

Klimawandel in Hessen: Weiter-wie-bisher oder Klimaschutz?

11

HEIKE HÜBENER & CORNELIA FOOKEN

Brütende Hitze von April bis September, vertrocknete Felder, ausgetrocknete Flüsse, Fische, die im überwarmen und sauerstoffarmen Wasser sterben, all das gelegentlich unterbrochen von Sturzfluten nach Starkregenereignissen: Der Klimawandel ist in Deutschland/Hessen angekommen und im Sommer 2018 konnten das alle spüren.

Das Projekt ReKliEs-De

Um uns in Deutschland und seinen Bundesländern auf den Klimawandel und seine Folgen einstellen und vorbereiten zu können, benötigen wir wissenschaftlich gesicherte Informationen. Deswegen wurde von den Bundesländern (initiiert von Hessen) das Projekt ReKliEs-De (Regionale Klimaszenarien Ensemble für Deutschland) angeregt. In diesem Projekt wurden die aktuellsten Erkenntnisse zum Klimawandel in Deutschland und seinen Bundesländern ausgewertet. Das im September 2014 begonnene Projekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert. Insgesamt sieben Institutionen waren an der Durchführung des Projektes beteiligt: Das HLNUG fungierte als Projektleitung und hatte die Aufgabe, die Nutzerfreundlichkeit der Projektergebnisse sicherzustellen; der Deutsche Wetterdienst (DWD), die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), das Climate Service Center Deutschland (GERICS), das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und die Universität Hohenheim (UHOH) führten aktuelle, besonders feinmaschige Klimasimulationen durch und werteten diese gemeinsam aus; das Deutsche Klimarechenzen-

Aber wie stark wird der Klimawandel werden? Wie und wo werden wir in Deutschland vom Klimawandel betroffen sein?

trum (DKRZ) stellte Computerkapazität zur Verfügung und speichert auch nach dem Projektende die erzeugten Daten und Ergebnisse. Das Projekt endete im Dezember 2017. Nun liegen die Ergebnisse vor und können in den Bundesländern weiter ausgewertet und genutzt werden.

Im Projekt wurden zwei verschiedene Szenarien ausgewertet. In dem einen Szenario hält die Weltgemeinschaft das bei der Klimakonferenz in Paris (2015) formulierte Ziel ein, die Erwärmung auf unter 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Wert zu begrenzen. Wir nennen dieses Szenario das Klimaschutz-Szenario (wissenschaftliche Bezeichnung: RCP2.6). Im anderen Szenario entwickelt sich die Welt auf dem Pfad weiter, wie sie das in den letzten Jahrzehnten getan hat. Wir nennen dieses Szenario Weiter-wie-bisher-Szenario (wissenschaftliche Bezeichnung: RCP8.5). Beide Szenarien sind in Abb. 1 dargestellt.

Was käme auf uns in Hessen unter diesen beiden möglichen Zukunftsszenarien zu?

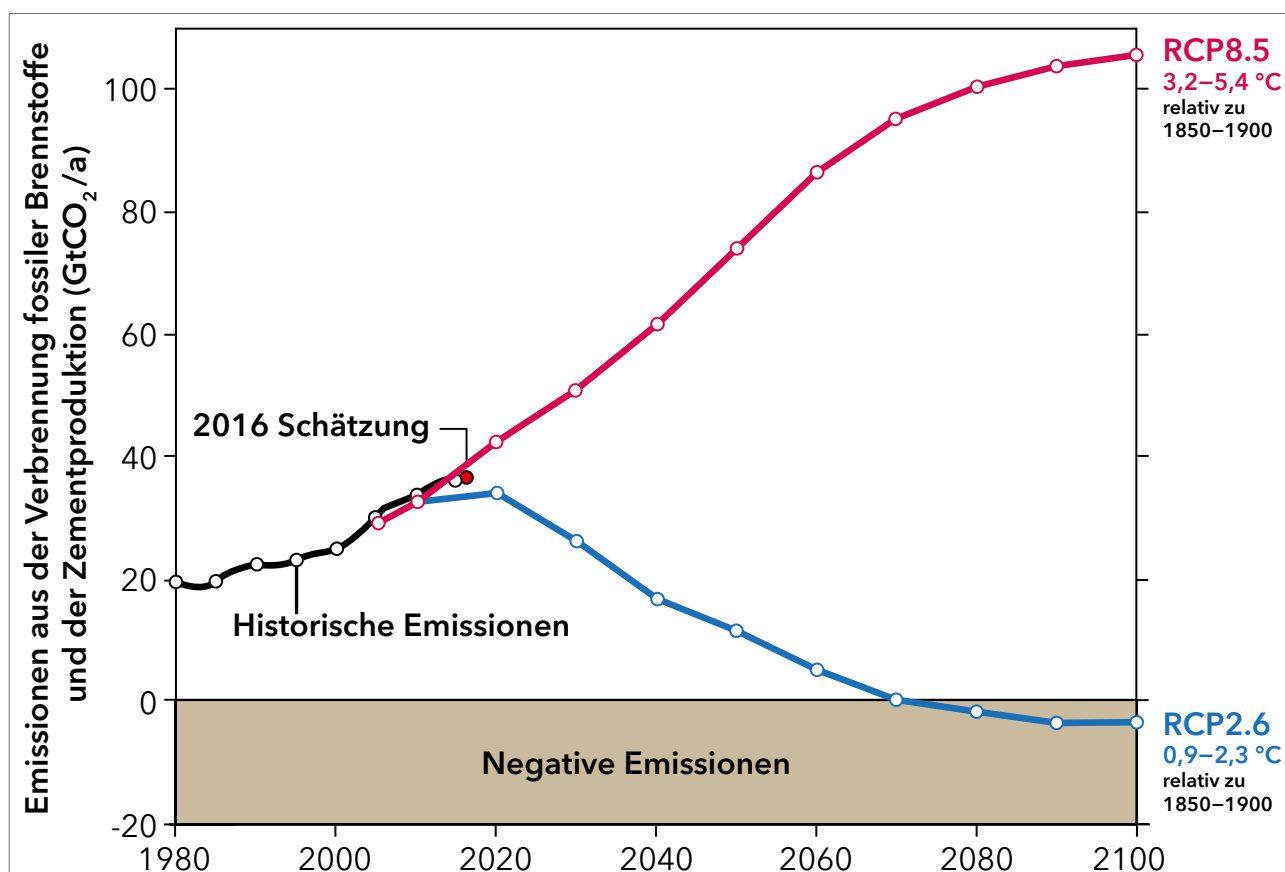


Abb. 1: Entwicklung der beobachteten CO₂-Emissionen (schwarz) sowie der beiden Zukunftsszenarien „Weiter-wie-bisher“ (rot) und „Klimaschutz“ (blau). Für das Klimaschutz-Szenario müssten am Ende des Jahrhunderts sogar Treibhausgase (THG) aus der Atmosphäre entfernt werden („negative Emissionen“). Eigene Darstellung nach: http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/archive/2016/GCP_CarbonBudget_2016.pdf

Temperaturänderung in der Zukunft

Seit der vorindustriellen Zeit (ca. 1850–1900) bis heute (Referenzzeitraum 1971–2000) hat sich die Temperatur in Hessen bereits um 0,9°C erhöht und dieser Anstieg ist auch nach 2000 weitergegangen. Wenn die THG-Konzentrationen in der Atmosphäre weiterhin so steigen wie in den letzten Jahrzehnten, dann müssen wir in Hessen zum Ende dieses Jahrhunderts mit einer weiteren Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um fast 4°C rechnen (Mittelwert über 27 Kombinationen von globalen und regionalen Modellen: 3,9°C, die Bandbreite der Einzelergebnisse reicht von + 2,6 °C bis + 5,1 °C). Würde die Weltgemeinschaft stattdessen den Beschluss der Weltklimakonferenz 2015 in Paris umsetzen, die globale Mitteltemperatur um höchstens 2°C gegenüber der vorindustriellen Temperatur steigen zu lassen, könnten wir auch in Hessen einen Großteil des Kli-

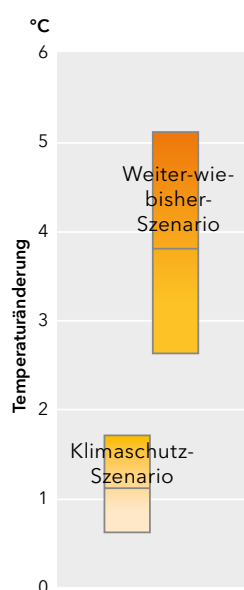


Abb. 2: Simulierte Änderung der Jahresmitteltemperatur in °C bis zum Ende dieses Jahrhunderts (2071–2100) im Mittel über ganz Hessen im Vergleich zu 1971–2000. Links: Klimaschutz-Szenario (12 Modellkombinationen), rechts: Weiter-wie-bisher-Szenario (27 Modellkombinationen). Die Höhe der Balken zeigt die Bandbreite der verschiedenen Modellergebnisse, die Linie zeigt den Mittelwert.

mawandels vermeiden (siehe Abb. 2). Die mittlere Erwärmung würde dann in Hessen nur 1,1 °C betragen (Bandbreite der 12 für dieses Szenario verfügbaren Modellsimulationen: + 0,6 bis + 1,7 °C).

Dabei ist zu erwarten, dass die Erwärmung im Sommer und Herbst am stärksten ausfällt, im Winter etwas geringer und im Frühling am schwächsten. Das sollte so interpretiert werden, dass wir auch in Zukunft noch mit Spätfrost oder insgesamt eher kalten Frühjahren rechnen müssen.

Im Sommerhalbjahr, zwischen April und September, werden auch die besonders gesundheitsbelastenden Hitzetage zunehmen (Tage, an denen die Höchsttemperatur auf 30 °C oder mehr steigt). Heutzutage (Referenzperiode 1971–2000) gibt es im Mittel über ganz Hessen ca. 5 bis 6 Hitzetage pro Jahr. Im Weiter-

wie-bisher-Szenario würden weitere ca. 20 Hitzetage hinzukommen (Bandbreite: +2 bis +48 Tage). Dabei werden vermutlich diejenigen Regionen am stärksten betroffen sein, die schon heute am wärmsten sind: der Rheingraben und das Rhein-Main-Gebiet. Im Klimaschutz-Szenario würden zwar auch zusätzliche Hitzetage auf uns zukommen, jedoch nur ca. 3 Tage pro Jahr (Bandbreite: +0,1 bis +6,7 Tage). Kalte Tage nehmen dagegen systematisch ab. Frosttage, d.h. Tage, an denen die Tiefsttemperatur unter 0 °C fällt, treten derzeit (Referenzzeitraum 1971–2000) ca. 65-mal pro Jahr auf. Im Weiter-wie-bisher-Szenario geht ihre Anzahl um ca. 58 Tage pro Jahr zurück! Das sind fast zwei Monate weniger mit Nachtfrost! Selbst wenn wir das Klimaschutz-Szenario einhalten, reduziert sich die Anzahl der Frosttage um 20 Tage pro Jahr.



Abb. 3: Im Sommer 2018 stehen in der Frankfurter Innenstadt Menschen an einem Trinkbrunnen, um sich dort Trinkwasser abzufüllen. (Foto: Krefß, HLNUG)

Niederschlagsänderung in der Zukunft

Wie schon in Untersuchungen der bis 2011 verwendeten Szenarien sehen wir auch für die neu untersuchten Szenarien eine Verschiebung des Niederschlages vom Sommer in den Winter. Im Klima-

schutz-Szenario fällt diese aber so gering aus und schwankt sogar zwischen den verschiedenen Kombinationen von globalen und regionalen Modellen zwischen Zunahmen und Abnahmen, dass hier keine

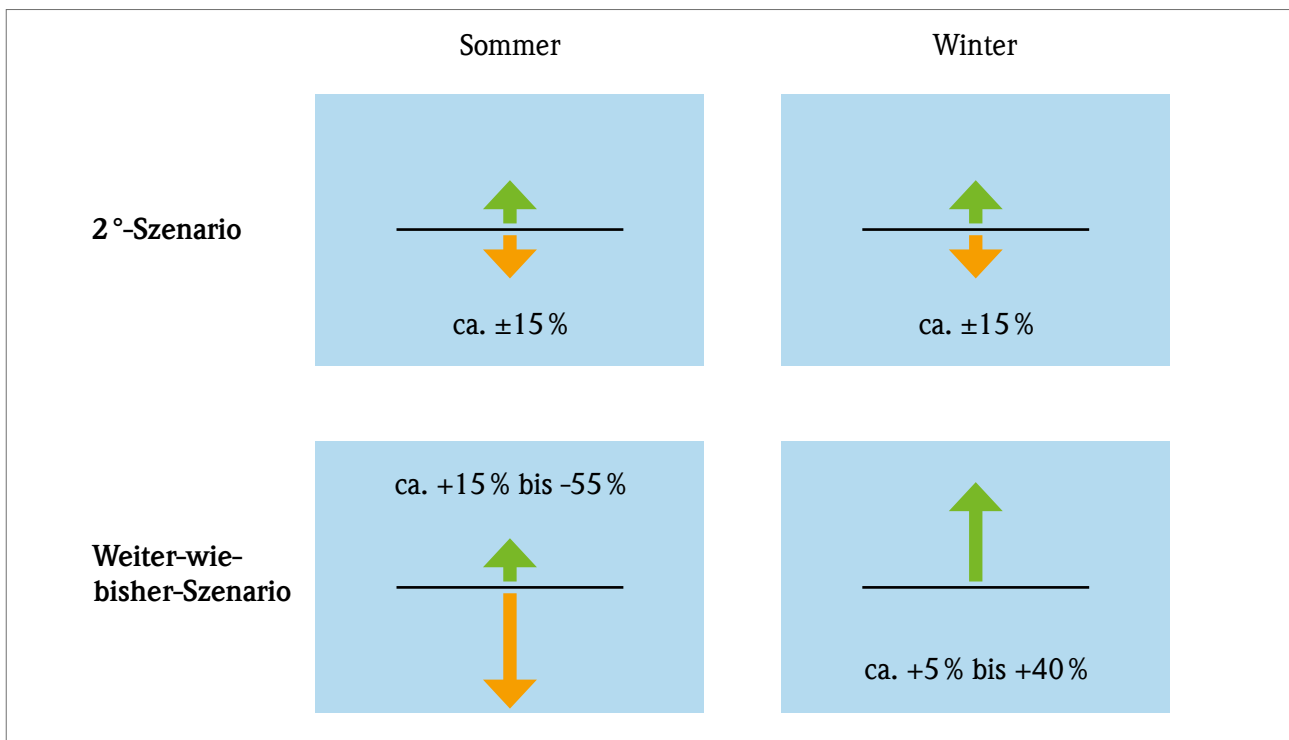


Abb. 4: Schematische Darstellung der Niederschlagsänderung für 2071–2100 verglichen mit 1971–2000. Oben: Klimaschutz-Szenario, unten: Weiter-wie-bisher-Szenario. Links: Sommer, rechts: Winter.

eindeutige Aussage getroffen werden kann. Der Niederschlag würde in Zukunft ungefähr in dem Rahmen bleiben, den wir auch heute schon aus der Jahr-zu-Jahr-Schwankung kennen. Wenn wir jedoch so weitermachen wie bisher, dann könnte eine dramatische Niederschlagsabnahme im Sommer eintreten; die simulierte Niederschlagsänderung im Sommer liegt für dieses Szenario zwischen einer geringen Zunahme (+15%) und deutlicher Abnahme. Im Extremfall könnte der Niederschlag im Sommer sogar um bis zu 55% zurückgehen. Im Winter dagegen würde der Niederschlag zunehmen, um Werte zwischen 5% bis zu 40% (siehe Abb. 4).

In Zukunft müssen wir im Sommer nicht nur mit insgesamt weniger Niederschlag, sondern auch mit mehr und längeren Trockenperioden rechnen, vor allem, wenn wir so weitermachen wie bisher.

Gleichzeitig müssen wir davon ausgehen, dass Starkregenereignisse durch den Klimawandel zunehmen werden. Zunächst gibt es das grundlegende Argument, dass wärmere Luft mehr Wasserdampf enthalten kann als kühlere Luft. Wird die Luft zu feucht, dann kondensiert der Wasserdampf zu Tropfen: Eine

Wolke bildet sich. Eine sommerliche Gewitterwolke kann bei 35°C mehr Wasser enthalten als bei 28°C. Dadurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für starke Niederschlagsereignisse.

Da diese extremen Starkregenereignisse jedoch so selten auftreten, dass eine Statistik über sie sehr schwierig (bzw. unsicher) ist, haben wir stattdessen „moderate Starkregenereignisse“ ausgewertet: Tage, an denen 20 l/m² oder mehr Niederschlag fällt. Selbst diese „moderaten Starkregen“ treten im derzeitigen Klima (Referenzzeitraum 1971–2000) nur 4,3-mal pro Jahr auf. Für das Weiter-wie-bisher-Szenario nimmt die Zahl der Tage mit 20 l/m² Niederschlag oder mehr im Mittel über alle Simulationen um 1,7 Tage pro Jahr zu (die Bandbreite beträgt +0,6 bis +3,4 zusätzliche Starkregentage pro Jahr). Im Klimaschutz-Szenario ändert sich die Anzahl der Starkregentage nur minimal: sie nimmt um 0,3 Tage pro Jahr zu. Die Bandbreite beträgt hier von -0,1 bis zu +1,0 Tage pro Jahr. Auch wenn diese Änderungen gering erscheinen, kann doch ein einziges Starkregenereignis schon großen Schaden anrichten. Selbst eine geringe Zunahme solcher Tage ist daher problematisch.



Abb. 5: Im Sommer 2016 suchten diese Festbesucher Schutz vor einem Schauer. Solche Schauer oder Gewitter kommen oft überraschend und bringen kleinräumig extrem hohe Niederschlagssummen. (Foto: Jacobi, HLNUG)

Unterschied zwischen den beiden Szenarien

Die Projektergebnisse haben deutlich gemacht, wie groß der Unterschied ist zwischen einer Klimazukunft, wenn die Treibhausgas-Konzentrationen so weiter steigen wie in den letzten Jahrzehnten und einer Klimazukunft, wenn die globalen Klimaschutzziele eingehalten werden. Damit haben wir ein Maß dafür, wieviel Klimawandel (und Folgen des Klimawandels) wir noch vermeiden könnten, wenn das Klimaschutzziel „Erwärmung auf maximal 2°C über

dem vorindustriellen Niveau begrenzen“ umgesetzt würde. Durch ambitionierten Klimaschutz könnten wir in Hessen viele Folgen des Klimawandels minimieren.

Weitere Ergebnisse des Projektes ReKliEs-De finden Sie über unsere Projekt-Webseite: <http://reklies.hlnug.de/home.html>.