

„ Die Erde hat Fieber – und das Fieber steigt. “  
 Albert 'Al' Gore, amerikanischer Politiker und Unternehmer

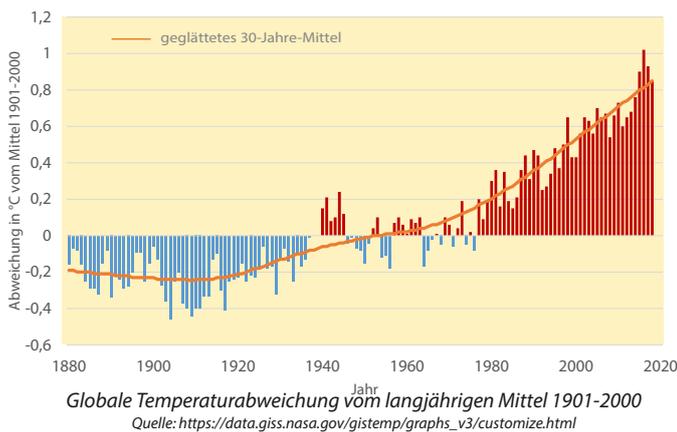
## Der fundamentale Unterschied zwischen Wetter und Klima

 Unter Wetter versteht man den momentanen Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort der Erdoberfläche. Dieser tritt u. a. als Sonnenschein, Bewölkung, Regen, Wind, Hitze, Kälte und Luftdruck in Erscheinung. Der Wetterablauf ist chaotisch und nur für wenige Tage im Voraus vorhersagbar.

 Das Klima beschreibt die Statistik des Wetters über eine längere Zeit von z. B. 30 Jahren, ausgedrückt vor allem in Durchschnittswerten, etwa der Temperatur oder des Niederschlags.

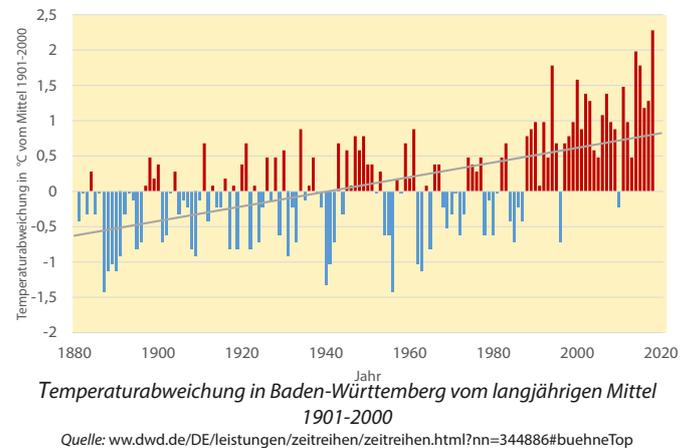
## ■ Unser Klima ändert sich

Die Atmosphäre und der Ozean haben sich erwärmt, die Schnee- und Eismengen sind zurückgegangen, der Meeresspiegel ist angestiegen und Wetterextreme häufen sich. Betrachtet man die globale Durchschnittstemperatur, zeigt sich: Jedes Jahr nach 2000 war wärmer als jedes Jahr vor 2000 mit Ausnahme von 1998. Im Jahr 2016 lag die globale Durchschnittstemperatur um fast 1 °C über dem Durchschnitt von 1901 bis 2000.



## ■ Unser Klima in Baden-Württemberg

Auch in Baden-Württemberg sind deutliche Abweichungen vom langjährigen Mittel zu beobachten. Hier liegen die jährlichen Durchschnittstemperaturen bereits 1,4 °C höher als zu Beginn der Messung im Jahr 1880. Das Jahr 2016 war das wärmste bisher gemessene Jahr in Baden-Württemberg mit 2,3 °C über dem langjährigen Mittel.



Die zwanzig heißesten Jahre seit 1880 sind:

Rang	Jahr	Abweichung	Rang	Jahr	Abweichung
1	2016	0,99°C	11	2003	0,64°C
2	2015	0,93°C	12	2006	0,64°C
3	2017	0,91°C	13	2012	0,64°C
4	2018	0,83°C	14	2002	0,62°C
5	2014	0,74°C	15	2007	0,62°C
6	2010	0,73°C	16	2004	0,58°C
7	2013	0,68°C	17	2011	0,58°C
8	2005	0,67°C	18	2001	0,57°C
9	1998	0,65°C	19	2008	0,55°C
10	2009	0,65°C	20	1997	0,52°C

Die weltweit 20 wärmsten Jahre im Zeitraum von 1880 bis 2018 – Abweichung von der mittleren Temperatur (1901-2000) in °C.

Quelle: [https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series/globe/land\\_ocean/yt/12/1880-2018](https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series/globe/land_ocean/yt/12/1880-2018)

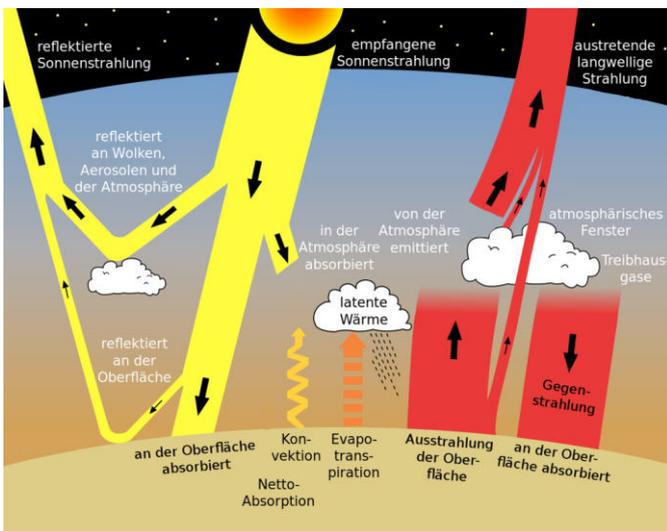
### Fazit:

Die globale Mitteltemperatur hat sich in den letzten 150 Jahren um etwa ein Grad erhöht. Die letzten 30 Jahre waren auf der Nordhalbkugel wahrscheinlich der wärmste 30-Jahreszeitraum der letzten 1400 Jahre. Das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen war 2016, das zweitwärmste war 2015.

„ Die Menschen führen ein langfristiges geophysikalisches Experiment einer Art aus, die in der Vergangenheit nicht möglich gewesen wäre und in der Zukunft nicht wiederholbar sein wird. “

Roger Revelle, Otto Suess, Ozeanographen, 1957

## Der Treibhauseffekt



Quelle: wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Treibhauseffekt; verändert

Der **Treibhauseffekt** ist die Wirkung von Treibhausgasen in der Atmosphäre auf die Temperatur an der Erdoberfläche. Er bewirkt dort eine Temperaturerhöhung. Der Effekt entsteht dadurch, dass die von der Sonne ankommende kurzwellige Strahlung nahezu ungehindert auf die Erdoberfläche trifft und diese dabei erwärmt.

Die erwärmte Erdoberfläche gibt langwellige Infrarotstrahlung ab, die wieder Richtung Weltall abgestrahlt wird.

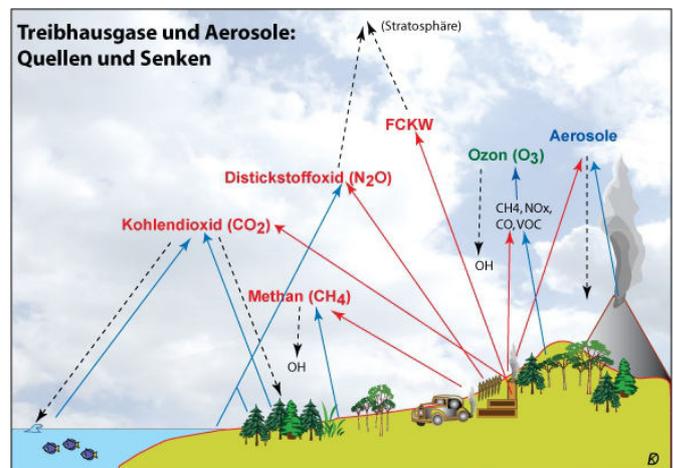
Durch Wolken, Gase und Stäube in der Atmosphäre wird diese Wärmestrahlung absorbiert und bleibt damit dem System Erde erhalten. Die Spurengase Methan, CO<sub>2</sub> und Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O) sowie Wasserdampf in der Erdatmosphäre wirken in gewisser Weise wie ein Treibhaus und machen unsere Erde überhaupt erst zu einem wohnlichen Planeten. Gäbe es den natürlichen Treibhauseffekt nicht, würde die Temperatur auf der Erde im Mittel **-18 °C** betragen.

## Die Treibhausgase

Die wichtigsten, vom Menschen verursachten, Treibhausgase sind **Kohlenstoffdioxid CO<sub>2</sub>**, **Methan CH<sub>4</sub>** und **Distickstoffoxid N<sub>2</sub>O**. Bei diesen drei Gasen kann eine zum Teil sehr hohe Konzentrationserhöhung gegenüber der vorindustriellen Zeit festgestellt werden.

Spurengas	Vorindustrielle Konzentration	Konzentration 2017	Verweilzeit in Jahren	Treibhauspotential
Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub>	279 ppm	405 ppm	30 - 1000	1
Methan CH <sub>4</sub>	730 ppb	1850 ppb	9,1	25
Distickstoffoxid N <sub>2</sub> O	270 ppb	330 ppb	131	298

Eine Eigenschaft, nach der sich die Treibhausgase unterscheiden lassen, sind ihre Quellen und Senken. Die genannten Gase besitzen neben den anthropogenen auch natürliche Quellen. Die meisten dieser Gase werden von den Quellen an der Erdoberfläche direkt emittiert.



Quellen und Senken von Treibhausgasen und Aerosolen. Rote Schrift: anthropogen beeinflusste bzw. erzeugte Treibhausgase, rote Pfeile: anthropogene Quellen; blaue Pfeile: natürliche Quellen; gestrichelte Pfeile: Senken

Quelle: wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Treibhausgase

## Fazit:

Die Klimawissenschaftler des Weltklimarats IPCC stellen in ihrem fünften Sachstandsbericht 2013 klar:

»Es ist äußerst wahrscheinlich, dass der menschliche Einfluss die Hauptursache der beobachteten Erwärmung seit Mitte des 20. Jahrhunderts war.«

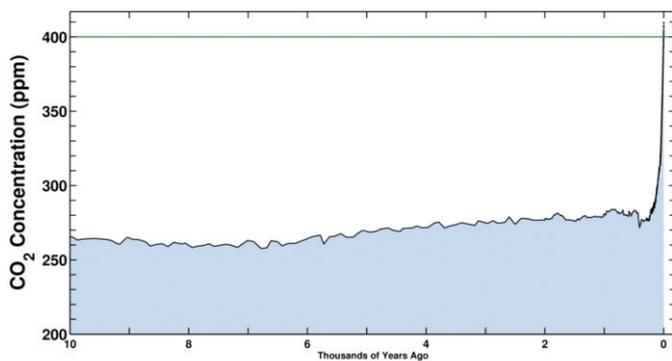
# 3

## Wir treiben die Kurve in die Höhe...

„Die Emission von Treibhausgasen ... führt zur globalen Erwärmung in einem Tempo, das zu Anfang signifikant war, dann alarmierend geworden ist und langfristig unerträglich sein wird.“  
Tony Blair, ehemaliger britischer Premierminister.

### CO<sub>2</sub> entsteht beim Verbrennen

**Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)** ist das wichtigste Treibhausgas, dessen Konzentration der Mensch erhöht hat. Wann immer wir mit Kohle, Erdöl oder Erdgas heizen, mit Diesel, Benzin, Super oder Gas Auto fahren, eine Flugreise unternehmen oder aus fossilen Brennstoffen gewonnenen Strom nutzen, entsteht dabei das unsichtbare Treibhausgas Kohlenstoffdioxid, dessen Gehalt in der Atmosphäre dadurch zunimmt.



Die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre der letzten 10.000 Jahre, gemessen an den Eisbohrkernen der Antarktis bis 1958, danach Mauna Loa, Hawaii.  
Quelle: Scripps Institution of Oceanography.

Die Konzentration von CO<sub>2</sub> wird in ppm (part per million = Teile pro Million) gemessen und gibt an, wie viele CO<sub>2</sub>-Moleküle sich unter einer Million Luftmoleküle befinden. Die atmosphärische Konzentration an CO<sub>2</sub> hat sich wie folgt entwickelt:

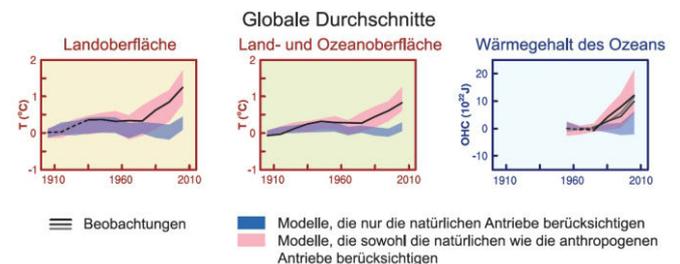
- ▶ Sie ist von einem vorindustriellen Wert von etwa 280 ppm auf über 400 ppm im Jahr 2016 angestiegen.
- ▶ Sie hat in den letzten Jahren durchschnittlich um 2,3 ppm pro Jahr zugenommen.
- ▶ Sie übertrifft die aus Eisbohrkernen bestimmte natürliche Bandbreite der letzten 800.000 Jahre (190 bis 300 ppm) bei weitem.
- ▶ In jedem Kubikmeter Luft befinden sich inzwischen zwei Trinkgläser reines CO<sub>2</sub>.

### Menschen verstärken den Treibhauseffekt

Die globale Durchschnittstemperatur liegt heute um 0,85 °C höher als im ausgehenden 19. Jahrhundert. Jedes der letzten drei Jahrzehnte war wärmer als jedes beliebige vorangegangene Jahrzehnt seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1850.

Klimamodelle, die nur natürliche Ursachen, etwa Veränderungen in der Sonnenstrahlung und Vulkan- ausbrüche, berücksichtigen, können den Klimawandel etwa ab den 70er Jahren nicht erklären.

Dagegen erklären Klimamodelle, die natürliche und menschliche Ursachen beinhalten, den Klimawandel gut. Die beste Abschätzung des vom Menschen verursachten Beitrags zur Erwärmung von 1951 bis 2010 entspricht laut IPCC in etwa der gesamten beobachteten Erwärmung.



Vergleich des beobachteten und simulierten Klimawandels basierend auf drei großräumigen Indikatoren in der Atmosphäre, der Kryosphäre und dem Ozean

Quelle: IPCC, 2013/2014: Klimaänderung 2013/2014: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger.

### Fazit:

Das Treibhausgas CO<sub>2</sub> entsteht beim Verbrennen fossiler Energieträger. Seine Konzentration in der Atmosphäre ist von einem vorindustriellen Wert von 280 ppm auf über 400 ppm im Jahr 2016 angestiegen, dem wahrscheinlich höchsten Wert seit mindestens 20 Millionen Jahren.

„ Das Verhalten von Wasserdampf und Bewölkung im Klimasystem ist so teuflisch vertrackt, dass es Wissenschaftler immer wieder in erbitterte Kontroversen und mitunter an den Rand des Wahnsinns treibt. “

Hans Joachim Schellnhuber, Klimaforscher

## Das Treibhausgas Wasserdampf verstärkt den Treibhauseffekt

Mehr Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre heizt die Luft auf. Um ein Grad erwärmte Luft kann sieben Prozent mehr Wasserdampf enthalten.

Das Problem dabei: Auch Wasserdampf wirkt als Treibhausgas und das heizt die Erde weiter auf. Man spricht von einer verstärkenden oder positiven Rückkopplung im Klimasystem.



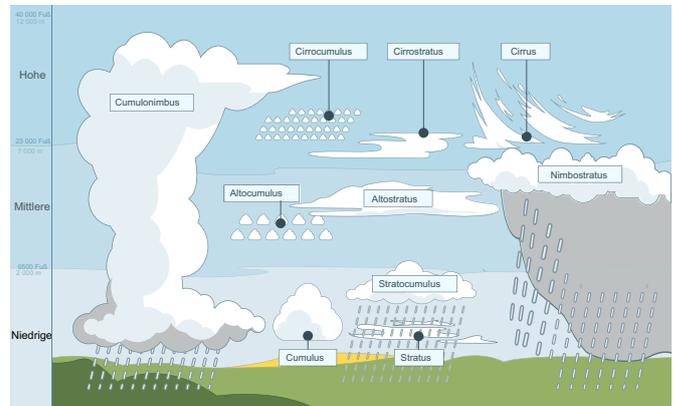
Der Wasserkreislauf

Quelle: USGS Georgia Water Science Center, Illustration by John Evans, Howard Perlman, USGS Translation into German/Übersetzung: Werner Hoffelner, The Federal Environment Agency of Germany/Umweltbundesamt - <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclegermanhi.html>, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26808323>.

### Fazit:

Wird es wärmer, kann die Luft mehr Wasserdampf enthalten, der seinerseits als Treibhausgas die Erwärmung verstärkt (Selbstverstärkungseffekt). Hohe Wolken verstärken ebenfalls den Treibhauseffekt, tiefe dämpfen ihn.

## Die Rolle der Wolken bei der Erderwärmung



Wolkenarten

Quelle: Valentin de Bruyn / Cotonderivative work: Furfur

Mehr Wasserdampf in der Luft kann zu mehr Bewölkung führen, mit zwei entgegengesetzten Wirkungen:

- ▶ Die Wassertröpfchen und Eiskristalle der Wolken wirken wie Treibhausgase, dadurch wird es wärmer.
- ▶ Aber sie hemmen die Erderwärmung auch, indem sie einen Teil des Sonnenlichts zurück ins Weltall reflektieren. Dadurch erreicht weniger Sonnenlicht die Erdoberfläche und diese heizt sich weniger stark auf. Dies ist eine dämpfende, negative Rückkopplung.

Je nachdem, welcher Effekt vorherrscht, verstärken oder dämpfen Wolken den Treibhauseffekt:

- ▶ Hohe Wolken, die Zirren, lassen Sonnenlicht gut durch, absorbieren aber Wärmestrahlung. Sie verstärken tendenziell den Treibhauseffekt. Dies gilt auch für die Kondensstreifen von Flugzeugen.
- ▶ Tiefe, dicke Wolken dämpfen eher den Treibhauseffekt. Alle Wolkenarten zusammen bewirken wahrscheinlich eine zusätzliche Erwärmung.

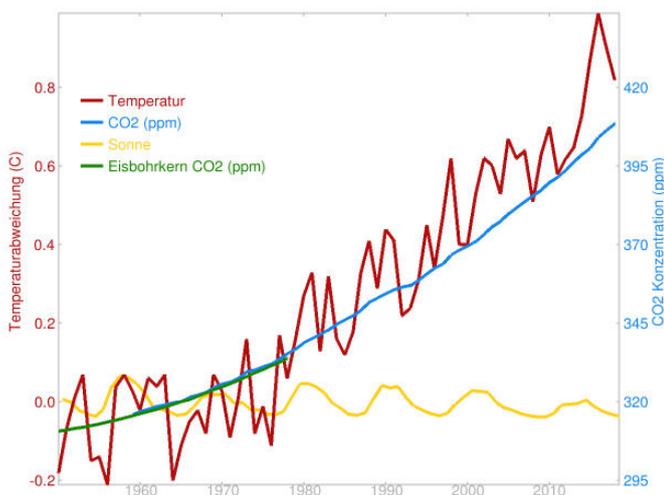
Alle Wolkenarten zusammen bewirken wahrscheinlich eine zusätzliche Erwärmung. Die Wolken sind jedoch der größte Unsicherheitsfaktor bei der Abschätzung des zukünftigen Klimawandels.

„ *Noch immer sind viele Details ungeklärt, wichtige Parameter nur grob bestimmt, ja, wesentliche Prozesse weitgehend unverstanden. Aber selbst im Halblicht der heutigen Erkenntnisse zeichnet sich in der Ferne eine Bedrohung ab, die fast allen, die sich mit dem Thema ernsthaft auseinandersetzen, den Atem stocken lässt: Es ist das Risiko eines unbegrenzten selbst verschuldeten Klimawandels, der die planetarische Umwelt [...] tiefgreifend umgestalten könnte.* „

**Hans Joachim Schellnhuber,**  
Direktor des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung

## ■ Ist es der Mensch oder doch die Sonne?

Aus den Daten des Weltklimarats IPCC ergibt sich: Der vom Menschen verursachte Beitrag zur Erderwärmung ist mindestens elf Mal (höchster Schätzwert: 46 Mal) so groß wie der Beitrag der Sonne. In den Jahren von 1978 bis 2015, dem Zeitraum der bis dahin stärksten Erwärmung, hat die Sonne nichts zur Erwärmung beigetragen.



Verlauf von globaler Temperatur, CO<sub>2</sub>-Konzentration und Sonnenaktivität ab 1950 bis 2015.  
Quelle: [http://herdsoft.com/climate/widget/image.php?temp\\_rgb=b21010](http://herdsoft.com/climate/widget/image.php?temp_rgb=b21010)

## ■ Klimafaktor Mensch

Der Mensch greift in das Klimasystem ein, indem er Treibhausgase und Aerosole freisetzt und die Erdoberfläche durch Landnutzung verändert. Damit beeinflusst er die globale Energiebilanz.

Deren Änderung drückt sich im Strahlungsantrieb in Watt pro m<sup>2</sup> aus. Der Strahlungsantrieb aufgrund der Emissionen der langlebigen Treibhausgase Kohlendioxid, Methan, Lachgas und Halogenkohlenwasserstoffe beträgt für das Jahr 2011 im Vergleich zu 1750 etwa drei Watt pro m<sup>2</sup>. Der Anteil des CO<sub>2</sub> daran beträgt etwa 1,7 W/m<sup>2</sup>, also etwas mehr als die Hälfte, der von Methan knapp 1 W/m<sup>2</sup>.

## ■ Ursachen für Klimaänderungen

Der gegenwärtige und prinzipiell jeder Klimawandel ist Folge von Änderungen der Energiebilanz des Klimasystems. Dafür gibt es drei grundsätzliche Möglichkeiten:

- ▶ Die an der Atmosphärenobergrenze ankommende Sonnenstrahlung kann zu- oder abnehmen, wenn sich die Strahlungsintensität der Sonne oder die Erdumlaufbahn verändert.
- ▶ Der in das All zurück gespiegelte Anteil der Sonnenstrahlung, die Albedo, kann sich ändern, wenn sich die Konzentration an Aerosolen ändert, das sind kleine Luftpartikel, z. B. Schwefeldioxidtröpfchen vulkanischen oder menschlichen Ursprungs, oder wenn die Bewölkung oder die Helligkeit der Erdoberfläche zu- oder abnimmt.
- ▶ Die Konzentration an CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen in der Atmosphäre kann sich ändern.

### Fazit:

Im Zeitraum von 1951 bis 2010 hat sich die Erde um etwa 0,6°C bis 0,7°C erwärmt. Treibhausgase (Kohlendioxid, Methan, Lachgas und Halogenkohlenwasserstoffe) haben hierzu im Bereich von 0,5°C bis 1,3°C beigetragen, die anderen von Menschen verursachten Faktoren einschließlich der Aerosole haben eine Temperaturänderung im Bereich von -0,6°C bis + 0,1°C bewirkt. Natürliche Antriebe, etwa der Einfluss der Sonne, liegen zusammen im Bereich von -0,1°C bis +0,1°C.

# 6

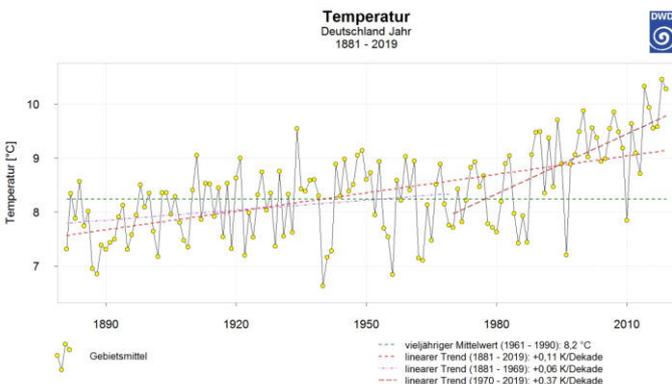
# Das Klima in Deutschland

„ Die Beobachtungen des Deutschen Wetterdienstes sind eindeutig. Es wird rasant wärmer, mehr Hitzewellen bedrohen unsere Gesundheit, jeder muss mit Schäden durch heftigeren Starkregen rechnen. Der Klimawandel hat Deutschland im Griff.“  
**Tobias Fuchs, Leiter der Abteilung Klima und Umweltberatung des Deutschen Wetterdienstes (DWD)**

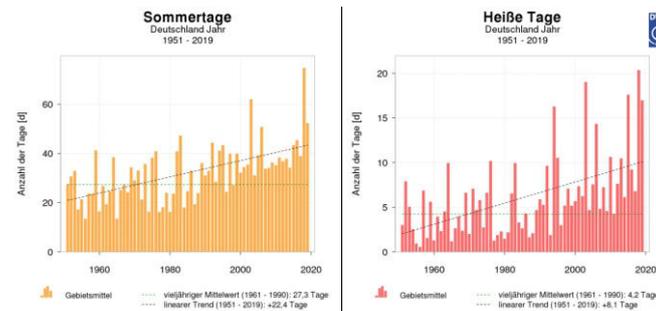
## Wie war bisher die Temperatur?

Mit einer Mitteltemperatur von 10,3 °C war das Jahr 2019 zusammen mit dem Jahr 2014 das bisher zweitwärmste in Deutschland beobachtete Jahr seit dem Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen im Jahr 1881. Im Vergleich zum vieljährigen Bezugszeitraum 1961-1990 ergibt sich eine Abweichung von +2,0 Kelvin.

Bei Betrachtung der Klimadaten ist eine Verstärkung des Temperaturanstiegs in den letzten Jahrzehnten erkennbar.



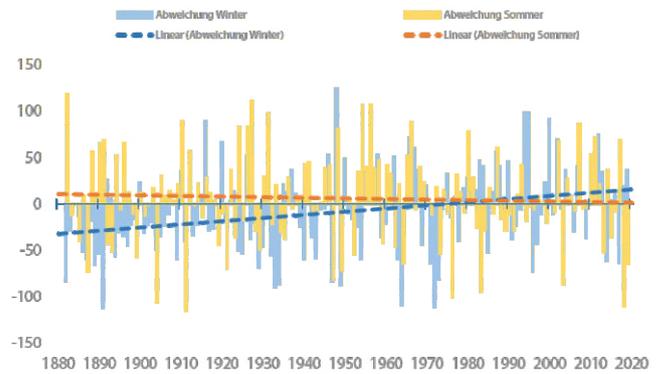
Gebietsmittel der Temperatur für Deutschland mit linearem Trend für ausgewählte Zeiträume.  
[www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle\\_meldungen/200103/temperatur\\_d\\_2019\\_langfristig.html?nn=344870](http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/200103/temperatur_d_2019_langfristig.html?nn=344870)



Temperaturbezogene Kenntage 1951-2019: Sommertage >25°C (links), Heiße Tage/Tropentage > 30°C (rechts)  
[www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle\\_meldungen/200103/temperatur\\_d\\_2019\\_langfristig.html?nn=344870](http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/200103/temperatur_d_2019_langfristig.html?nn=344870)

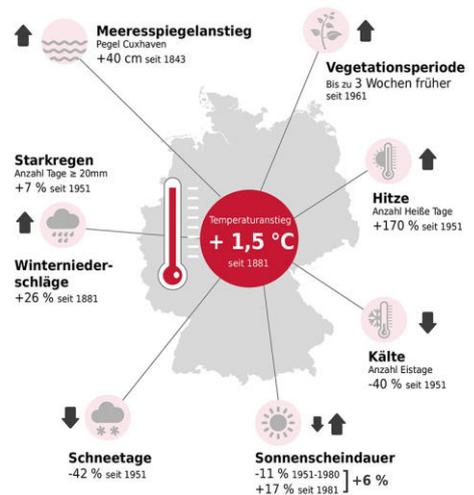
## Wie war der Niederschlag?

Im Gegensatz zur Temperatur weisen die Änderungen des Niederschlags in Deutschland insbesondere jahreszeitlich, aber auch räumlich deutliche Unterschiede auf. Während die mittleren Regenmengen im Sommer weitestgehend unverändert geblieben sind, ist es insbesondere im Winter signifikant feuchter geworden. In den Übergangsjahreszeiten sind die Niederschlagsmengen ebenfalls angestiegen, jedoch deutlich weniger stark und statistisch auch nicht nachweisbar. In der Summe ergibt sich daher im Flächenmittel von Deutschland seit 1881 ein Anstieg der mittleren jährlichen Niederschlagsmenge von 8,7 %.



Niederschlagsanomalien Sommer und Winter 1880 - 2019  
 Referenzzeitraum 1961-1990  
[www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html#buehneTop](http://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html#buehneTop)

## Deutschland im Klimawandel



[www.dwd.de/klima](http://www.dwd.de/klima)  
 Quelle: DWD (2019)

Deutscher Wetterdienst  
 Wetter und Klima aus einer Hand

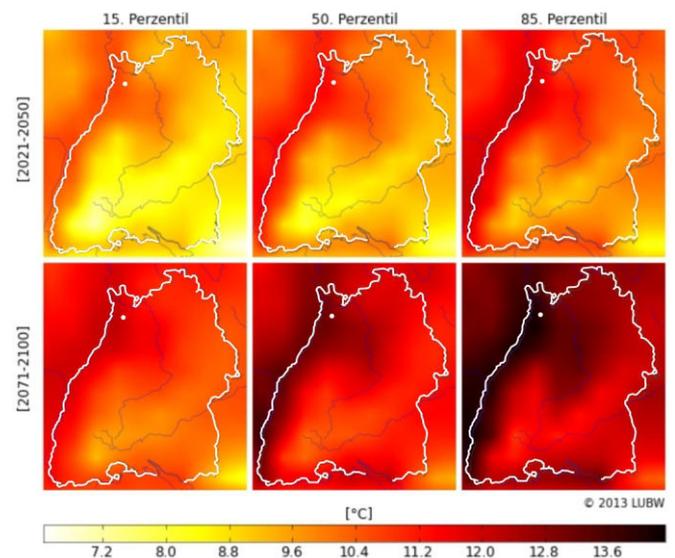
„Viele Menschen glauben, dass die Bedrohung durch den globalen Klimawandel eine theoretische Möglichkeit ist, die sich aus unsicheren Modellrechnungen ergibt. Gegenüber solchen Modellrechnungen haben sie ein verständliches Misstrauen [...]. Die wesentlichen Folgerungen über den Klimawandel beruhen auf Messdaten und elementarem physikalischen Verständnis. Modelle sind wichtig und erlauben es, viele Aspekte des Klimawandels detailliert durchzurechnen. Doch auch wenn es gar keine Klimamodelle gäbe, würden die Klimatologen vor dem anthropogenen Klimawandel warnen.“

Stefan Rahmstorf und Hans Joachim Schellnhuber,  
Klimaforscher

“

Die Höchstniederschläge haben im Winter bis zu 35 Prozent zugenommen, ebenso die Zahl der Hochwasserereignisse in den letzten 30 Jahren. Die Sommer im Land sind dagegen eher trockener als früher. Die Zahl der Tage mit Schneedecke hat in tiefer liegenden Gebieten im Mittel um 30 bis 40 Prozent abgenommen.

Ganz besonders betroffen ist die **Rheinebene**. So wird die Anzahl der Sommertage z.B. in Karlsruhe von derzeit knapp 60 Tagen bis Mitte des Jahrhunderts auf über 80 Tage ansteigen. Die Niederschläge im Winter werden je nach Region um bis zu 35 Prozent zunehmen. Damit einher geht eine größere Hochwassergefahr im Winter.



Jahresmitteltemperatur für die nahe (obere Reihe)  
und ferne Zukunft (untere Reihe)

Quelle: [www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/temperatur](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/temperatur), ergänzt

Die Niederschlagsmengen haben von 1881 bis 2014 im Jahresmittel um ein Zehntel, im Winter sogar um ein Viertel zugenommen, für den Sommer zeichnet sich kein Trend ab. In vielen Regionen haben Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen im hydrologischen Winterhalbjahr (November–April) zugenommen.

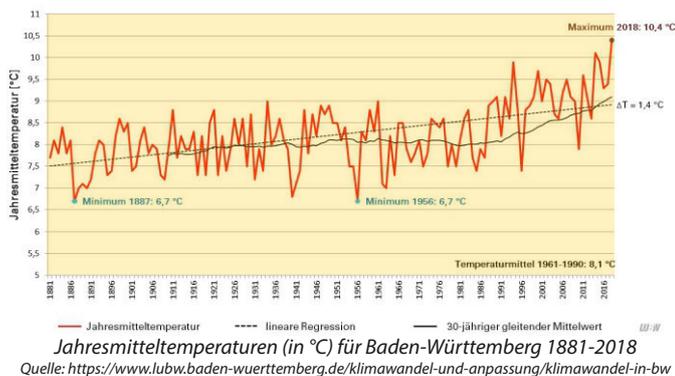
Die Zahl heftiger Gewitter wird voraussichtlich ebenfalls zunehmen und damit auch kleinere Flüsse und Bäche mit Hochwasser bedrohen. Insgesamt werden aber im Sommer die Trockenperioden wahrscheinlich häufiger auftreten und länger dauern.

## Ein Überblick

Das Land Baden-Württemberg ist heute schon vom Klimawandel stark betroffen, der sich in Zukunft voraussichtlich noch verstärken wird.

Die Durchschnittstemperatur im Land hat sich im 20. Jahrhundert deutlich erhöht. Diese Erwärmung wird sich auch künftig fortsetzen – mit allen Auswirkungen auf das Wetter, Pflanzen, Tiere und auf uns Menschen.

In Baden-Württemberg hat die Jahresdurchschnittstemperatur um über 1 °C zugenommen, der größte Anstieg erfolgte dabei erst in den letzten 30 Jahren seit 1980.



„ Die durch zivilisatorische Anreicherung der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration bis Ende des 21. Jahrhunderts provozierte Erwärmung wird bis weit über das Jahr 3000 hinaus nahezu ungeschwächt fortbestehen.

S. Solomon, Klimaforscher

“

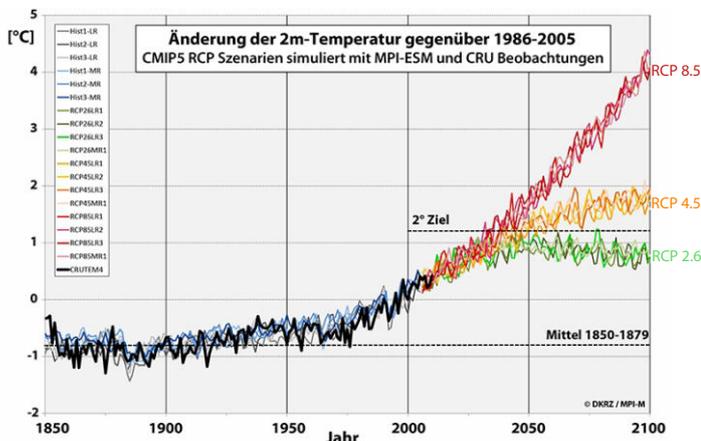
## Vom Emissions- zum Klimaszenario

Da niemand weiß, wie viel an Treibhausgasen die Menschheit in Zukunft ausstoßen wird, stellen Klimawissenschaftler Emissionsszenarien mit unterschiedlichen Annahmen über die Entwicklung der Menschheit, z. B. der Bevölkerungszahl und der Wirtschaft, auf. Mit diesen Daten werden Klimamodelle angetrieben und die Entwicklung des Klimas bis 2100 untersucht.

Generell gilt für Klimaprognosen bei gegebenen Emissionspfaden, dass globale Klimaberechnungen zuverlässiger als regionale sind, langfristige zuverlässiger als kurzfristige und Aussagen zur Temperatur zuverlässiger als solche zu Niederschlägen.

## Die Klimaprojektionen

Je nach Emissionsszenario ergeben sich unterschiedliche Verläufe der mittleren globalen Temperaturen bis zum Jahr 2100.



Änderungen der global gemittelten 2m-Temperatur, bezogen auf den Zeitraum 1986-2005.

Quelle: <https://www.dkrz.de/media/klimasimulationen/ipcc-ar5/ergebnisse/Mitteltemperatur>

## Die Szenarien des IPCC

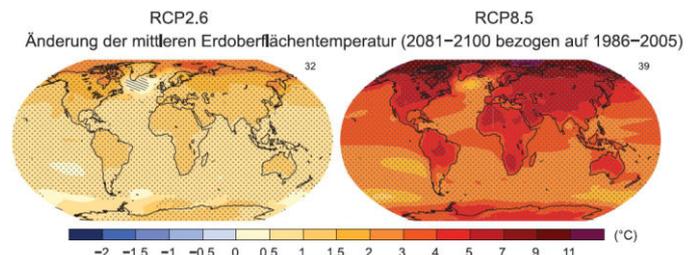
Für den fünften Sachstandsbericht (AR5) des Weltklimarats IPCC wurden vier Repräsentative Konzentrationspfade (RCP) definiert.

Die Ziffern in der Bezeichnung der Szenarien geben die Änderung des Strahlungsantriebs im Jahr 2100 im Vergleich zum Jahr 1750 an, im Szenario RCP2.6 liegt diese bei 2,6 W/m<sup>2</sup>. Die Treibhausgasemissionen liegen um 14% bis 96% unter den Emissionen des Jahres 1990.

Im Szenario RCP8.5 wird hingegen Jahr für Jahr mehr CO<sub>2</sub> emittiert, im Jahr 2100 etwa dreimal so viel wie heute.

Die beste Schätzung für das anspruchsvolle Klimaschutz-Szenario RCP2.6 ist eine Erwärmung im Zeitraum 2081 bis 2100 um 1,6°C gegenüber dem Zeitraum 1850 bis 1900. Damit kommt dieses Szenario den Klimabeschlüssen von Paris am nächsten, wonach die Erderwärmung auf deutlich unter 2°C, möglichst sogar auf 1,5°C zu beschränken ist.

Die beste Schätzung für das Szenario RCP8.5 mit weiter stark steigenden Treibhausgasemissionen ist eine Erwärmung um 4,3°C im selben Zeitraum.



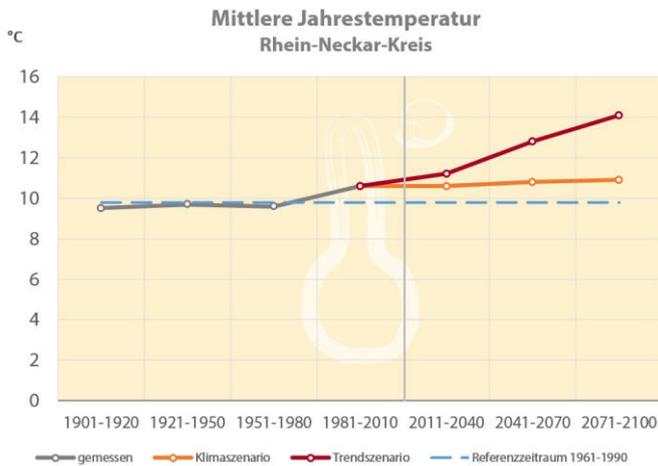
Karte der Erwärmung für die Jahre 2081–2100 im Vergleich zu 1856–2005, beruhend auf dem Mittel von je über 30 Klimamodellen für das Klimaschuttszenario RCP2.6 (links) und das »Weiter so wie bisher«-Szenario RCP8.5 (rechts).

Quelle: IPCC, 2013/2014: Klimaänderung 2013/2014: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger.

## Fazit:

In den letzten beiden Jahrzehnten des 21. Jahrhunderts wird es im globalen Mittel abhängig vom Erfolg von Klimaschutzanstrengungen voraussichtlich 0,9 bis 5,4 °C wärmer sein als zu Beginn der Industrialisierung. Die Erwärmung könnte ein Ausmaß wie im Übergang von der Eiszeit zur Warmzeit erreichen, würde aber bis zu fünfzigmal schneller ablaufen, was mit hohen Risiken für Menschen, Gesellschaften und Ökosystemen verbunden wäre.

## Klimasignal Temperatur



Temperaturentwicklung im Rhein-Neckar-Kreis

Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) e. V.: [www.klimafolgenonline.com/](http://www.klimafolgenonline.com/)

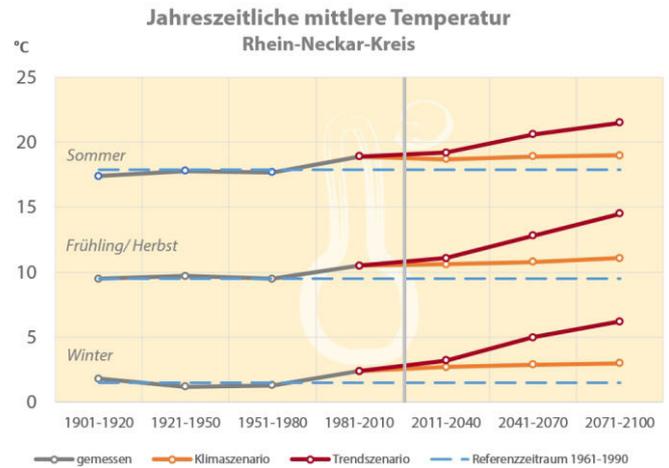
Die Klimaszenarien sagen einen Anstieg der Temperaturen voraus. Bei den Durchschnittstemperaturen ist im Idealfall mit einem Anstieg von ca. 1,1 °C gegenüber dem Referenzzeitraum 1961 – 1990 auszugehen. Der größte Anstieg erfolgte zwischen 1950 und 2010 mit über 1 K. Dementsprechend wäre bis zum Jahr 2100 nur noch ein geringer Anstieg zu erwarten (Klimaszenario). Bei der worst-case-Betrachtung ist mit einem Anstieg der Durchschnittstemperatur ab 2010 um etwa 3,5 °C und damit um 4,3 °C gegenüber dem Referenzzeitraum auszugehen (Trendzenario).

Interessant ist hier jedoch der jahreszeitliche Temperaturverlauf. In beiden Klimaszenarien steigen die Durchschnittstemperaturen im Winter sowie im Frühling und Herbst stärker an als im Sommer.

### Die verwendeten Szenarien

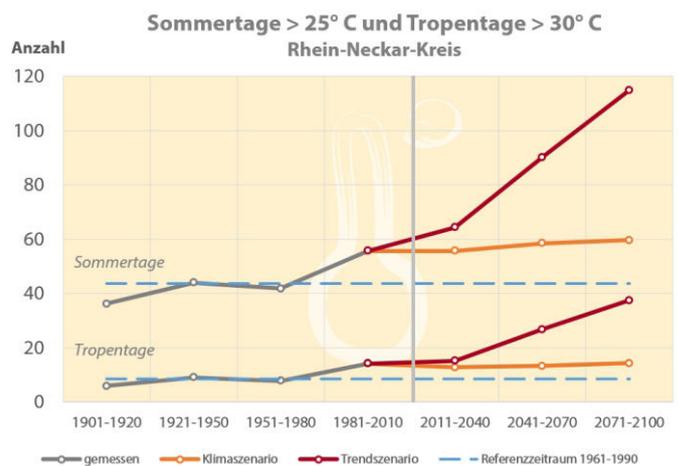
Dargestellt sind bis 2010 die tatsächlich gemessenen Werte und ab 2011 die projizierten Werte, jeweils mit den Modellen RCP 2.6 (**Klimaszenario**) und RCP 8.5 (**Trendzenario**) als Extremszenarien.

Dabei geht das Klimaszenario von deutlichen Anstrengungen der Weltgemeinschaft zum Schutz des Klimas aus, das Trendzenario zeigt die mögliche Entwicklung bei einem „weiter, wie bisher“ auf.



Jahreszeitliche Temperaturentwicklung im Rhein-Neckar-Kreis

Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) e. V.: [www.klimafolgenonline.com/](http://www.klimafolgenonline.com/)



Sommertage und Tropentage im Rhein-Neckar-Kreis

Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) e. V.: [www.klimafolgenonline.com/](http://www.klimafolgenonline.com/)

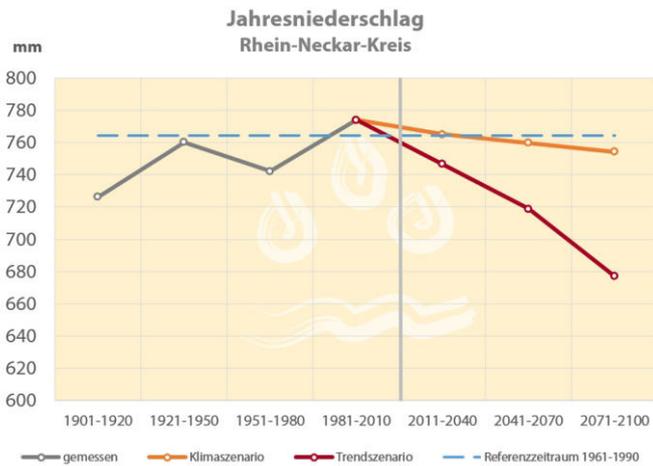
Als Sommertag wird ein Tag definiert, an dem die Höchsttemperatur mindestens 25 °C erreicht. Bei einem Tropentag ist die Höchsttemperatur größer oder gleich 30 °C.

Die Anzahl der Sommertage wird sich im Idealfall nicht wesentlich ändern. Im RCP 8.5-Szenario ist jedoch mit einer Verdoppelung auf 118 Sommertage auszugehen.

Die Anzahl der Tropentage mit Temperaturen über 30 °C wird deutlich zunehmen. Während im Idealfall die Anzahl der Tropentage nahezu gleich bleibt, muss man im Extremfall mit nahezu einer Verfünffachung der Anzahl der heißen Tage von 8 auf 40 rechnen.

# 10 Das Wasser im Rhein-Neckar-Kreis...

## Klimasignal Niederschlag

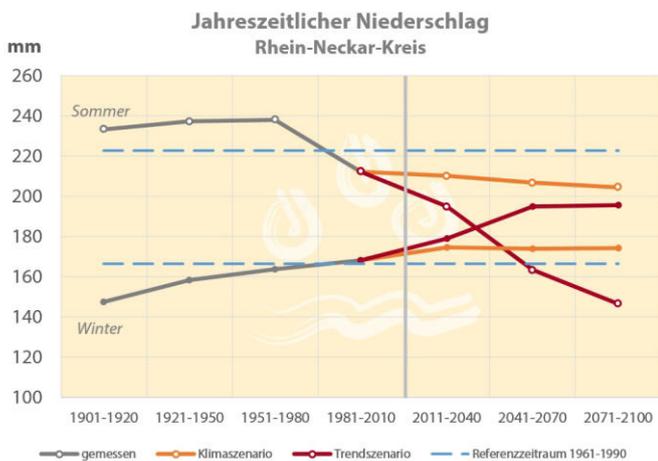


Entwicklung des Niederschlags im Rhein-Neckar-Kreis

Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) e. V.: [www.klimafolgenonline.com/](http://www.klimafolgenonline.com/)

Die Niederschlagsmenge pro Jahr hat in der Vergangenheit stark geschwankt. Dies wird vermutlich auch in der Zukunft so sein. Im RCP 2.6-Szenario liegt die Niederschlagsmenge aber immer noch im Bereich des Zeitraums 1981 – 2010. Im RCP 8.5-Szenario geht die Niederschlagsmenge um etwa 100 mm oder 14% zurück.

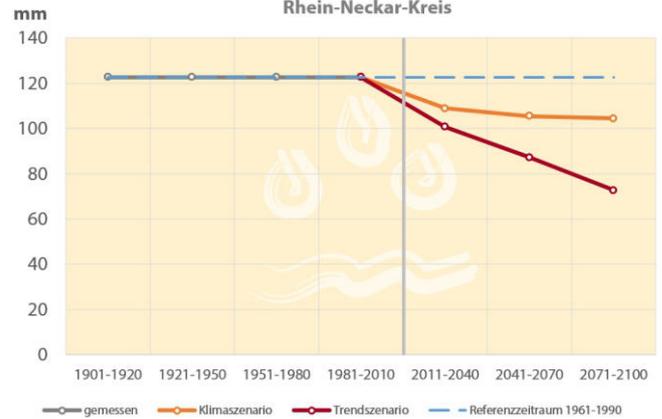
Im Verlauf der Jahreszeiten ist mit einer, im Extremfall, erheblichen Umverteilung der Niederschlagsmengen zu rechnen. Während die Niederschlagsmengen im Sommer abnehmen, werden diese im Winter zunehmen.



Jahreszeitliche Niederschlagsentwicklung im Rhein-Neckar-Kreis

Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) e. V.: [www.klimafolgenonline.com/](http://www.klimafolgenonline.com/)

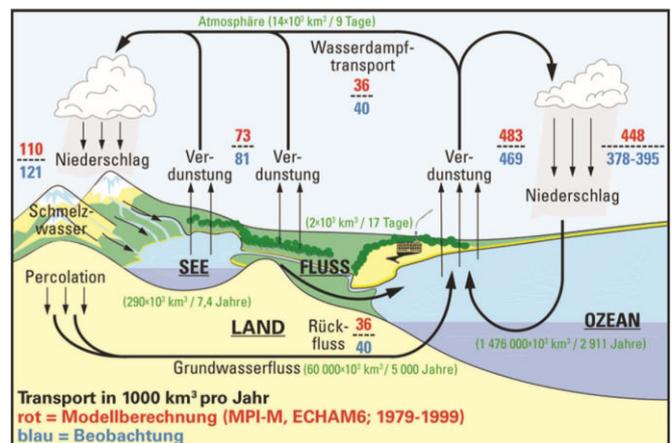
## Jährliche Grundwasserneubildung Rhein-Neckar-Kreis



Jährliche Grundwasserneubildung im Rhein-Neckar-Kreis

Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) e. V.: [www.klimafolgenonline.com/](http://www.klimafolgenonline.com/)

Neben der jahreszeitlichen Abnahme der Niederschlagsmenge steigt durch die Erhöhung der Temperatur und der verstärkten Globalstrahlung die potentiell verdunstende Wassermenge an. Die Niederschläge werden vermehrt verdunsten bevor es zu einer Versickerung kommt. Dies beeinflusst den Wasserkreislauf erheblich.



Globaler Wasserkreislauf: Zahlenwerte für jährliche Flüsse in 1.000 km<sup>3</sup>. Werte (grün) in Klammern geben das Wasservolumen im Kompartiment und dessen mittlere Verweilzeit. Es werden die im Wasserkreislauf beteiligten Prozesse gezeigt.

Quelle: Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg, ergänzt