruckt
- überwiegend aus Altpapier **TX2**

Dieses Druckerzeugnis ist mit dem Blauen Engel ausgezeichnet.

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
Tel. 089 12 22 20

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

