

Dürre und Klimawandel in Hessen

Hintergrundpapier des HLNUG im Juli 2022

Definition Dürre des Deutschen Wetterdiensts (DWD)

Unter Dürre versteht man einen Mangel an Wasser, der durch weniger Niederschlag und / oder eine höhere Verdunstung durch erhöhte Temperatur (oder Wind) als üblich verursacht wird. Je nach Dauer der Dürre unterscheidet man entsprechend der Auswirkungen zwischen:

- meteorologischer Dürre: ein bis zwei Monate trockener als üblich
- landwirtschaftlicher Dürre: zwei Monate und länger trocken, Ernteeinbußen
- hydrologischer Dürre: ab vier Monate, Grundwasser und Pegel betroffen
- sozioökonomischer Dürre: ab einem Jahr, Wassermangel bremst die Wirtschaft

Hierbei handelt es sich um die gängigsten Definitionen, je nach Anwendungsbereich kann es weitere geben. Abhängig von den lokalen Gegebenheiten können die aufgeführten Probleme auch früher eintreten. Zur Detektion und Bewertung von Dürren werden so genannte Dürre-Indizes verwendet.

(Quelle: Deutscher Wetterdienst unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100578&lv3=603288>)

Je nach *Jahreszeit* (Winter- oder Sommerhalbjahr) wirkt sich eine länger andauernde Trockenheit unterschiedlich auf verschiedene Wirkbereiche (Vegetation, Böden, Oberflächengewässer, Grundwasser) aus. Eine sommerliche Dürre hat vor allem für die Vegetation (Landwirtschaft, Wälder etc.) und Oberflächengewässer negative Folgen, während eine sommerliche Trockenheit verhältnismäßig wenig Einfluss auf die Grundwasserneubildung hat. Auch die *Reaktionszeit* einer Trockenheit stellt sich für die verschiedenen Wirkbereiche sehr unterschiedlich dar: Bei ausbleibendem Niederschlag nimmt zuerst die Bodenfeuchte in den oberen Bodenschichten relativ schnell ab, sodass die flachwurzelnden Pflanzen unter Trockenstress geraten. Dies hat negative Auswirkungen auf die Erträge in Landwirtschaft und Gartenbau, außerdem steigt die Waldbrandgefahr. Auch die Fließgewässer führen relativ schnell weniger Wasser. Deutlich länger braucht es, bis die tieferen Bodenschichten austrocknen. Wenn das der Fall ist, bekommen auch die tiefer wurzelnden Bäume Probleme. Im Grundwasser dauert es in der Regel am längsten, bis sich die Trockenheit bemerkbar macht, da es lange dauert bis der Niederschlag (im Winterhalbjahr) über den Boden in das Grundwasser gelangt.

Aktueller Stand (28. Juli 2022) zum Thema Dürre in Hessen (HLNUG)

Nach zwei Monaten mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen entwickelt sich in Hessen eine Dürre, die Trockenheit nimmt zu.

Die Wasserstände und Durchflüsse der Bäche und Flüsse in Hessen gehen seit Mai insgesamt zurück. Nachdem Anfang Juli 2022 eine ausgeprägte Niedrigwassersituation vorlag, stiegen die Wassermengen aufgrund von Niederschlägen vorübergehend kurzzeitig an. Derzeit liegen bei mehr als zwei Dritteln der Pegel die Durchflüsse wieder im niedrigen Bereich (unter dem mittleren jährlichen Niedrigwasserabfluss (MNQ)).

Etwa die Hälfte der Grundwassermessstellen weisen derzeit (Ende Juli) Grundwasserstände innerhalb des für die Jahreszeit normalen Schwankungsbereiches auf, bei rund 40 Prozent der Grundwassermessstellen lagen diese im sehr niedrigen Bereich. Bei den meisten Grundwassermessstellen sind aktuell die im hydrologischen Sommerhalbjahr üblichen fallenden Tendenzen zu beobachten.

Die aktuellen Defizite sind immer noch zum großen Teil auf das hohe Niederschlagsdefizit des extrem trockenen Jahres 2018 zurückzuführen. Da im hydrologischen Sommerhalbjahr auch bei durchschnittlichen Niederschlagsverhältnissen kaum nennenswerte Grundwasserneubildung stattfindet, hat die aktuelle sommerliche Trockenheit einen vergleichsweise geringen Einfluss auf das Grundwasser.

Weiterführende Auswertungen zur wasserwirtschaftlichen Situation von Grund- und Oberflächengewässern finden sich in den Wasserwirtschaftlichen Monatsberichten des HLNUG: <https://www.hlnug.de/themen/wasser/berichte/monatsberichte>.

Aktuelle Messdaten der Wasserstände und Durchflüsse der Oberflächengewässer sowie des hydrologischen Niederschlagsmessnetzes gibt es unter: <https://www.hlnug.de/static/pegel/wikiweb2/>.

Aktuelle Daten zur Grundwassersituation finden sich im Messdatenportal unter <https://www.hlnug.de/messwerte/datenportal/grundwasser>.

Auswirkungen des Klimawandels in Hessen unter dem Aspekt Dürre

Hydrologische Größen zur Beurteilung von Dürre sind Niederschlag, mittlere Lufttemperatur, Durchfluss an den Fließgewässern und die Grundwassersituation. Die Kombination aus hohen Temperaturen, viel Sonnenschein, wenig Niederschlag und hoher Verdunstung in einigen der letzten Jahre führte zu einer im Kontext vergangener Jahrzehnte außergewöhnlichen Belastung von Mensch und Natur.

Die Folgen der Trockensommer 2018, 2019 und 2020 werden insbesondere in unseren Wäldern auf lange Zeit unübersehbar sein. Extreme Witterungsverhältnisse wie Trockenheit und Dürre schwächen die Abwehrkräfte der Bäume, mindern das Pflanzenwachstum sowie die Erträge und fördern die Entwicklung von trockenheitsliebenden Schädlingen wie Frostspannern,



Eichenwicklern, Eichenprozessionsspinnern und Schwammspinnern. Dürreperioden führen außerdem dazu, dass die biologische Vielfalt gestört wird: heimische, trockenheitsempfindliche Arten (u. a. Libellen, Amphibien) werden durch Dürre negativ beeinflusst. Zusätzlich erhöhen Dürreperioden die Waldbrandgefahr.

Ein für die Landwirtschaft wichtiger Aspekt, welcher mit dem Klimawandel einhergeht und in Hessen bereits beobachtet wird, sind die Veränderungen der Eintrittszeitphasen von Pflanzen („Pflanzenphänologie“). Generell ist bereits jetzt zu beobachten, dass sich die Wachstumsperiode verlängert, weil die steigenden Temperaturen im Frühjahr dafür sorgen, dass die ersten phänologischen Phasen (z.B. das Austreiben der Bäume oder die Keimung von Samen) früher im Jahr beginnen. Das verfrühte Einsetzen der phänologischen Phasen ist auch im Sommer und teilweise auch im Herbst zu beobachten. Der Anfang des Winters läutet die Vegetationsruhe ein und bleibt ungefähr gleich. Die Verlängerung der Wachstumsperiode hat einen erhöhten Bedarf an Wasser zur Folge, welcher die Auswirkungen von Dürren verschärft. Zudem führen höhere Temperaturen generell zu mehr Verdunstung und damit zur Verschärfung von Dürren. Weiterführende Informationen zu den Auswirkungen von Dürren auf die Umwelt gibt es auch auf der HLNUG Homepage: <https://www.hlnug.de/themen/duerre/auswirkungen>.

Dürre in Hessen in der Zukunft

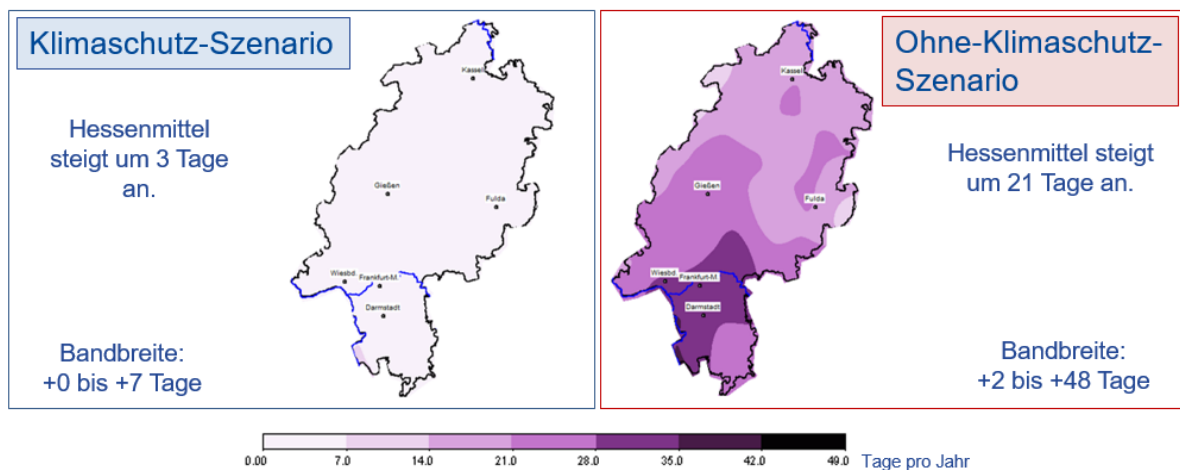
Um das Klima der Zukunft abschätzen zu können, werden Projektionen auf Basis unterschiedlicher Szenarien gerechnet. Die Szenarien treffen verschiedene Annahmen über die sozioökonomischen Entwicklungen und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Änderungen der Treibhausgasemissionen. Die Klimaszenarien beinhalten sowohl den langfristigen Trend aufgrund der Treibhausgasemissionen als auch natürliche Schwankungen. Bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts zeigen die Klimaszenarien ähnliche Entwicklungen der Änderungen der Lufttemperatur, während in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts die Szenarien divergieren. Mehr Informationen zu Details und Grundlagen zu Klimaszenarien sind unter der Seite des National Centre for Climate Services NCCS <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/grundlagen-zum-klima/was-sind-klimaszenarien-.html> zu finden.

Die bisherigen Prognosen des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) waren konservativ und wurden immer von der Wirklichkeit überholt. Ein Sommer wie der Hitzesommer 2003 wäre bei einem Szenario ohne Klimaschutz am Ende des Jahrhunderts (in den Jahren 2071 – 2100) ein normaler bis kühler Sommer.

Ein Indikator, mit dem sich der Klimawandel sichtbar machen lässt, ist die Anzahl heißer Tage. Diese sind definiert als Tage mit einem Temperaturmaximum über 30 °C. In Hessen traten pro Jahr im Mittel über den Zeitraum 1971-2000 5,6 heiße Tage auf. Zum Vergleich: In den Hitzesommern 2003, 2015, 2018 und 2019 gab es jeweils ca. 20 heiße Tage. Die Szenarien zeigen für die Zukunft eine Zunahme an heißen Tagen in ganz Hessen. Die räumliche Streuung ist beim Klimaschutz-Szenario gering (Bandbreite bis 7 Tage) und daher aufgrund der Skaleneinteilung grafisch nicht abgebildet. Im Ohne-Klimaschutz-Szenario nehmen gerade in den bereits



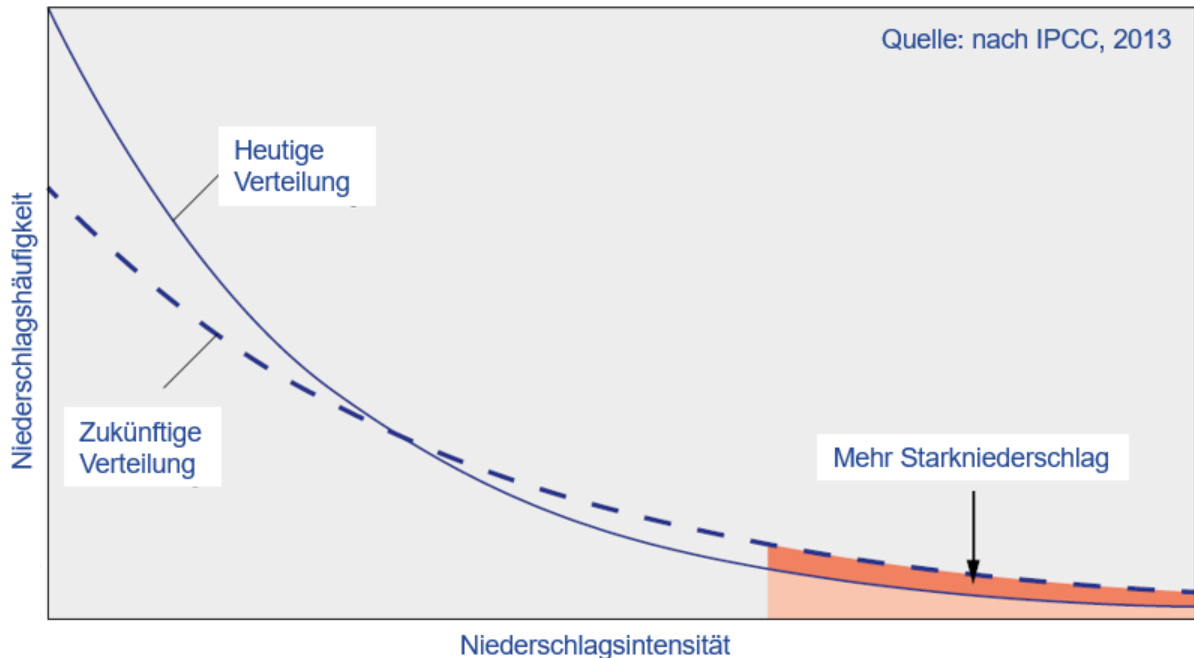
heute heißen Gebieten am Rhein und im Rhein-Main-Gebiet in der Zukunft die heißen Tage besonders stark zu (Grafik 1). Dabei ist der städtische Wärmeinseleffekt bei den Klimaszenarien noch nicht berücksichtigt. Die jetzt getroffenen Maßnahmen des Klimaschutzes beeinflussen, wie stark die Veränderung der Lufttemperatur und damit die Anzahl der heißen Tage in Zukunft sein wird.



Grafik 1: Zukünftige Änderung der Anzahl der heißen Tage 2071-2100 verglichen mit 1971-2000 für zwei Szenarien (mit Klimaschutz, ohne Klimaschutz)

Gegenstand der Forschung ist aktuell, inwiefern blockierende Wetterlagen, sog. Omega-Wetterlagen, Dürren in Zukunft begünstigen. Als blockierende Wetterlage wird ein sich über Zentraleuropa befindliches stationäres Hochdruckgebilde bezeichnet. Normalerweise ziehen die Luftströme über Hessen von West nach Ost. Die Omega-Wetterlage sorgt für ein stabiles Bodenhoch, welches mit wolkenarmem Wetter, langer Sonneneinstrahlung und (im Sommer) extrem hohen Temperaturen einhergeht. Ob blockierende Wetterlagen bis Ende des Jahrhunderts zunehmen oder nicht, ist bisher allerdings noch unklar.

Grafik 2 zeigt die zukünftige Verschiebung der Niederschlagsintensität durch den Klimawandel. Dies hat weniger leichte Niederschlagsereignisse und mehr intensive Niederschlagsereignisse (verbunden mit Starkregen) zur Folge. Ursache für diese Verschiebung ist die erhöhte Lufttemperatur. Wärmere Luft kann mehr Feuchte aufnehmen als kühlere Luft. Je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasser kann eine Wolke enthalten und desto mehr Regen kann (innerhalb von kurzer Zeit) aus der Wolke fallen. Dies führt zu einer Zunahme sowohl von Trockenperioden als auch von Starkregenereignissen.

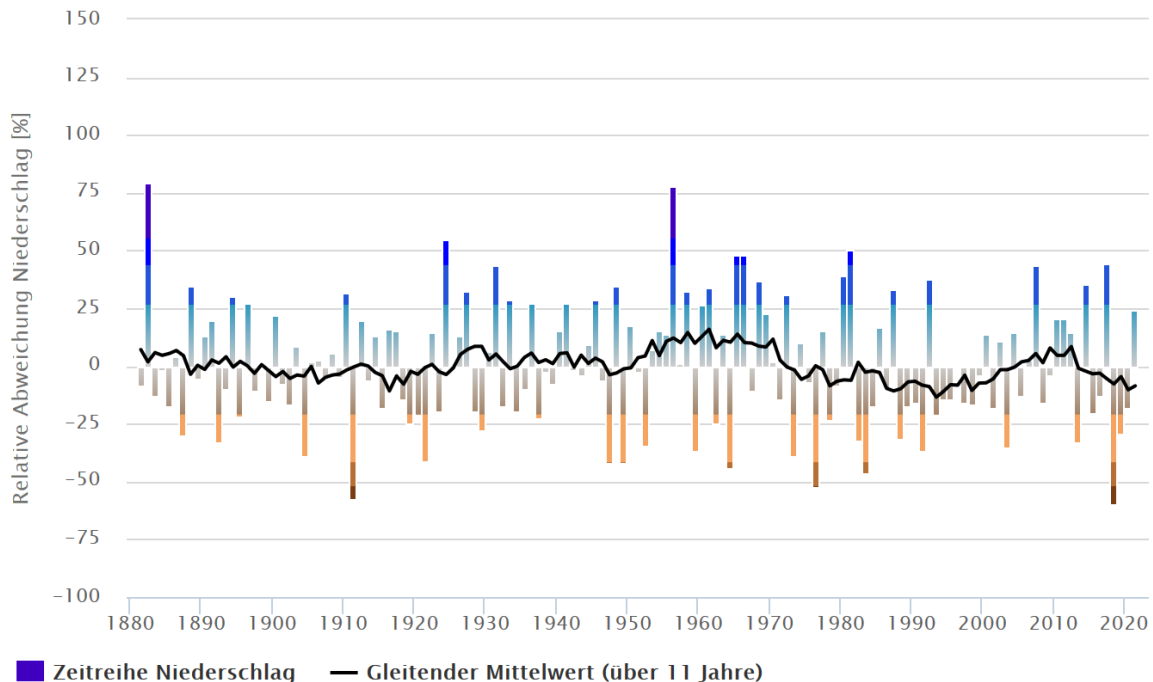


Schema der Änderung des Niederschlages.
 Gestrichelte Linie: Zukünftige Verteilung; durchgezogene Linie: Heutige Verteilung.

Grafik 2: Niederschlagsveränderungen nach dem Weltklimarat (IPCC), 2013

Grafik 3 zeigt die Niederschlagsverteilung im Sommer im Mittel über ganz Hessen seit 1880 als Abweichungen vom Mittelwert über die Periode 1901-2000. Bei der Betrachtung des Sommer-niederschlags ist in den Beobachtungsdaten kein Trend sichtbar. Die Sommer 2018, 2019 und 2020 waren zu trocken (orangene Balken). 2018 war in Hessen der trockenste Sommer seit Beginn der Klimaaufzeichnungen. Auch früher gab es schon sehr trockene Sommer. Aber diese waren nicht so heiß wie heutige Sommer, was die Austrocknung beschleunigt (siehe oben). Der Sommer 2021 war zu nass, aber nicht extrem nass (blauer Balken).

Während die Klimaprojektionen für die Zukunft für Hessen bis Ende des Jahrhunderts einen weiteren deutlichen Temperaturanstieg zeigen, wird sich die Summe des mittleren Jahresniederschlags möglicherweise kaum ändern. Die Klimaprojektionen zeigen aber, dass sich der Jahresgang des Niederschlags verschieben wird. So ist in Zukunft mit einer Zunahme der Winterniederschläge sowie einem Rückgang der Sommerniederschläge und längeren Trockenperioden im Sommer zu rechnen.



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Realisierung: *Meteotest*, © HLNUG

Grafik 3: Relative Abweichung des Sommerniederschlags im Hessenmittel 1880 - 2021

Höhere Temperaturen im Winterhalbjahr und eine damit verbundene höhere Verdunstung wirken saisonal in Richtung abnehmender Grundwasserneubildung.

Eine Abnahme der Sommerniederschläge hätte zur Folge, dass für oberflächennahe und geringmächtige Grundwasserleiter die Quellschüttungen in den Mittelgebirgsregionen in den Sommermonaten zurückgehen. Da die Grundwasserneubildung überwiegend im Winterhalbjahr stattfindet, würde sich eine Zunahme der Winterniederschläge positiv auf die Grundwasserneubildung auswirken. Aufgrund dieser gegenläufigen Entwicklungen ist eine eindeutige Richtungsangabe für die Zukunft bislang nicht möglich. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass bei feuchteren Wintern und trockeneren Sommern die Grundwasserneubildung und die Grundwasserstände gegenüber heute größeren saisonalen Schwankungen unterliegen werden.

Abnehmende Sommerniederschläge würden zu stärkeren und längeren Niedrigwasserphasen in den Oberflächengewässern als bisher führen. Auch lokal auftretende Starkniederschläge würden die Situation nicht langfristig verbessern, da sie schnell abfließen. Im Gegenteil: durch die Zunahme von Starkregenereignissen steigt die Gefahr für kurzfristig auftretende Flutwellen. Dies kann aufgrund der hohen Wassermengen in kurzer Zeit zu lokalen Hochwasserereignissen mit starken Schäden führen, beispielsweise durch Überschwemmungen, den Eintrag von Feststoffen in Gewässer oder Abbrüche der Ufer samt Vegetation. Höhere Winterniederschläge dagegen verschärften die Hochwassergefahren, die ohnehin jetzt schon überwiegend im Winterhalbjahr auftreten.



Mit steigender Lufttemperatur steigen auch die Temperaturen im Boden und in den Gewässern. Hinzu kommt, dass bei hohen Lufttemperaturen in Verbindung mit geringen Niederschlägen die Gewässer weniger Wasser führen und sich dadurch schneller erwärmen. Die Wassertemperatur beeinflusst maßgeblich die biologischen und chemisch-physikalischen Prozesse im Gewässer. Fische, Krebse u. a. sind wechselwarm, d. h. sie können keine konstante Körpertemperatur aufrechterhalten, sodass ihre Temperatur unmittelbar von der Wassertemperatur abhängt. Höhere Temperaturen erhöhen die Stoffwechselrate und damit auch den Sauerstoffbedarf.

Insbesondere in staugeregelten Flüssen kann es jedoch – u. a. auch infolge der verlängerten Aufenthaltszeit des Wassers – zu thermischen Belastungen und damit einhergehenden Sauerstoffdefiziten kommen. Beispielsweise überschritten im Juli 2022 die Wassertemperaturen im Main den kritischen Wert von 25°C. Ab dieser Temperatur kann bei Fischen Sauerstoffmangel eintreten. Sauerstoff wird bei warmen Temperaturen im Wasser weniger gebunden. Zudem sorgen temperaturbedingte Abbauprozesse von biologischem Material, welches in Wasser und Boden gelöst ist, zu einem erhöhten Sauerstoffverbrauch. Im Sommer 2003 durfte das Kraftwerk Staudinger am hessischen Main kein Kühlwasser mehr aus dem Main entnehmen und musste abgeschaltet werden, da ansonsten durch die Einleitung des erwärmten Kühlwassers die 25°C-Marke überschritten worden wäre.

Weitere Informationen zum Witterungsbericht, Wetterextremen und zum Klima der Zukunft in Hessen sind im Klimaportal des HLNUG zu finden: <https://klimaportal.hlnug.de/>.

Weiterführende Informationen zum Bodenfeuchteviewer des Deutschen Wetterdienstes gibt es unter https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/appl/bf_view/node.html sowie im Dürremonitor des Zentrums für Umweltforschung unter <https://www.ufz.de/index.php?de=37937>.