

Klimafolgen für die Wasserwirtschaft in Niedersachsen

Ein Projektbericht

Durch den Klimawandel können verstärkt Hochwasser und Niedrigwasser auftreten.

Vom Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) wurde daher bereits im Jahre 2008 das Projekt „KliBiW“ initiiert, welches die Folgen dieser Extreme bis heute untersucht hat. Beteiligt waren neben der LUH, die TU Braunschweig, die Harzwasserwerke GmbH, das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie sowie die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.

Zielgrößen	Ergebnisse aus dem Jahr	Emissions-Szenarien	Anzahl GCM+ RCM Ketten	Wirkmodelle
Niederschlag, Temperatur	2023	RCP8.5	6	--
Hochwasser	2017	SRES-A1B RCP 8.5	6 8	2 hydrologische Modelle
Niedrigwasser	2019	SRES-A1B RCP 8.5	6 14	1 statistisches Modell
Grundwasser	2023	RCP 8.5	5-8	2 statistische Modelle und ein ANN Ansatz

Einführung

Unter „Klimawandel“ wird die langfristige Veränderung von Temperatur und Wettergeschehen verstanden, welche hauptsächlich aus menschlichen Aktivitäten resultiert, insbesondere durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe. Veränderungen im Klima wirken sich auf den Wasserkreislauf aus und können zur Verstärkung der hydrologischen Extreme „Hochwasser“ und „Niedrigwasser“ führen. Ziel der Wasserwirtschaft ist es, Bedarf und Dargebot in möglichst gute Übereinstimmung zu bringen. Dies betrifft insbesondere den Schutz vor Hochwasser und den Ausgleich in Niedrigwasserzeiten.

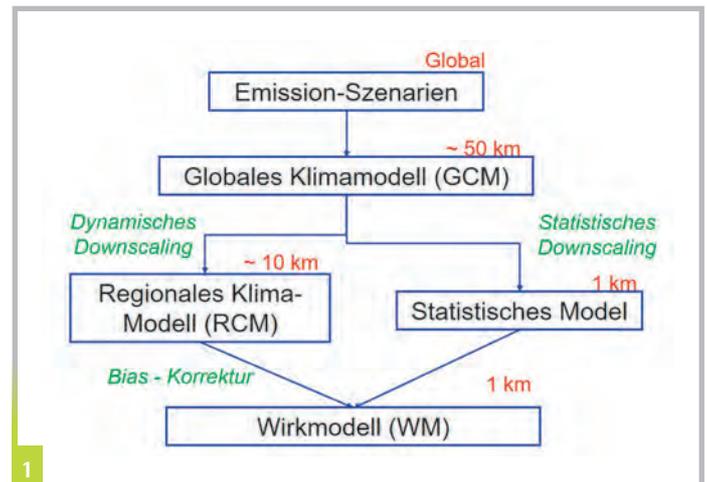
Die globale Zunahme der Temperatur ist unumstritten. Diese führt zu einer Intensivierung des Wasserkreislaufes, welches zunächst Auswirkungen auf Niederschlag und Verdunstung hat und schließ-

lich das Abflussregime beeinflusst. Die hydrologischen Reaktionen werden von vielen regionalen Faktoren beeinflusst und sind sehr komplex. Für eine bessere Planung der zukünftigen Wasserbewirtschaftung in Niedersachsen wurde deshalb vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) im Jahre 2008 ein Projekt zur Untersuchung der Klimafol-

gen für die Wasserwirtschaft im Binnenland unter dem Namen „KliBiW“ initiiert. Das Projekt wurde inzwischen mit Pausen in mehreren Phasen bis heute fortgeführt. Untersucht wurden Einflüsse des Klimawandels auf das Wettergeschehen, auf Hochwasser, auf Niedrigwasser und zuletzt auf die Grundwasserstände. Bisher beteiligte Institutionen waren der NLWKN, die Leibniz Universität Hannover, die

Tabelle 1
Datenübersicht
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 1
Modellkette für die Projektion und Analyse von Klimaänderungen
Quelle: eigene Darstellung



TU Braunschweig, die Harzwasserwerke GmbH, das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie sowie die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.

Methodik & Daten

Um den Einfluss des Klimawandels auf regionale und lokale Verhältnisse zu untersuchen, wird gewöhnlich eine Kette von Modellen verwendet (Abb. 1). Ausgangspunkt sind globale Emissionsszenarien in welchen Annahmen über den zukünftigen Ausstoß an Treibhausgasen gemacht werden. Diese bilden die Randbedingungen für die Simulation des globalen Klimas mit Globalen Klimamodellen (GCM), welche mit einer räumlichen Auflösung von inzwischen bis zu 50 Kilometern arbeiten. Um Aussagen für eine bestimmte Region zu bekommen, erfolgt dann mit den GCM als Randbedingung eine Simulation mit regionalen Klimamodellen (RCM) mit räumlichen Auflösungen von ungefähr 10 Kilometern. Neben diesem sogenannten dynamischen Downscaling kann auch ein statistisches Downscaling erfolgen, um die lokalen Klimavariablen Niederschlag, Temperatur, Strahlung usw. zu erhalten.

Zur Validierung der Klimamodelle kann man die lokal simulierten Variablen mit beobachteten Variablen für einen Referenzzeitraum in der Vergangenheit vergleichen. Häufig wird dabei ein systematischer Fehler – ein Bias – festgestellt, den man mit einer Bias-Korrektur entfernen kann. Für Simulationen in der Zukunft muss man dann davon ausgehen, dass dieser Bias stationär ist, das heißt genauso auch in der Zukunft auftritt.

Mit den lokal simulierten und Bias-korrigierten Variablen kann schließlich ein Wirkmo-

dell betrieben werden, um die hydrologischen Reaktionen zu ermitteln. Diese Wirkmodelle

1981 bis 2010), b) die nahe Zukunft von 2021-2050 und c) die ferne Zukunft von 2071-2100.

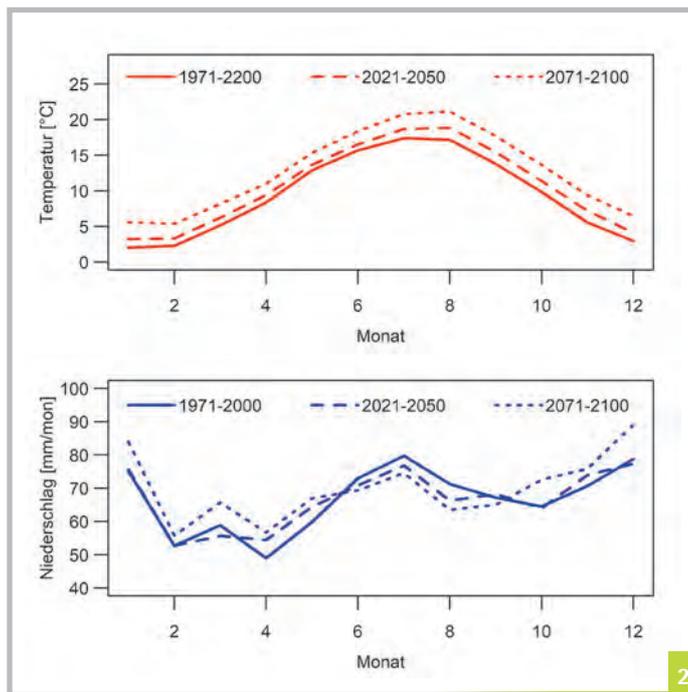


Abbildung 2
Mittlere monatliche Temperaturen und Niederschläge für drei Klimazeiträume gemittelt über sechs Klima-Modellketten exemplarisch für das obere Einzugsgebiet der Ems im westlichen Niedersachsen
Quelle: eigene Darstellung

können deterministischer oder stochastischer Natur sein oder auch aus Softcomputing-Ansätzen wie zum Beispiel künstlichen Neuronalen Netzen (ANN) bestehen. Trotz der erfolgten Bias-Korrektur haben alle Modelle und somit auch die Zukunftsprojektionen Unsicherheiten. Aus diesem Grund wird gewöhnlich ein Ensemble von Modellen verwendet, um eine Bandbreite an möglichen Ergebnissen zu bekommen. Umso eher die Modelle in ihren Aussagen übereinstimmen, umso mehr kann man den Projektionen vertrauen.

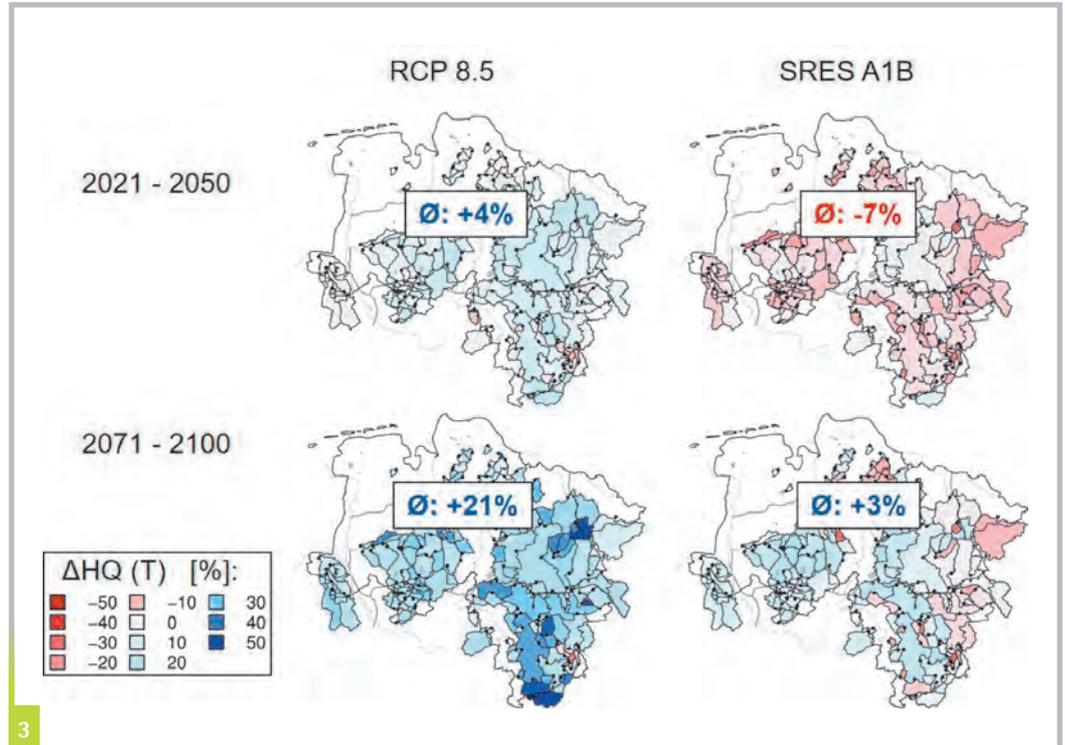
Die Tabelle 1 zeigt eine grobe Übersicht der verwendeten Daten und Modelle, für die hier beispielhaft Ergebnisse präsentiert werden. Sämtliche Daten stehen kontinuierlich in einer täglichen zeitlichen Auflösung zur Verfügung. Es wurden drei Klimazeiträume für die Simulation unterschieden: a) die Vergangenheit von 1971-2000 (beim Grundwasser von

Ausgewählte Ergebnisse

Für die Temperatur sind deutliche Zunahmen homogen für ganz Niedersachsen und ausgeglichen über das gesamte Jahr prognostiziert (Abb. 2, oben). Die Veränderung des Niederschlages ist dagegen räumlich variabel. Typisch für viele Regionen sind jedoch die saisonalen Verschiebungen: mehr Niederschlag im Winter und weniger im Sommer (Abb. 2, unten).

Die Änderungen der Hochwasserabflüsse sind verglichen mit denen der Klimavariablen räumlich viel stärker inhomogen, da hier zusätzlich die Eigenschaften der Flusseinzugsgebiete eine Rolle spielen (Abb. 3). Die Bandbreite der Reaktionen ist groß. Es gibt sowohl Zunahmen als auch Abnahmen. Für die ferne Zukunft zeichnet sich jedoch im Mittel eine Zunahme der Hochwasser ab.

Abbildung 3
Mediane Änderungen des 100 jährlichen Hochwassers (HQ100) berechnet mit zwei hydrologischen Modellen basierend auf zwei Emissionsszenarien und 14 Klimamodellketten für zwei Zukunftszeiträume und 173 Flusseinzugsgebiete in Niedersachsen sowie durchschnittliche Werte für alle Gebiete.
Quelle: NLWKN (2017)



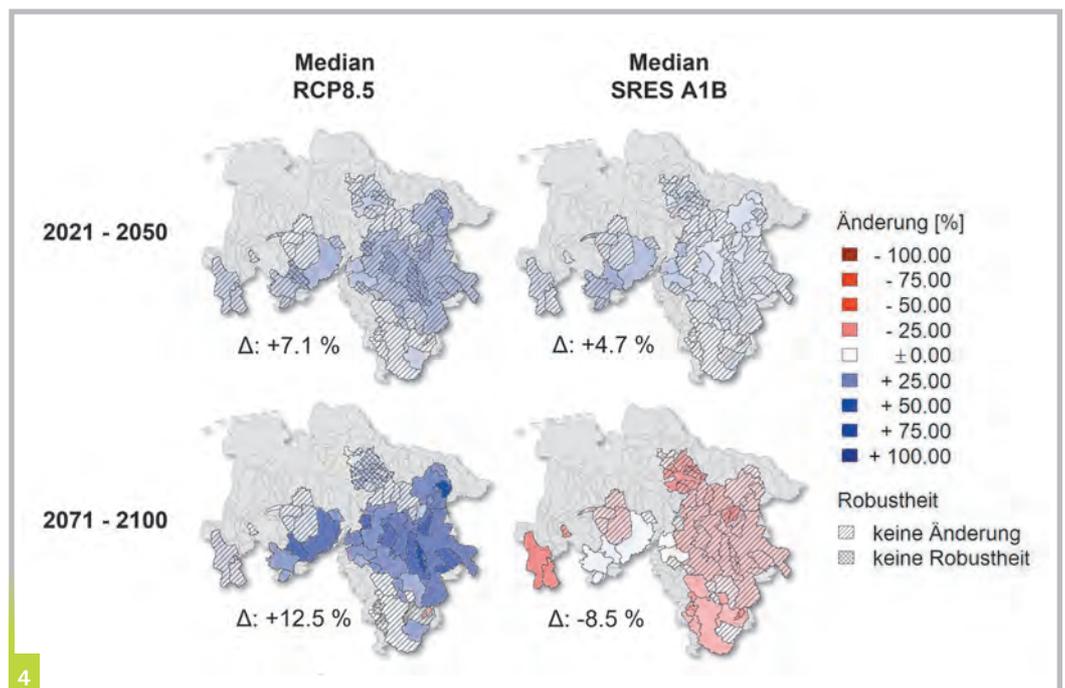
Ein eher unerwartetes Ergebnis zeigt sich für die Niedrigwasserabflüsse mit überwiegend zunehmenden Abflüssen in der Zukunft (Abb. 4).

Eine Ursache könnte in der Umverteilung der Niederschläge in die Wintermonate

liegen, welches zur erhöhten Grundwasserneubildung führt, die dann im Sommer eine Niedrigwasseraufhöhung bewirkt. Allerdings ist zu erkennen, dass bei dieser Projektion die Signifikanz gering und die Unsicherheit sehr hoch ist.

Die Projektion der zukünftigen Grundwasserstände zeigt ebenfalls ein stark regions- und modellabhängiges Ergebnis (Abb. 5). Insgesamt ist eine Abnahme der Grundwasserstände festzustellen, insbesondere im Süden von Niedersachsen (Börden und Berg-

Abbildung 4
Mediane Änderungen des jährlichen Niedrigwasserabflusses (MN7Q = kleinster mittlerer Abfluss an sieben aufeinander folgenden Tagen) berechnet mit einem statistischen Modell basierend auf zwei Emissionsszenarien und 20 Klimamodellketten für zwei Zukunftszeiträume und 162 Flusseinzugsgebiete in Niedersachsen sowie durchschnittliche Werte für alle Gebiete. Schraffierte Gebiete zeigen keine signifikante Änderung, doppelt schraffierte Gebiete sind stark unsicher.
Quelle: NLWKN (2019)



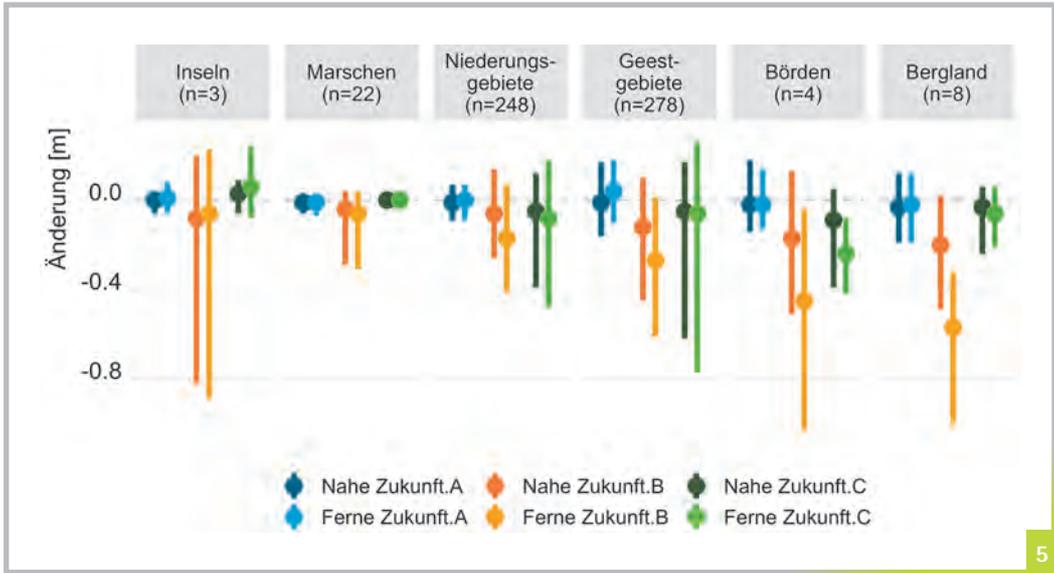


Abbildung 5 Mittelwerte und Spannweite der Änderungen des Jahrestiefstandes des Grundwassers berechnet mit drei Wirkmodellen (A, B, und C) basierend auf dem Emissionsszenario RCP8.5 und 8 Klimamodellketten für A und B sowie 5 Ketten für C. Die Anzahl n der Grundwassermessstellen in Niedersachsen ist über die drei Modelle gemittelt. Die Zukunftszeiträume sind: Nahe Zukunft = 2021-2050 und Ferne Zukunft = 2071-2100. Quelle: NLWKN (2023)

land), wobei hier jedoch nur sehr wenig Messstellen zur Verfügung stehen. Für den Großteil der Messstellen in Niedersachsen (Niederungs- und Geestgebiete) sind die Änderungen im Mittel über alle Modelle und die beiden Zeiträume eher gering.

Aus diesen Untersuchungen kann geschlussfolgert werden, dass sich die Hochwassersituation in der Zukunft sehr wahrscheinlich verschärfen

wird. Beim Grundwasser ist dagegen lediglich mit einer leichten Absenkung zu rechnen. Für die Niedrigwasserabflüsse sind keine eindeutigen Aussagen ableitbar. Grundsätzlich ist festzustellen, dass die räumliche Variabilität der Änderungen für die unterschiedlichen hydrologischen Größen und die Unsicherheit der Prognosen hoch ist und das Ergebnis stark vom gewählten Emissionsszenario abhängt. Es sind re-

gelmäßig Updates der Projektionen notwendig, sobald neue Daten von den Klimamodellen verfügbar werden.

Aus Platzgründen konnte hier leider kein Literaturverzeichnis angegeben werden. Die Ergebnisse der KliBiW Projekte sind in Berichtsform mit ausführlichen Literaturzitierten hier abrufbar: <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/klibiw/das-projekt-klibiw-104191.html>



Prof. Dr.-Ing. Uwe Haberlandt ist Leiter des Instituts für Hydrologie und Wasserwirtschaft der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Modellierung und Prognosen von Hochwasser, Niedrigwasser und Niederschlag. Kontakt: haberlandt@iww.uni-hannover.de



Dr.-Ing. Anne Bartens ist PostDoc am Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie. Sie beschäftigt sich mit statistischen Analysen von Hoch- und Niedrigwasser. Kontakt: bartens@iww.uni-hannover.de



Ronja Saskia Iffland, M.Sc. ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie. Ihr Arbeitsschwerpunkt sind statistische Untersuchungen von Grundwasserständen in Bezug auf Klimaveränderungen. Kontakt: iff-land@iww.uni-hannover.de