

# Bayerns Klima im Wandel

## Klimaregion Spessart-Rhön

klima



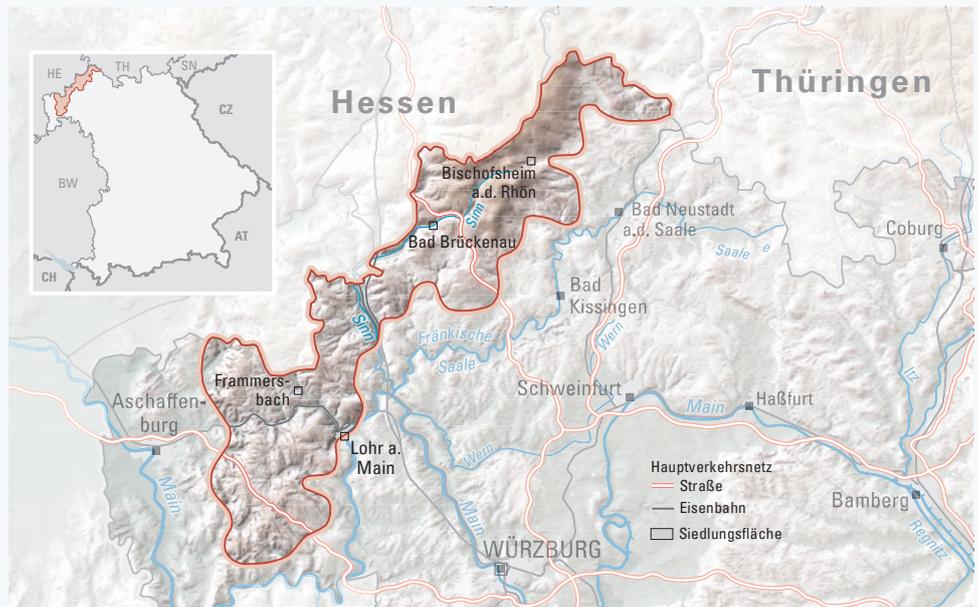
## Klimaregion Spessart-Rhön

Fläche:  
rund 1.500 km<sup>2</sup>

Höhe:  
148 bis 928 m über NN

Mittlere Höhe:  
441 m über NN

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



## Trockenheit schwächt Wälder, Felder und Moore

In der weiten Landschaft der Rhön, in den Mooren und in den Wäldern des Spessarts haben mehr Wärme und trockene Sommer negative Folgen: Bäume sterben, Moore und Ackerböden lechzen nach Wasser.

### 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.

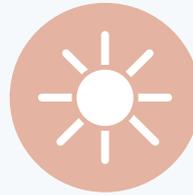
### Der Erwärmung ein Limit setzen

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 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 Spessart-Rhön verändert: Trend von 1951 bis 2019



**Steigende  
Jahresmitteltemperatur**  
+1,9°C



**Heiße Sommer**  
+7 Tage im Jahr  
über 30°C



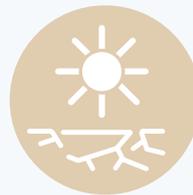
**Warme Winter**  
-18 Tage im Jahr unter 0°C



**Jahresniederschlag**  
keine Änderung



**Starkregen\***  
im Frühjahr bis zu  
24 % intensiver



**Trockene Sommer**  
-23 % Niederschlag

Der Klimawandel ist in vollem Gange – das ist in der Region schon zu spüren. Um die Lebensgrundlagen der zukünftigen Generationen zu erhalten, muss dringend schon heute gehandelt werden: Sofortige und umfassende Klimaschutzmaßnahmen sind nötig, damit die weitreichenden Folgen der globalen Erwärmung gemindert werden können.

*\*maximaler Niederschlag pro Tag*

## 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 der Region Spessart-Rhön steigt die Temperatur und damit auch die Verdunstung im Sommer. Dadurch spitzt sich die Lage in niederschlagsarmen Sommern zu. Die Spessartwälder werden sich verändern: Klimatolerante Baumarten werden zukünftig die heimischen Buchen und Eichen begleiten. Ob regengespeiste Feuchtbiootope erhalten bleiben, ist ungewiss. Wenn Niederschläge seltener, aber intensiver fallen, gewinnt die bodenaufbauende Bewirtschaftung an Bedeutung.

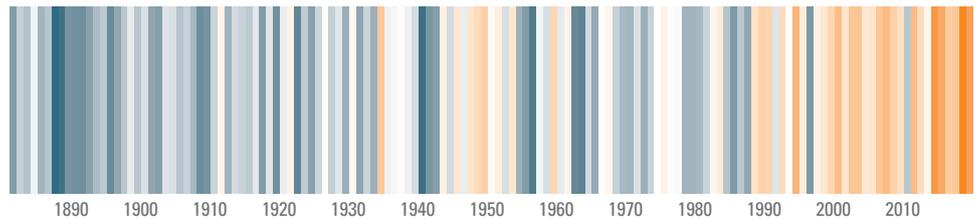
Diese Broschüre informiert über den Verlauf des Klimawandels in Bayern, um eine Anpassung vor Ort zu ermöglichen. Auch die weltweiten Folgen der Erderwärmung werden in Bayern zu spüren sein. Stürme, Dürren oder ein steigender Meeresspiegel in anderen Regionen der Erde wirken sich stark auf den Welthandel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

# Steigende Jahresmitteltemperatur

Im Spessart und in der Rhön wird es immer wärmer. Die Landwirtschaft kann von verlängerten Vegetationsperioden profitieren. Andererseits kann dadurch das fein abgestimmte Zusammenspiel zwischen Pflanzen und Bestäubern aus dem Lot geraten und der Schädlingsdruck nimmt zu.

## Entwicklung der Jahresmitteltemperatur in der Vergangenheit

Die mittlere Jahrestemperatur in der Klimaregion Spessart-Rhön steigt. Von den zehn wärmsten Jahren seit 1881 hat die Region allein fünf zwischen 2011 und 2019 erlebt.

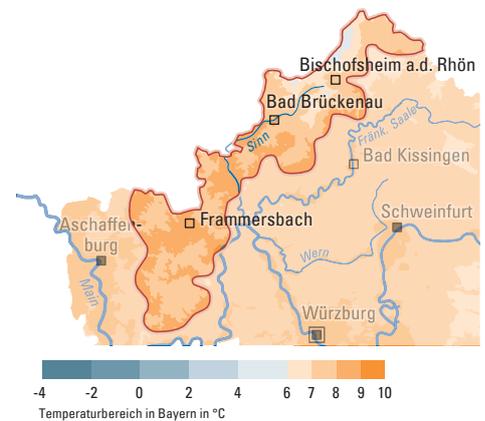


Das Farbband zeigt, wie sich die Durchschnittstemperatur in der Klimaregion Spessart-Rhön von 1881 bis 2019 entwickelt hat. Jeder Streifen im Band steht für ein Jahr. Die Spanne reicht von 5,9°C (dunkelblau) bis 9,9°C (orange).

## Jahresmitteltemperatur in der Klimaregion Spessart-Rhön

Bezugszeitraum (Messwerte) Mittelwert 1971–2000

In der Klimaregion Spessart-Rhön ist es im Schnitt im Vergleich zu Gesamtbayern etwas kühler. Innerhalb der Region ist es auf den Höhenlagen der Rhön am frischesten.



## Blick in die Zukunft mit Klimasimulationen

Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) 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 Spessart-Rhön bereits um 1,9°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.



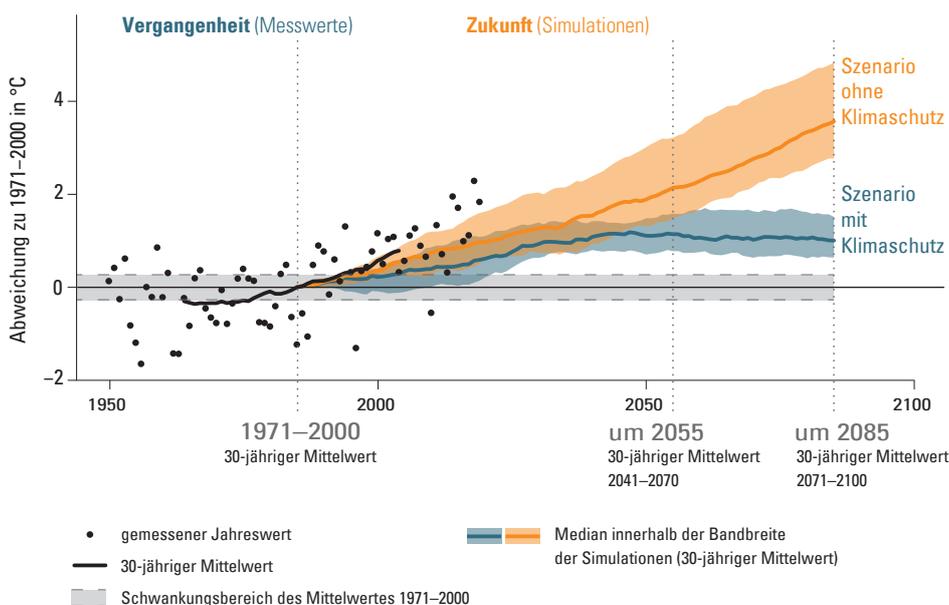
## Emissionsszenarien – mit und ohne Klimaschutz

In dieser Broschüre werden die Auswirkungen von zwei verschiedenen globalen Emissionsszenarien auf das Klima in der Region Spessart-Rhön 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 in der Klimaregion Spessart-Rhön. 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 Spessart-Rhön



Bis zu  
**4,8°C**  
mehr

Die Jahresmitteltemperatur in der Klimaregion Spessart-Rhön lag im Bezugszeitraum 1971 bis 2000 bei 7,6°C. Ohne Klimaschutz könnte sie sich bis Ende des Jahrhunderts um 3,6°C (bis zu 4,8°C) erhöhen – mit Klimaschutz dagegen nur um 1,0°C (bis zu 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?

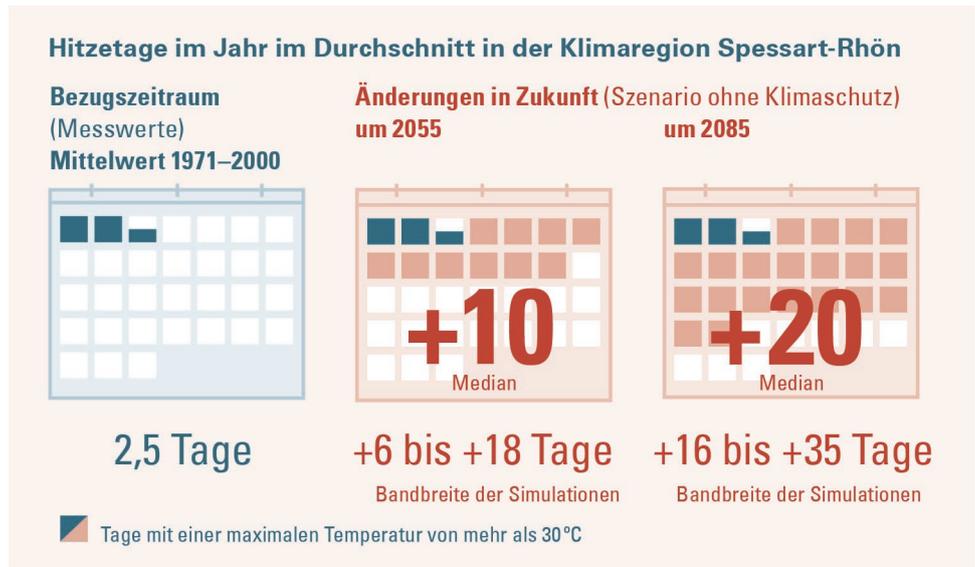
Wer genau hinschaut, erkennt, dass der beobachtete 30-jährige Mittelwert auf dem Median der Simulationen ohne Klimaschutz liegt. Auch der Treibhausgasausstoß folgte bislang in etwa dem Szenario ohne Klimaschutz. Aufgrund von kurzfristigen Klimaschwankungen können die Messungen vorübergehend einen anderen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

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

# Heiße Sommer

Bislang sind Spessart und Rhön von großer Hitze verschont geblieben. Gleichwohl steigen die Temperaturen im Sommer noch stärker als die Jahresmitteltemperatur. Der Hitzestress macht nicht nur den Menschen und den Ackerfrüchten zu schaffen.

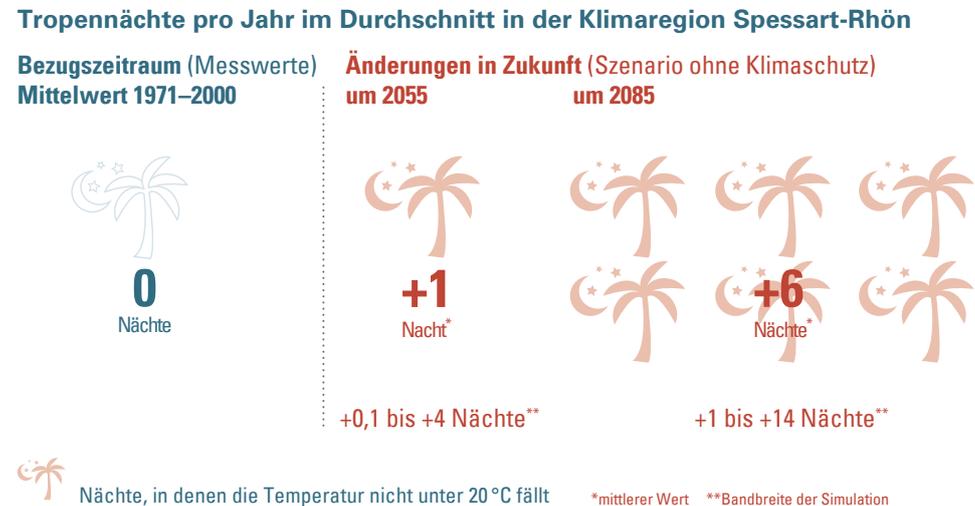
Die Sommer in Nordbayern werden heißer. Ohne Klimaschutz würden die wenigen Tage, an denen das Thermometer jetzt auf über 30°C klettert, bis Ende des Jahrhunderts auf etwa drei Wochen über den Sommer verteilt zunehmen.

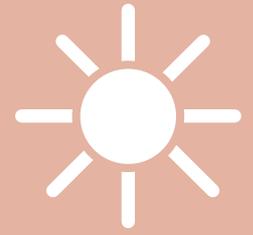


## Heiße Aussichten – oder Klimaschutz

In der Klimaregion Spessart-Rhön waren bislang eher kühle Sommer die Regel. Daran sind seltene Tier- und Pflanzenarten der kargen Langen Rhön und des feuchtkühlen Schwarzen Moores perfekt angepasst. Diesen Spezialisten der Hochlagen droht mit den bereits steigenden Temperaturen der Verlust ihres Lebensraums. Klimasimulationen zeigen, dass ab Mitte des Jahrhunderts ohne Klimaschutz Hitzetage und Tropennächte deutlich zunehmen. Im Szenario mit Klimaschutz, etwa durch einen zügigen Umstieg von fossile auf erneuerbare Energien, werden dagegen bis Ende des Jahrhunderts im Schnitt nur fünf Hitzetage und 0,3 Tropennächte mehr in der Klimaregion Spessart-Rhön erwartet als 1971 bis 2000.

Tropennächte traten in Spessart und Rhön im Bezugszeitraum 1971 bis 2000 nur vereinzelt auf. Werden keine Klimaschutzmaßnahmen ergriffen, so könnten sie Ende des Jahrhunderts regelmäßig auftreten.

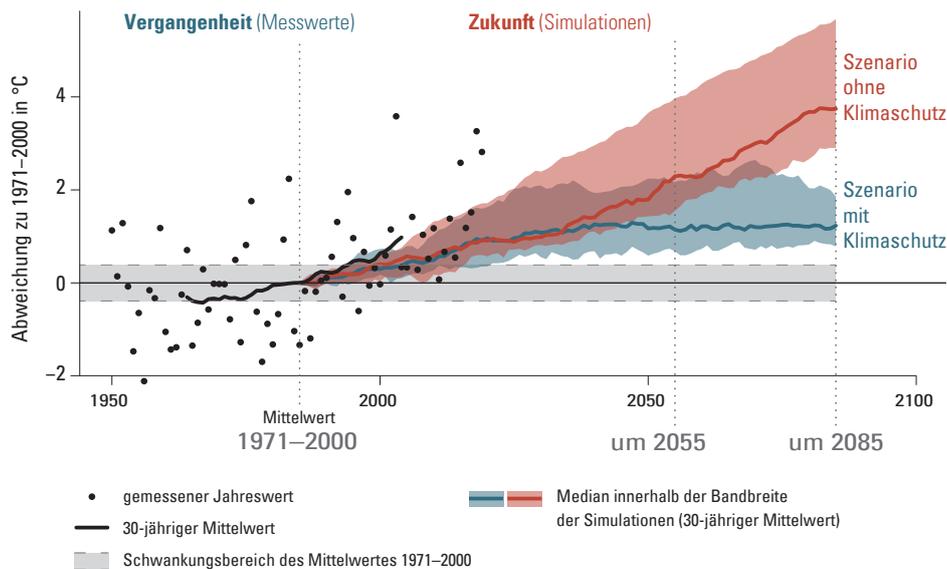




## Veränderung der Sommertemperatur

Im Sommer ist die Temperatur in den vergangenen Jahrzehnten besonders stark gestiegen. Im sehr heißen Sommer 2003 lag die durchschnittliche Temperatur in der Region sogar bereits 3,6°C über dem Mittelwert des Bezugszeitraums (1971 bis 2000). Setzt sich die Erwärmung ungemindert fort, wären solche Hitzesommer in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts Normalität.

### Mittlere Sommertemperatur (Juni–August) im Vergleich zum Bezugszeitraum 1971–2000 in der Klimaregion Spessart-Rhön



Bis zu  
**5,7°C**  
wärmer

Bisher waren die Sommer in der Klimaregion Spessart-Rhön durchschnittlich 15,7°C warm. Gelingt die Klimatrendwende nicht rechtzeitig, wird gegen Ende des Jahrhunderts im Mittel eine Erhöhung um 3,7°C erwartet (maximal 5,7°C). Mit sofortigem Klimaschutz lässt sich der Temperaturanstieg noch auf etwa die 1,2°C (maximal 1,9°C) begrenzen.

### Hitzetage im Schwarzen Moor?

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

Weiter  
gedacht

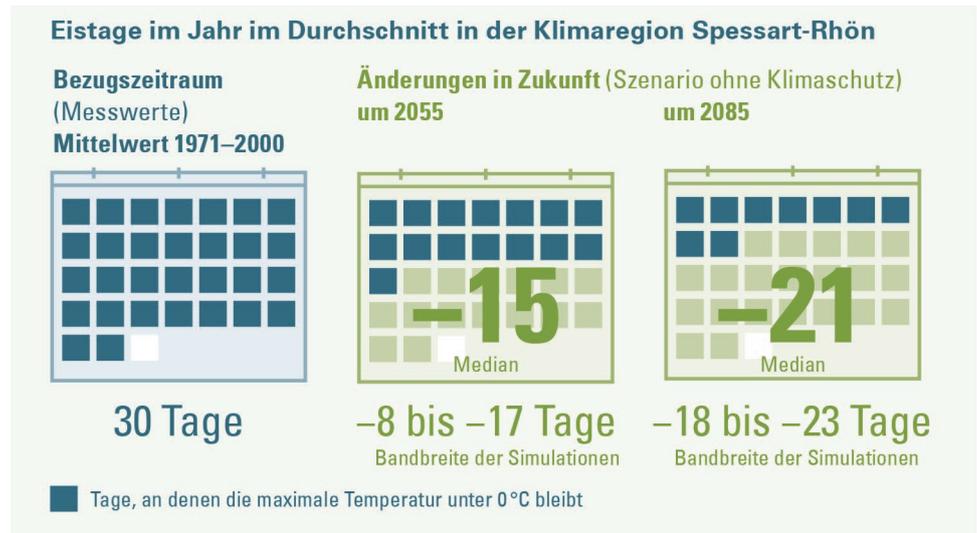


Wie entwickelt sich der Wald, wenn man ihn sich selbst überlässt? Um das herauszufinden, gibt es Naturwaldreservate. Dort lassen sich Erkenntnisse für die Forstwirtschaft der Zukunft gewinnen – etwa, dass eine Mischung aus verschiedenen Baumarten und Altersklassen vom Sämling bis zum Totholz widerstandsfähiger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

# Warme Winter

Bereifte Wälder, verschneite Fernen: In wenigen Jahrzehnten werden solche Landschaften in Spessart und Rhön womöglich immer seltener zu sehen sein. Außerhalb der Hochlagen sind hier die Winter ohnehin vergleichsweise mild. Sie werden in Zukunft noch wärmer.

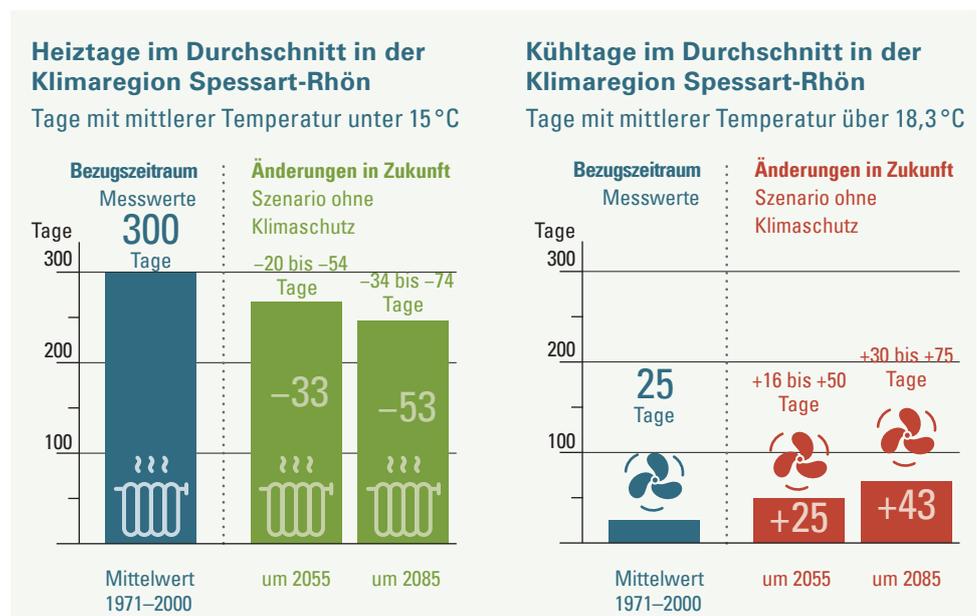
Schon Mitte des Jahrhunderts könnten die Tage mit Temperaturen unter 0°C in der Region durchschnittlich gegenüber dem Bezugszeitraum 1971 bis 2000 auf die Hälfte zurückgehen. Gegen Ende des Jahrhunderts würden sie sogar auf rund ein Drittel zusammenschmelzen – sollten keine Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden.



## Winter auf Sparflamme

Skifahren, Rodeln – das wird künftig schwieriger, etwa weil in den Wintermonaten eher Regen als Schnee fällt und dieser nicht mehr so lange liegen bleibt wie zur Zeit der Spessarträuber. Selbst bei einer raschen Senkung des Treibhausgasausstoßes im Szenario mit Klimaschutz würde sich die Zahl der Eistage erwartungsgemäß bis Mitte des Jahrhunderts um neun Tage gegenüber dem Bezugszeitraum verringern, jedoch bis Ende des Jahrhunderts nicht noch weiter abnehmen.

Ein positiver Effekt warmer Winter: Der sinkende Heizbedarf spart Energie. Im Vergleich mit 1951 muss heute durchschnittlich bereits an 32 Tagen weniger geheizt werden. Bei ungebretem Klimawandel wird ein weiterer drastischer Rückgang erwartet. Die Kehrseite: Die Tage im Jahr, an denen Gebäude mit viel Energie gekühlt werden müssen, nehmen zu. Selbst mit erfolgreichem Klimaschutz werden bis 2085 14 Heiztage weniger und 13 Kühltage mehr erwartet.



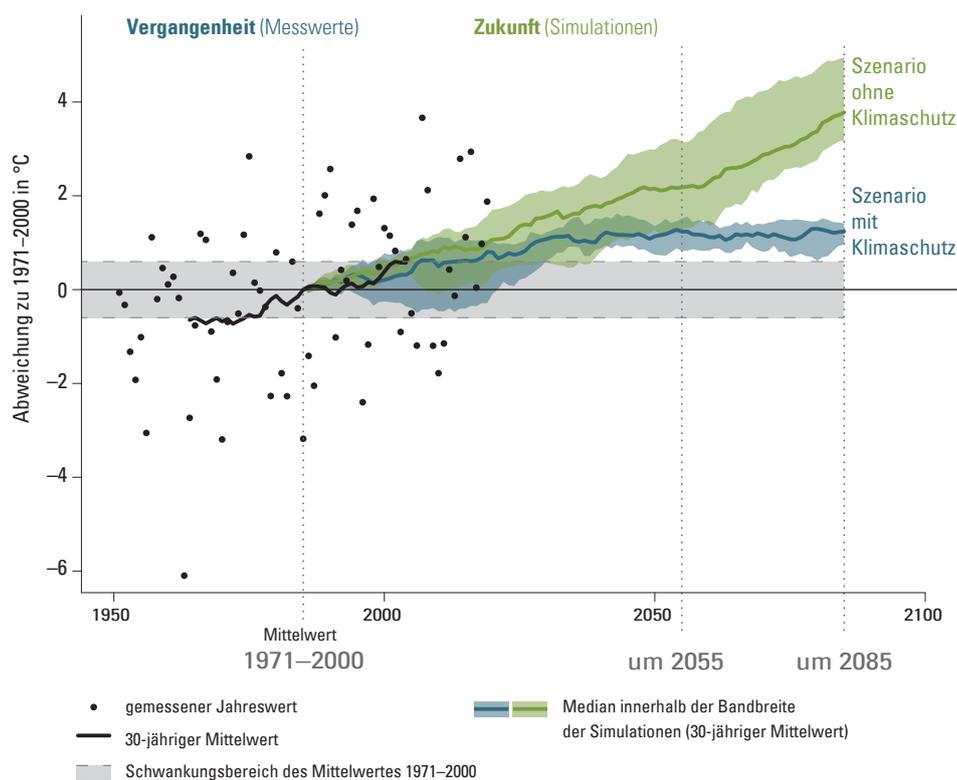
Die Anzahl von Heiz-/Kühltagen in den Balken entspricht dem Median aus der Bandbreite der Klimasimulationen (oberhalb der Balken).



## Veränderung der Wintertemperatur

Bis zum Beginn des neuen Jahrtausends verlief der Temperaturanstieg in den Wintermonaten in der Region noch recht mäßig. In den vergangenen Jahren gab es jedoch kaum noch kalte 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 Klimaregion Spessart-Rhön



Bis zu  
**5,0 °C**  
wärmer

Im Bezugszeitraum 1971 bis 2000 betrug die durchschnittliche Wintertemperatur in der Klimaregion Spessart-Rhön  $-0,2^{\circ}\text{C}$ . Im Szenario ohne Klimaschutz wird ein Anstieg um  $3,8^{\circ}\text{C}$  erwartet (bis zu  $5,0^{\circ}\text{C}$ ), mit Klimaschutz nur um  $1,2^{\circ}\text{C}$  (bis zu  $1,4^{\circ}\text{C}$ ).

Weiter  
gedacht



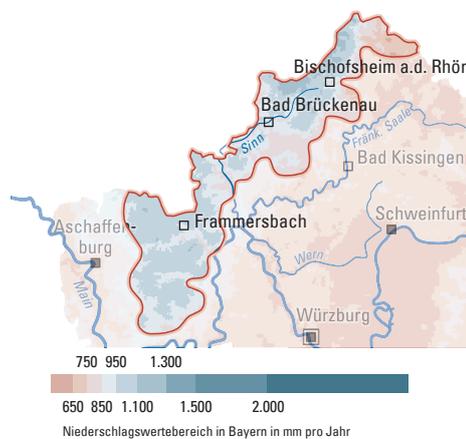
Ein Passivhaus benötigt kaum Energie für das Heizen im Winter und das Kühlen im Sommer. Eine Solaranlage auf dem Dach übernimmt die restliche Energieversorgung und spart  $\text{CO}_2$ . Intelligent ausgerichtete Fenster und ein Wärmespeicher aus Lehm oder Stein sorgen auch im Gebäude ganzjährig für ein gutes Klima. In Massivholzwänden ist  $\text{CO}_2$  sogar gespeichert.

# 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 die Niederschläge in der Region im Mittel aber im Sommer geringer und im Winter höher ausfallen.

## Verteilung des Jahresniederschlags in der Klimaregion Spessart-Rhön Bezugszeitraum (Messwerte) Mittelwert 1971–2000

In Spessart und Rhön fällt im Vergleich zum Fränkischen Becken relativ viel Niederschlag. Der mittlere Jahresniederschlag lag im Bezugszeitraum bei 937 mm. Eine Ausnahme bildet die Ostseite der Rhön. Dort, im Windschatten des Höhenzugs, regnet es wenig.

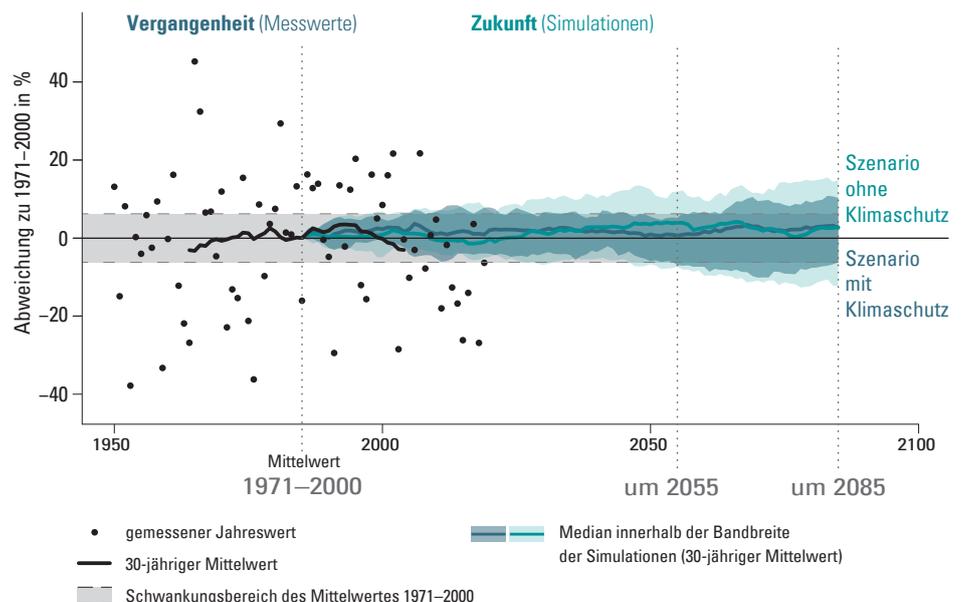


## Jahresniederschlag: kein klarer Trend

Der jährliche Niederschlag in der Klimaregion Spessart-Rhön hat sich seit 1951 weder eindeutig verringert noch erhöht. Allerdings waren in den vergangenen 15 Jahren vermehrt niederschlagsarme Jahre zu beobachten, während feuchte Jahre immer seltener wurden. 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 Spessart-Rhön

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



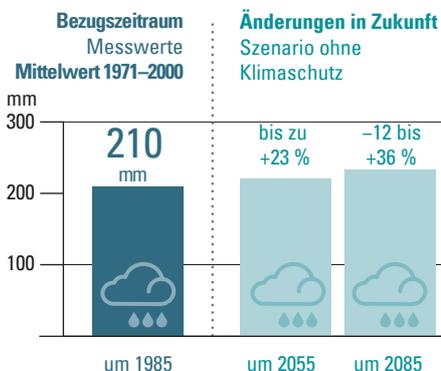


## Umverteilung des Niederschlags zwischen den Jahreszeiten

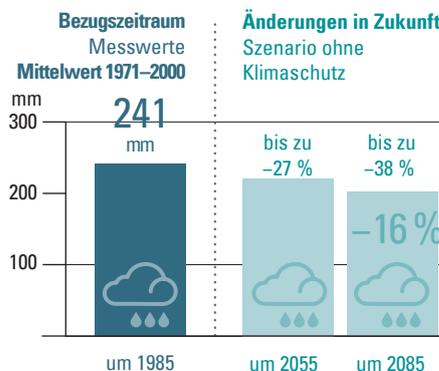
Nicht nur die Gesamtmenge des Jahresniederschlags ist von Bedeutung, sondern auch, wann er fällt. In der Region waren die Sommer im Vergleich zum Gesamtjahr seit jeher verhältnismäßig trocken. Es ist die einzige Region in Bayern, in der im Sommer im Mittel weniger Niederschlag fällt als im Winter. Für die zweite Hälfte des Jahrhunderts kommen fast alle Klimasimulationen zu dem Ergebnis, dass der Niederschlag ohne wirksamen Klimaschutz im Sommer abnehmen und im Winter zunehmen wird. Im Frühjahr und Herbst kommen die verschiedenen Simulationen zu gänzlich unterschiedlichen Ergebnissen, im Mittel wird deshalb keine Änderung erwartet. Im Szenario mit Klimaschutz ist im Mittel keine jahreszeitliche Umverteilung zu erwarten.

### Jahreszeitlicher Niederschlag im Durchschnitt in der Klimaregion Spessart-Rhön

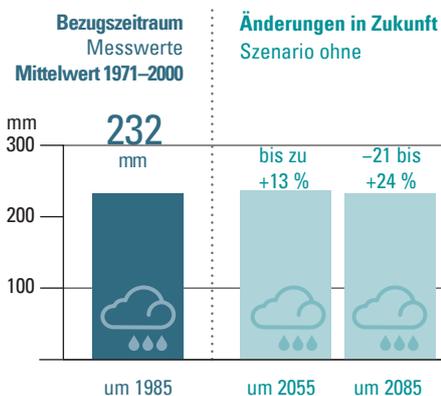
#### Frühling



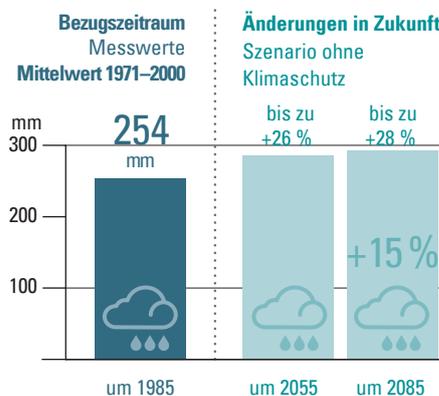
#### Sommer



#### 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 ohne Klimaschutzmaßnahmen gegen Ende des Jahrhunderts eine Abnahme der Niederschlagsmenge im Sommer und eine Zunahme im Winter erwartet.

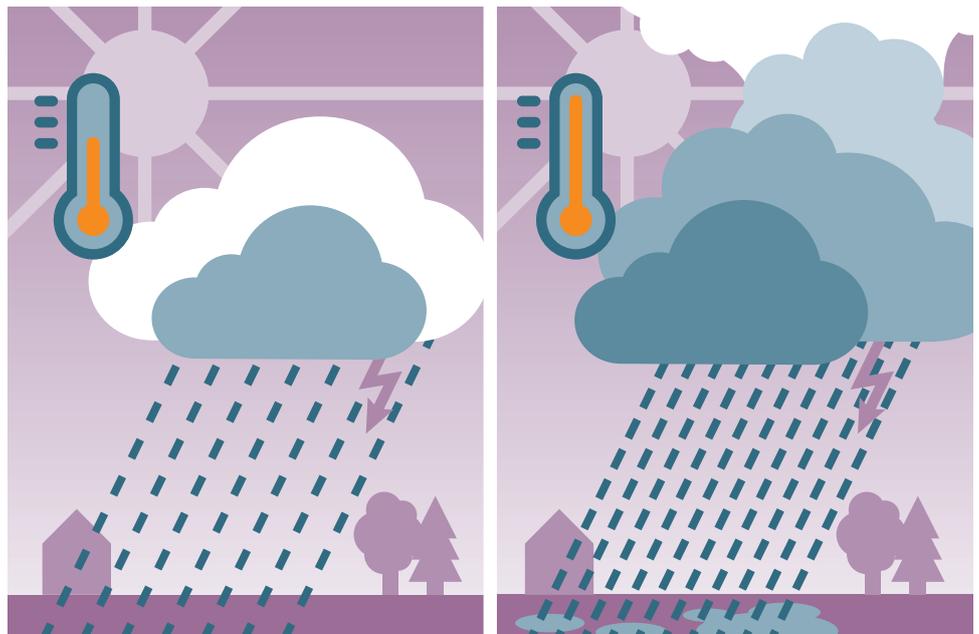
## Heftige Regenfälle

Starkniederschläge werden in Zukunft auch in Spessart und Rhön wahrscheinlich häufiger und intensiver auftreten als bisher. Die Folgen sind verheerend: Sturzfluten gefährden Straßen, Gebäude und Menschen. Der Ackerboden wird weggeschwemmt.

Durch starke Regenfälle droht die Gefahr von Bodenabtrag, vor allem an den Hanglagen der Region. Heftige Niederschläge könnten künftig häufiger auftreten, und zwar vor allem dann, wenn die globale Erwärmung weiter voranschreitet. Denn je wärmer die Luft, desto mehr Wasserdampf kann sie aufnehmen und umso intensivere 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, die oft Überschwemmungen in den Flusstälern nach sich ziehen.

### 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

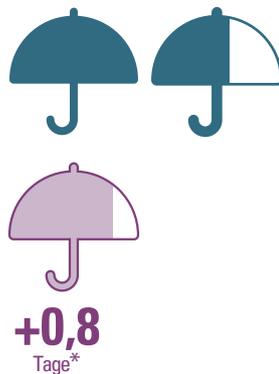
Im Frühjahr hat die maximale Niederschlagsmenge pro Tag im Durchschnitt in der Region bereits nachweislich zugenommen. Ohne Klimaschutz wird für die Zukunft im Schnitt über das ganze Jahr betrachtet eine Zunahme von Starkregentagen erwartet. Laut den Modellrechnungen erhöht sich dabei aber nicht die durchschnittliche Niederschlagsmenge pro Jahr. Der gleiche Niederschlag fällt also an weniger Tagen. Im Szenario mit Klimaschutz wird keine Zunahme der Starkregentage erwartet.

### Starkregentage pro Jahr im Durchschnitt in der Klimaregion Spessart-Rhön

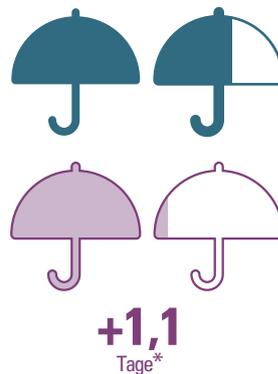
Bezugszeitraum (Messwerte)  
Mittelwert 1971–2000



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



bis zu +1,4 Tage\*\*



bis zu +2,1 Tage\*\*

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 Region sind Starkregentage im Bezugszeitraum im Schnitt 1,6-mal pro Jahr aufgetreten. Ohne Klimaschutz wird jedoch eine Zunahme bereits Mitte und dann verstärkt 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 CO<sub>2</sub> 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.

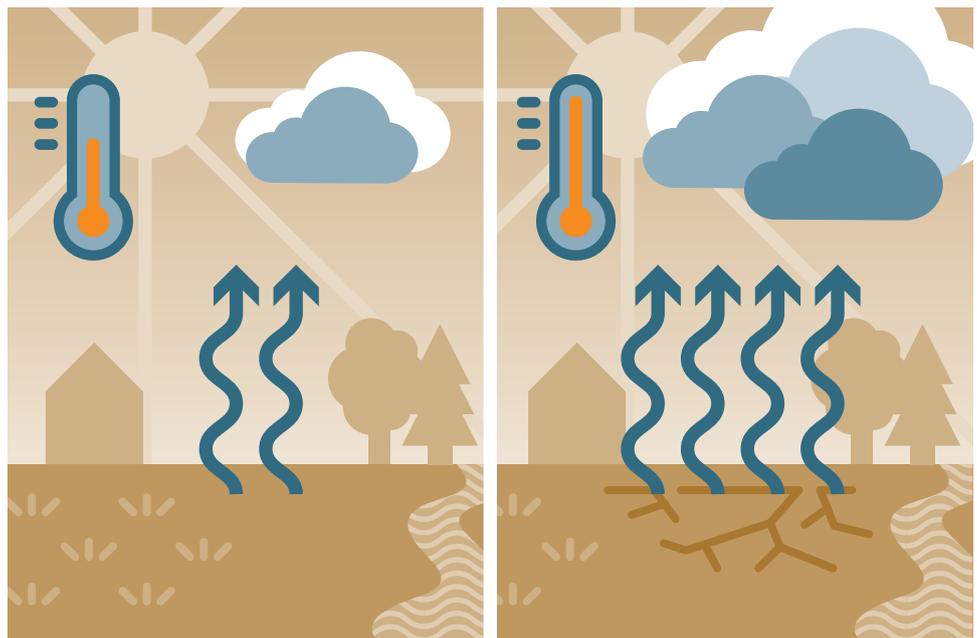
## Trockene Sommer

Der Sommerniederschlag ging in der Klimaregion Spessart-Rhön bereits stärker zurück als in jeder anderen Region Bayerns. Das stresst nicht nur den Wald. Auch die Pflanzen und Tiere in Bächen und Feuchtbiotopen saßen schon auf dem Trockenen. Vereinzelt kam es bereits zu Engpässen bei der Trinkwasserversorgung.

Die Sommer waren in der Region im Vergleich zum restlichen Jahr schon in der Vergangenheit regenarm. Umso deutlicher ist nun die Abnahme der sommerlichen Niederschlagsmenge zu spüren. Die Trockenheit schwächt vor allem die in einigen Gebieten angepflanzten Nadelbäume und macht sie anfällig für den Befall von Schädlingen. Selbst die Buchen, die hervorragend an die bislang vorherrschenden Standortbedingungen angepasst sind, kommen inzwischen an ihre Grenzen. Alarmiert sind auch Biologen: Quellen versiegen, Mooren droht der Trockenfall. Die Trinkwasserversorger riefen die Bürgerinnen und Bürger in Einzelfällen schon zum Wassersparen auf. Seit 1951 kommen Wochen ohne Regen von April bis Juni immer häufiger vor. Für die Zukunft wird ohne Klimaschutz eine Zunahme solcher niederschlagsfreien Wochen allerdings eher in der Zeit von Juli bis September erwartet.

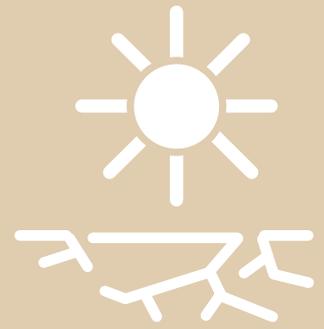
### Höhere Temperaturen verstärken Verdunstung

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

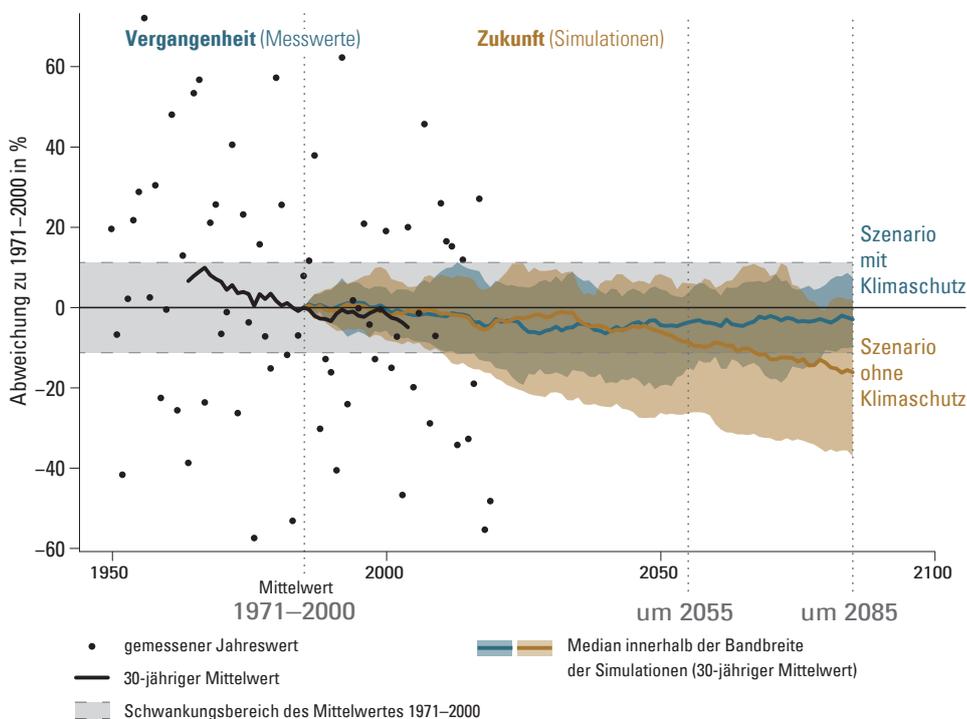
Die zunehmende Verdunstung bei steigenden Temperaturen führt dazu, dass es selbst bei gleichbleibenden Niederschlägen trockener wird. Nimmt die Niederschlagsmenge zusätzlich ab, verstärkt sich dieser Effekt. Fällt zudem der gesamte Sommerregen innerhalb von wenigen Ereignissen anstatt gleichmäßig verteilt, 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 immer mehr trockene Sommer in der Klimaregion Spessart-Rhön. Seit 1951 ist der Niederschlag in den Sommermonaten Juni bis August um 23 % zurückgegangen – stärker als in jeder anderen Region Bayerns. Im Sommer 2018 fiel 56 % weniger Niederschlag als im Mittel zwischen 1971 und 2000. Auch in den Sommern 2003 und 2019 regnete es wenig. Zwar gab es schon im vorherigen Jahrhundert niederschlagsarme Sommer, jedoch immer im Wechsel mit sehr nassen Sommern. Fast alle Klimasimulationen sagen aus, dass der Sommerniederschlag bei einer unverminderten 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 Klimaregion Spessart-Rhön



Bis zu  
**–38 %**

In den Sommermonaten fielen in der Region im Schnitt bisher 241 mm Niederschlag. Ohne Klimaschutz wird um 2085 16% weniger Sommerregen erwartet (maximal 38% weniger). Mit Klimaschutz wird hingegen keine Abnahme erwartet.



Weiter  
gedacht

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

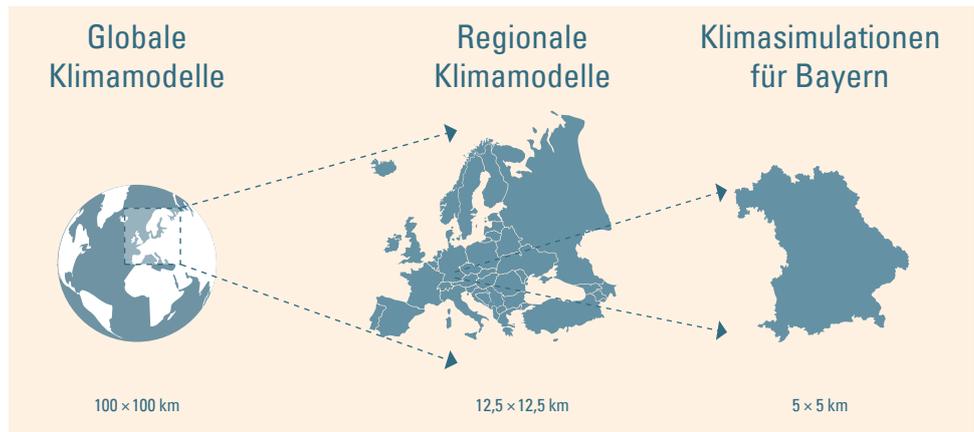
Wie sich das Klima entwickelt, hängt davon ab, ob der weltweite Ausstoß von Treibhausgasen in den nächsten Jahren deutlich reduziert wird oder nicht. Klimamodelle rechnen daher mit unterschiedlichen Emissionsszenarien.

## 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  $100 \times 100$  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  $5 \times 5$  km umgerechnet.

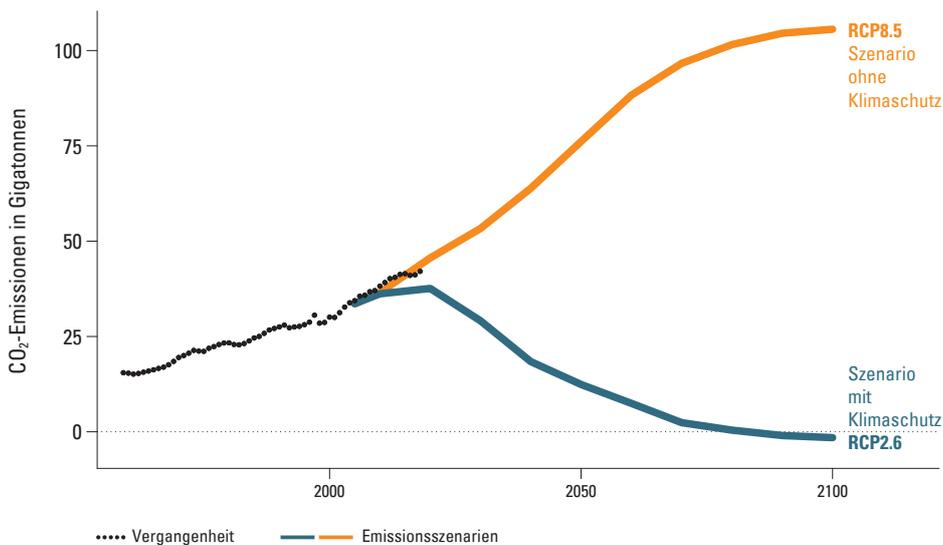
## Datengrundlage

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.

### CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Ausstoß in etwa dem Szenario RCP8.5. Eine konsequente Klimapolitik kann das aber ändern.

Weltweit durch den Menschen verursachter Netto-CO<sub>2</sub>-Ausstoß  
 Daten: IPCC, Global Carbon Budget 2019

### Wie funktioniert Klimapolitik?

Im Gegensatz zum globalen CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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](http://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/klimafaktenblaetter/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/klima/klimawandel/klimafaktenblaetter/index.htm).

Eine Übersicht der Klimaänderungen kann unter [www.klimainformationssystem.bayern.de](http://www.klimainformationssystem.bayern.de) abgerufen werden.



#### Unsere weiteren Broschüren

- Bayern
- Alpen
- Alpenvorland
- Südbayerisches Hügelland
- Donauregion
- Mainregion
- Ostbayerisches Hügel- und Bergland

#### Impressum:

##### Herausgeber:

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

Telefon: 0821 9071-0  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

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

##### Text/Konzept:

LfU Klima-Zentrum,  
KOMPAKTMEDIEN  
Agentur für Kommunikation GmbH

##### Fachdaten für Karten S. 4, S.10:

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Deutscher Wetterdienst

##### Stand:

April 2021

##### Bildnachweis:

© by-studio – stock.adobe.com: 1. v. l. (Eiche)  
© thongsee – stock.adobe.com: 2. v. l.  
(Steinpilz)  
© Otto Durst – stock.adobe.com: 2. v. r. (Schaf)  
© Basicmoments – stock.adobe.com: 1. v. r.  
(Buche)  
© comauthor – stock.adobe.com: S.16 (Globus)  
© WoGi – stock.adobe.com: S.16 (Europakarte)

##### 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](mailto: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

