

Informationsdienst Gewässerkunde | Flussgebietsmanagement 2/2019



Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



Der Klimawandel und seine Folgen für die Wasserwirtschaft im niedersächsischen Binnenland

Erkenntnisse aus dem Projekt KliBiW
(im Bereich Niedrigwasser)



Niedersachsen

Das Trockenjahr 2018: ein Vorbote zukünftiger Verhältnisse im Zeichen des Klimawandels?

Der vom Menschen verursachte Klimawandel ist bereits Realität. Er bedeutet nicht nur eine Erhöhung der globalen Temperaturen, sondern auch eine Zunahme von Extremereignissen. Dadurch kann es einerseits zu intensiveren Niederschlägen kommen, andererseits steigt auch die Gefahr von langen Trockenphasen oder Dürren, wie wir sie zuletzt 2018 in weiten Teilen Deutschlands erlebt haben. Diesen Herausforderungen muss sich auch die Wasserwirtschaft in Niedersachsen stellen.

Von Uwe Petry, Christine Schnorr und Markus Anhalt, NLWKN Betriebsstelle Hannover-Hildesheim

Inhalt

Das Trockenjahr 2018: ein Vorbote zukünftiger Verhältnisse im Zeichen des Klimawandels?	S.2
Das Projekt KliBiW	S.3
Erkenntnisse zur bisher beobachteten Situation von Klima und Niedrigwasser in Niedersachsen	S.4
Erkenntnisse zur zukünftigen Niedrigwassersituation in Niedersachsen	S.8
Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	S.10
Ausblick	S.11
Neue Veröffentlichungen	S.12

Das Sommerhalbjahr 2018 war sowohl in Deutschland wie auch in Niedersachsen eines der wärmsten und zugleich trockensten seit Beginn der Wetteraufzeichnungen gegen Ende des 19. Jahrhunderts. Auslöser hierfür war laut dem Deutschen Wetterdienst (DWD) eine großräumige Wetterlage in Europa, die kontinuierlich Hochdruckgebiete mit warmer, trockener Luft über Norddeutschland generierte, und gleichzeitig Tiefs mit kühlerer, feuchterer Luft blockierte. Infolgedessen kam es in Niedersachsen zu einer ausgeprägten Niedrigwasserphase mit weitreichenden Folgen für die Wasserwirtschaft, die Schifffahrt und die Ökologie. Die Pegelstände an den niedersächsischen Flüssen fielen deutlich ab. In einigen Einzugsgebieten, wie denen der Hunte oder der Leine, erreichten sie sogar historische Tiefststände. Damit setzte sich eine Entwicklung der Mittel- und Niedrigwasserverhältnisse fort, die bereits seit Mitte des 20. Jahrhunderts in vielen Regionen Niedersachsens im Sommer zu beobachten ist.

Auch der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen der Vereinten Nationen (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) bestätigt in seinem zuletzt erschienenen 5. Sachstandsbericht¹, dass seit etwa 1950 weltweit Veränderungen vieler extremer Wetter- und Klimaereignisse beobachtet werden

konnten. Dazu zählen z.B. die Zunahme von heißen Temperaturextremen oder die Häufung von Hitzewellen u.a. in Europa. Hauptursache dafür ist nach dem IPCC die Freisetzung von Treibhausgasen durch den Menschen seit Mitte des 18. Jahrhunderts, welche bis heute kontinuierlich angestiegen ist. Erfolgt ein derart ungebremsster Ausstoß von Treibhausgasen auch in der Zukunft, kann dies zu tiefgreifenden und langfristigen Veränderungen im Klimasystem führen, die noch über Jahrhunderte bestehen bleiben, auch wenn die Treibhausgasemissionen dann längst gestoppt worden wären. Dadurch werden bestehende Risiken für Menschen und Umwelt verstärkt und neue, bisher nicht beobachtete Risiken werden entstehen.

Nach 2003 und 2011 hat das Jahr 2018 einmal mehr verdeutlicht, vor welche Herausforderungen uns extreme Wetterereignisse im Hinblick auf Trockenheit und Niedrigwasser stellen können. Ein Voranschreiten des anthropogenen Klimawandels wird diese Phänomene verstärken. Daher ist eine frühzeitige Anpassung entscheidend. Mit der Frage, wie die Entwicklung der Abflussverhältnisse in der Zukunft weitergehen könnte, beschäftigt sich der NLWKN seit rund 10 Jahren im Forschungsprojekt KliBiW² (Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland).

¹ IPCC (2014): Klimaänderung 2014. Synthesebericht. Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) [Hauptautoren, R.K. Pachauri und L.A. Meyer (Hrsg.)]. IPCC, Genf, Schweiz. Deutsche Übersetzung durch Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Bonn, 2016.

² NLWKN (2019): Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland. Gesamtbericht des Projektes KliBiW zur Phase 5, Themenbereich Niedrigwasser. NLWKN Schriftenreihe Oberirdische Gewässer, in Vorbereitung.

Das Projekt KliBiW

Das Land Niedersachsen beauftragte 2008 die Regierungskommission Klimaschutz, umfassende Strategien für den Klimaschutz und die Klimaanpassung in Niedersachsen zu erarbeiten. Als Ergebnis wurde der Landesregierung u.a. eine Empfehlung für eine niedersächsische Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels³ übergeben.

Für das sektorale Handlungsfeld der Wasserwirtschaft wird dort unter dem Punkt Niedrigwassermanagement als Handlungsziel u.a. aufgeführt, dass die Vorsorgemaßnahmen gegenüber Niedrigwasserereignissen verbessert werden müssen, da diese bislang noch als unzureichend angesehen werden. Eine Verbesserung der Situation unter Berücksichtigung der möglichen Folgen des Klimawandels erschien dringend angeraten. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam bereits 2007 auch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) bei einer bundesweiten Betrachtung⁴. Die LAWA wies auch 2010 darauf hin, dass Großwetterlagen, die extreme Trockenperioden und Hitzewellen auslösen, in Südwestdeutschland bereits signifikant zugenommen haben⁵. Um dieses Defizit an notwendigen Erkenntnissen zu beseitigen, initiierte das Land Niedersachsen verschiedene Maßnahmen. Eine davon bildete das Forschungsprojekt KliBiW, bei dem der NLWKN zwischen 2008 und 2018 während verschiedener Projektphasen in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft der Leibniz Universität Hannover sowie dem Leichtweiß Institut für Wasserbau, Abteilung Hydrologie, Wasserwirtschaft und Gewässerschutz, der Technischen Universität Braunschweig die aktuellen und zukünftig möglichen Veränderungen der Abflussverhältnisse in Niedersachsen analysierte. Fachliche Unterstützung gab es zudem von Seiten der Harzwasserwerke GmbH.

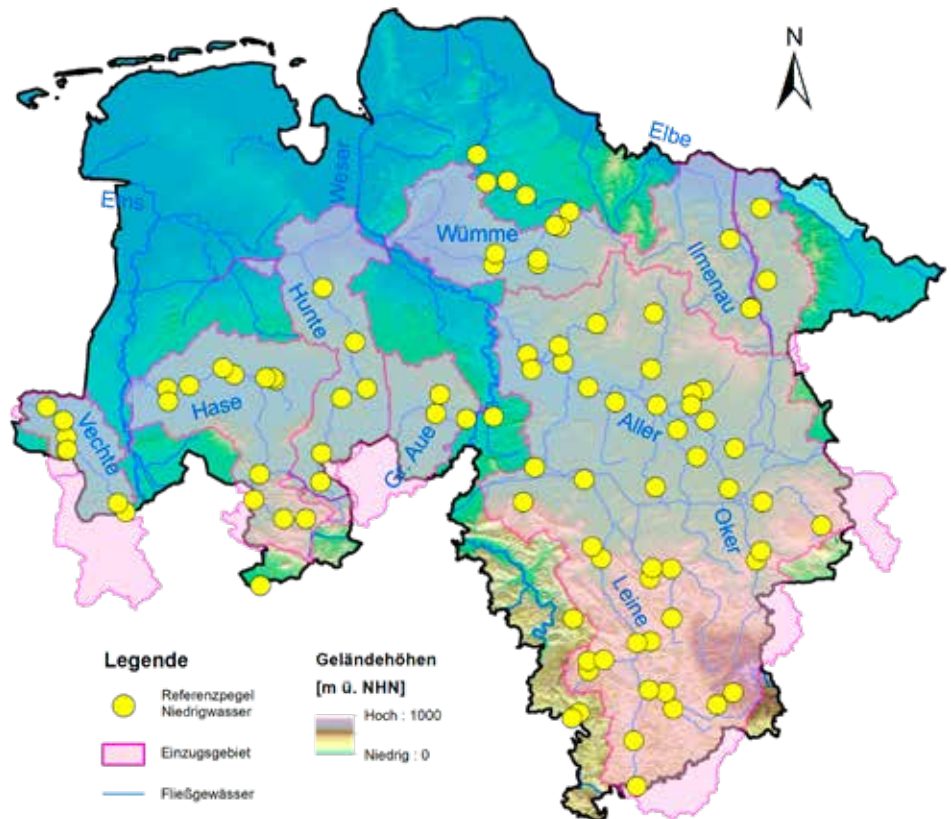


Abbildung 1: Übersicht über die Einzugsgebiete und die untersuchten Referenzpegel der in KliBiW Phase 5 betrachteten Fließgewässer in Niedersachsen

Wesentliche Zielsetzungen des Projektes im Bereich Niedrigwasser (Projektphasen 3 und 5) waren

- die umfassende statistische und modelltechnische Analyse der Niedrigwassersituation,
- die Identifikation von Schwerpunkten der wasserwirtschaftlichen Folgen des Klimawandels,
- die Zusammenstellung der Grundlagen für die Entwicklung, Bewertung und Begründung von notwendigen Handlungsoptionen

Die Untersuchung der relevanten klimatischen Verhältnisse erfolgte für die gesamte Landesfläche von Niedersachsen. Die Analyse der hydrologischen Verhältnisse konzentrierte sich im We-

sentlichen auf die insgesamt sieben Einzugsgebiete von Vechte, Hase, Hunte, Großer Aue, Wümme, Ilmenau und Aller-Leine-Oker (vgl. Abbildung 1). Als Datengrundlagen für die Betrachtung der vergangenen Verhältnisse bis zur Gegenwart dienten zum einen Beobachtungsdaten von insgesamt 165 Klimastationen und 924 Niederschlagsstationen des DWD, zum anderen gemessene Abflussdaten an insgesamt 336 Pegeln des NLWKN, der Harzwasserwerke sowie der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV). Von diesen Pegeln wurden im weiteren Verlauf 93 als Referenzpegel für die Analysen ausgewählt, da sie nur eine geringe anthropogene Beeinflussung aufwiesen und die Niedrigwasserverhältnisse modelltechnisch gut abgebildet werden konnten.

³ Regierungskommission Klimaschutz (2012): Empfehlung für eine niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (Hrsg.), Hannover.

⁴ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2007): Leitlinien für ein nachhaltiges Niedrigwassermanagement, Mainz.

⁵ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2010). Strategiepapier „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“, Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen, Dresden.

Die Einschätzung der zukünftigen Verhältnisse basierte auf zwei verschiedenen Szenarien von Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre. Zum einen handelte es sich um ein „gemäßigtes“ Szenario, welches von einem raschen Wirtschaftswachstum in der Zukunft ausgeht, einer Mitte des 21. Jahrhunderts kulminierenden und danach rückläufigen Weltbevölkerung sowie der raschen Einführung neuer und effizienter Technologien und einer global ausgewogenen Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern (Szenario SRES A1B). Dieses würde bis zum Ende des 21. Jahrhunderts in Niedersachsen zu einer Erwärmung von etwa +2,5 bis

+3,5 °C gegenüber der Durchschnittstemperatur des Zeitraumes 1971-2000 führen. Zum anderen handelte es sich um ein „weiter-wie-bisher“-Szenario, welches zukünftig von einem kontinuierlichen Anstieg der Treibhausgasemissionen durch eine wachsende Weltbevölkerung ausgeht sowie einem steigenden Verbrauch von fossilen Brennstoffen (Szenario RCP8.5). Hierbei würde die Durchschnittstemperatur in Niedersachsen um etwa +3,0 bis +4,5 °C bis zum Ende des Jahrhunderts zunehmen. Jedes Szenario wurde durch ein Ensemble von Klimamodellen repräsentiert. Nähere Informationen zu den verwendeten Szenarien bzw. Klimamodellen können

dem Abschlussbericht zur Phase 5 des Projektes entnommen werden (NLWKN, 2019).

Die Daten der Klimamodelle dienen wiederum als Eingangsgrößen für zwei sog. Impaktmodelle. Dabei handelte es sich um ein hydrologisches Wasserhaushaltsmodell (PANTA RHEI) sowie ein statistisches Prognosemodell. Beide Modelle simulierten die zukünftigen Abflussverhältnisse bis zum Ende des 21. Jahrhunderts auf Basis der beiden betrachteten Klimaszenarien bzw. der Daten der jeweiligen Klimamodell-Ensembles.

Erkenntnisse zur bisher beobachteten Situation von Klima und Niedrigwasser in Niedersachsen

Für die Analysen der klimatischen Verhältnisse in der Vergangenheit standen gemessene Stationsdaten des DWD zur Verfügung. Als Analysezeitraum wurde der Abschnitt von 1951 bis 2017 festgelegt. Damit konnten insgesamt 19 Klimastationen und 165 Niederschlagsstationen für die Auswertungen herangezogen werden. Die Einschätzung der bisher beobachteten Situation erfolgte anhand von verschiedenen Temperatur- und Niederschlags-Kenngrößen (vgl. Tabelle 1).

Die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle 2 als mittlere Veränderungen für Niedersachsen über den Zeitraum dargestellt, sowohl für das Gesamtjahr als auch für die Jahreszeiten Frühling (März, April, Mai), Sommer (Juni, Juli, August), Herbst (September, Oktober, November) und Winter (Dezember, Januar, Februar). Die Temperatur-Kenngrößen belegen, dass die Durchschnittstemperatur in Niedersachsen zwischen 1951 und 2017 um +1,7 °C zugenommen hat (vgl. Tabelle 2). Die größten Zunahmen

konnten dabei im Frühling verzeichnet werden, die geringsten im Herbst. Die maximale Dauer von Hitzewellen hat im gleichen Zeitraum über das Gesamtjahr um 3,6 Tage zugenommen, wobei sich dies vor allem im Winter und Sommer sowie im Herbst bemerkbar machte. Die Niederschlagssumme hat sich innerhalb des Jahres um 4 % erhöht, wobei der Winter die größten Zunahmen verzeichnete, im Sommer gab es dagegen leichte Abnahmen.

Tabelle 1: Ausgewählte Kenngrößen der Temperatur und des Niederschlags für die Trendanalysen

Temperatur-Kenngröße	Einheit	Beschreibung
Tav	°C	Tagesmittel-Temperatur
HWDmax	Tage	Maximale Hitzewellendauer (max. Dauer von Phasen mit stark überdurchschnittlicher Temperatur; Tmax > tagesspezifisches 90%-Quantil der Tagesmaximaltemperatur)
Niederschlags-Kenngröße		Beschreibung
Psum	mm	Summe der Niederschläge (für Tage mit Niederschlagsmenge ≥ 1 mm/d)
Pnodd	Tage	Anzahl von Trockentagen (mit Niederschlagsmenge < 1 mm/d)
Pxcdd	Tage	Maximale Anzahl aufeinanderfolgender Trockentage (mit Niederschlagsmenge < 1 mm/d)

Tabelle 2: Veränderungen ausgewählter Kenngrößen der Temperatur und des Niederschlages als Gebietsmittel für Niedersachsen zwischen 1951 und 2017

	Einheit	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Gesamtjahr
Tav	°C	+2,2	+1,6	+0,8	+1,8	+1,7
HWDmax	Tage	0,0	+2,4	+2,0	+2,6	+3,6
Psum	%	0	-4	+11	+24	+4
Pndd	%	+10	+3	0	-6	+3
Pxcdd	%	+10	0	0	-9	0

Sowohl die Anzahl der Trockentage als auch die maximale Dauer von Trockenperioden hat sich innerhalb des Jahres im Betrachtungszeitraum kaum verändert. Allerdings kam es zu leichten Abnahmen, also weniger Trockentagen, im Winter und leichten Zunahmen, also mehr Trockentagen, im Frühling. Für die Analysen der Niedrigwasser-verhältnisse in der Vergangenheit lagen Pegelraten des NLWKN, der Harz-wasserwerke und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung vor. Da die Pegelzeitreihen unterschiedliche Längen aufweisen und um möglichst flächen-deckende Aussagen zu Langzeittrends der Niedrigwasserabflüsse in Nieder-sachsen durch Einbezug vieler Pegel zu ermöglichen, wurde der Betrachtungszeitraum auf 1966 bis 2017 be-grenzt. Damit standen insgesamt 93 Pegel für die Auswertungen zur Verfü-gung. Die Einschätzung der beobachte-ten Abflussverhältnisse erfolgte für das Niedrigwasserjahr (01.04. bis 31.03.) anhand verschiedener Niedrigwasser-Kenngrößen, von denen eine Auswahl in Tabelle 3 aufgeführt ist. Die Kenn-

größen maximale Niedrigwasserdauer und maximales Abflussvolumendefizit werden zum besseren Verständnis zu-sätzlich in Abbildung 2 schematisch dar-gestellt. Im Zuge von KliBiW (NLWKN, 2019) wurden ergänzend noch weitere Kenngrößen betrachtet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Zeitreihen der Niedrig-wasserabflüsse einen auffälligen Bruch-

punkt um das Jahr 1988 aufweisen, d.h. die Daten weisen in den Zeiträumen vor bzw. nach diesem Jahr deutlich unter-schiedliche Mittelwerte auf, was u.a. auf einen sprunghaften Anstieg der Tempe-raturen zurückzuführen ist. Daher wurde neben dem Gesamtzeitraum noch ein zweiter Zeitraum von 1988 bis 2017 se-parat analysiert (vgl. Abbildung 3).

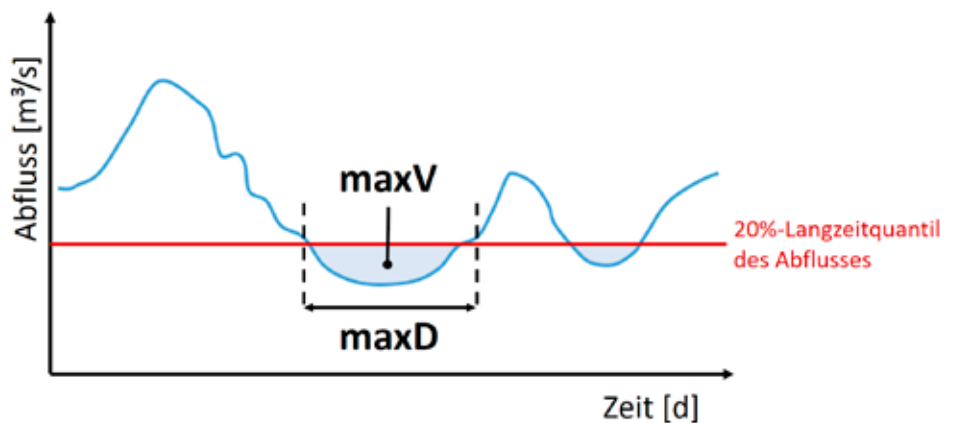


Abbildung 2: Schematische Darstellung der untersuchten Niedrigwasser-Kenngrößen

Tabelle 3: Ausgewählte Kenngrößen des Niedrigwasser-Abflusses für die Trendanalysen

Abfluss-Kenngröße	Einheit	Beschreibung
NM7Q	m³/s	Niedrigster Abfluss gemittelt über 7 aufeinanderfolgende Tage → Niedrigwasserabflussmenge
maxD₂₀	Tage	Maximale Niedrigwasserdauer (Anzahl aufeinanderfolgender Tage mit $Q < 20\%$ -Langzeitquantil des Abflusses) → max. Dauer von Niedrigwasserphasen
maxV₂₀	m³	Maximales Abflussvolumendefizit (akkumuliertes Defizitvolumen zwischen Q und dem 20% -Langzeitquantil des Abflusses) → max. Wasserdefizit während Niedrigwasserphasen

Die Ergebnisse belegen, dass sich die Niedrigwassersituation in Niedersachsen in der Vergangenheit an den meisten Pegeln kontinuierlich verschärft hat. Vor allem im östlichen bzw. südöstlichen Niedersachsen kam es seit den 1960er Jahren zu einer Abnahme des Niedrigwasserabflusses (NM7Q) sowie zu einer Zunahme der Niedrigwasserdauer (maxD20) und zu einer Zunahme des Volumendefizites (maxV20). Diese Entwicklung setzt sich etwas schwächer auch nach dem sprunghaften Anstieg der mittleren Temperaturen (um 1988) in den letzten 30 Jahren weiter fort, wobei das NM7Q hierbei regional uneinheitliche Tendenzen aufweist.



Zunehmende Temperaturen im Zuge des Klimawandels können auch zu mehr Trockenheit führen

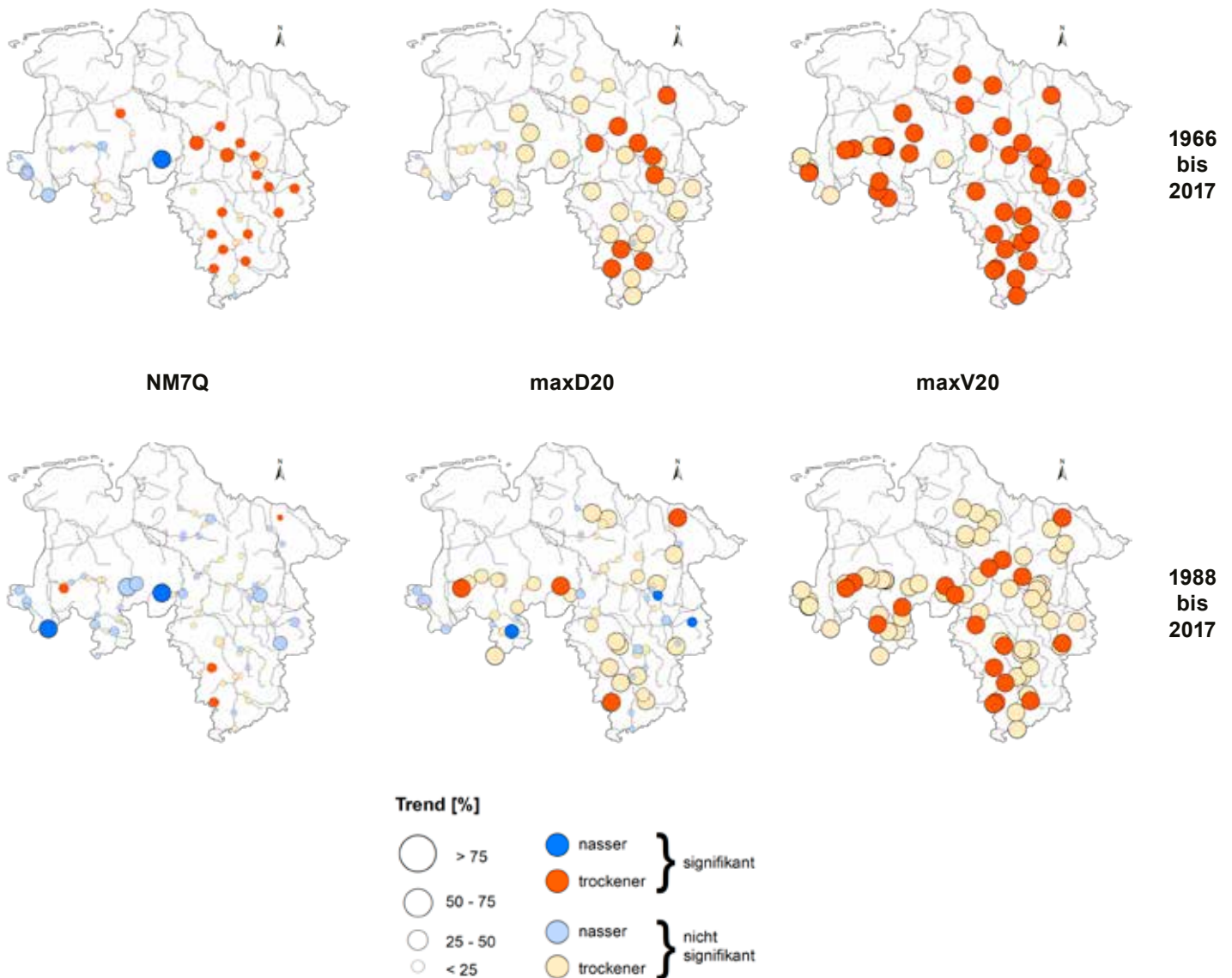


Abbildung 3: Jahrestrends von ausgewählten Niedrigwasser-Kenngrößen an den Referenzpegeln in Niedersachsen für zwei untersuchte Zeiträume

Das Trockenjahr von 2018 bildete einen weiteren Höhepunkt dieser Entwicklung. Vollständig geprüfte Datenreihen der Abflüsse an niedersächsischen Gewässern aus 2018 lagen zum Zeitpunkt dieses Berichtes leider noch nicht für alle Pegel vor. Vergleicht man jedoch einzelne Extremwerte der Wasserstände von 2018 mit den bisher beobachteten Verhältnissen seit Aufzeichnungsbeginn an ausgewählten Messstellen (vgl. Tabelle 4), so zeigt sich, dass 2018 ein Jahr mit außergewöhnlichen Niedrigwasserverhältnissen war. An einzelnen Pegeln wurden neue Rekordmarken erreicht, wobei diese aufgrund von Verlandungen, Verkrautungen oder Eintiefungen der Gewässer durch Sohlerosion nicht immer zwangsläufig auch die niedrigsten Abflüsse repräsentieren. Auch wenn an anderen Pegeln die bisherigen Rekordmarken nicht erreicht wurden, muss hierbei berücksichtigt werden, dass auch die Dauer der Niedrigwasserphase an vielen Pegeln in 2018 sehr lange angehalten hatte und entsprechend ungewöhnliche Verhältnisse darstellte.



Niedrigwasserstand am Pegel Wathlingen an der Fuhse im Trockenjahr 2018

Die aktuellen Verhältnisse in 2019 zeigen ein ähnliches Bild wie in 2018. Der letzte Winter brachte ungefähr durchschnittliche Niederschlagsmengen (im Vergleich zum langjährigen Mittel). Im Frühling lagen die Werte knapp unter dem Durchschnitt und in den Monaten Juni/Juli von 2019 fielen wie in 2018 deutlich weniger Niederschläge als sonst. Damit sind die Randbedingungen fast identisch zu denen im Vorjahr. Erste qualitative Abschätzungen der

Wasserstände in diesem Sommer zeigen, dass an vielen Pegeln bereits ähnliche Tiefstände erreicht sind wie im letzten Trockenjahr. Die weiteren Tendenzen werden vom Gewässerkundlichen Landesdienst des NLWKN aufmerksam beobachtet.

Damit setzt sich eine Entwicklung der Niedrigwassersituation fort, die in vielen Regionen Niedersachsens seit Mitte des 20. Jahrhunderts festzustellen ist.

Tabelle 4: Vergleich der Niedrigwasserverhältnisse von 2018 mit den bisher beobachteten extremsten Niedrigwasserereignissen an ausgewählten Pegeln in Niedersachsen

Gewässer	Pegel	Einzugsgebiet [km ²]	Extremer Niedrigwasserstand 2018 ¹⁾ [cm]	Extremer Niedrigwasserstand vor 2018 [cm]
Hase	Bunnen	1.778	-10	7
Hunte	Huntlosen II	1.714	284	288
Innerste	Groß Giesen	1.005	125	124
Leine	Göttingen	633	34	30
Leine	Poppenburg	3.463	68	76
Schunter	Harxbüttel	592	58	51

1) vorläufige Werte; Wasserstand bezogen auf den Pegelnullpunkt

Erkenntnisse zur zukünftigen Niedrigwassersituation in Niedersachsen

Die Einschätzung der zukünftigen Niedrigwasserverhältnisse in Niedersachsen erfolgte auf Basis von zwei möglichen Szenarien von zukünftigen Treibhausgaskonzentrationen, einem gemäßigten Szenario sowie einem „weiter-wie-bisher“-Szenario. Die daraus hervorgegangenen Klimamodell-daten dienten als Eingangsdaten für zwei Impaktmodelle. Hierbei handelt es sich zum einen um das deterministische hydrologische Modell PANTA RHEI, zum anderen um ein statistisches Prognosemodell, welches Niedrigwasser-Kenngrößen auf Basis von vorhergegangenen Trockenwetterindizes sowie von physiographischen Einflussfaktoren mit Hilfe multipler linearer Regression abschätzt. Abbildung 4 zeigt die resultierenden Änderungssignale als Gesamtbild aus beiden Impaktmodellen anhand von drei verschiedenen Niedrigwasser-Kenngrößen. Diese wurden zunächst

jeweils als 30-Jahres-Mittel über drei verschiedene Zeiträume berechnet: den Referenzzeitraum (1971-2000), die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100). Anschließend wurde die prozentuale Veränderung dieser 30-Jahres-Mittel der Kenngrößen für die beiden Zukunftszeiträume gegenüber dem Referenzzeitraum ermittelt.

Die dargestellten Änderungswerte repräsentieren jeweils den Median aus den Simulationen mit den Ensemble-Daten von insgesamt 14 (RCP8.5) bzw. 6 (SRES A1B) Klimamodellen. Es ist zu erkennen, dass der Niedrigwasserabfluss (NM7Q) unter beiden Szenarien in der nahen Zukunft an den meisten Pegeln im Mittel geringfügig ansteigt, d.h. dass sich die Niedrigwassersituation zunächst leicht entspannt. In der fernen Zukunft kommt es unter dem gemäßigten Szenario zu einer fast landesweiten

Abnahme der Abflussmengen – also einer Verschärfung der Niedrigwasserverhältnisse, während unter dem „weiter-wie-bisher“-Szenario die Niedrigwasserabflüsse, vor allem im Nordosten, tendenziell zunehmen.

Die maximale Dauer von Niedrigwasserphasen (maxD20) zeigt in der nahen Zukunft im östlichen Niedersachsen unter beiden Szenarien relativ uneinheitliche Entwicklungstendenzen (d.h. Zunahmen wie Abnahmen), während sie in der westlichen Landeshälfte eher abnimmt, d.h. auch hier entspannt sich die Niedrigwassersituation zunächst leicht. In der fernen Zukunft nimmt die maximale Dauer von Niedrigwasserereignissen dagegen unter beiden Szenarien deutlich zu. Beim gemäßigten Szenario gilt dies landesweit, beim „weiter-wie-bisher“-Szenario vor allem für das (süd-)östliche Niedersachsen.

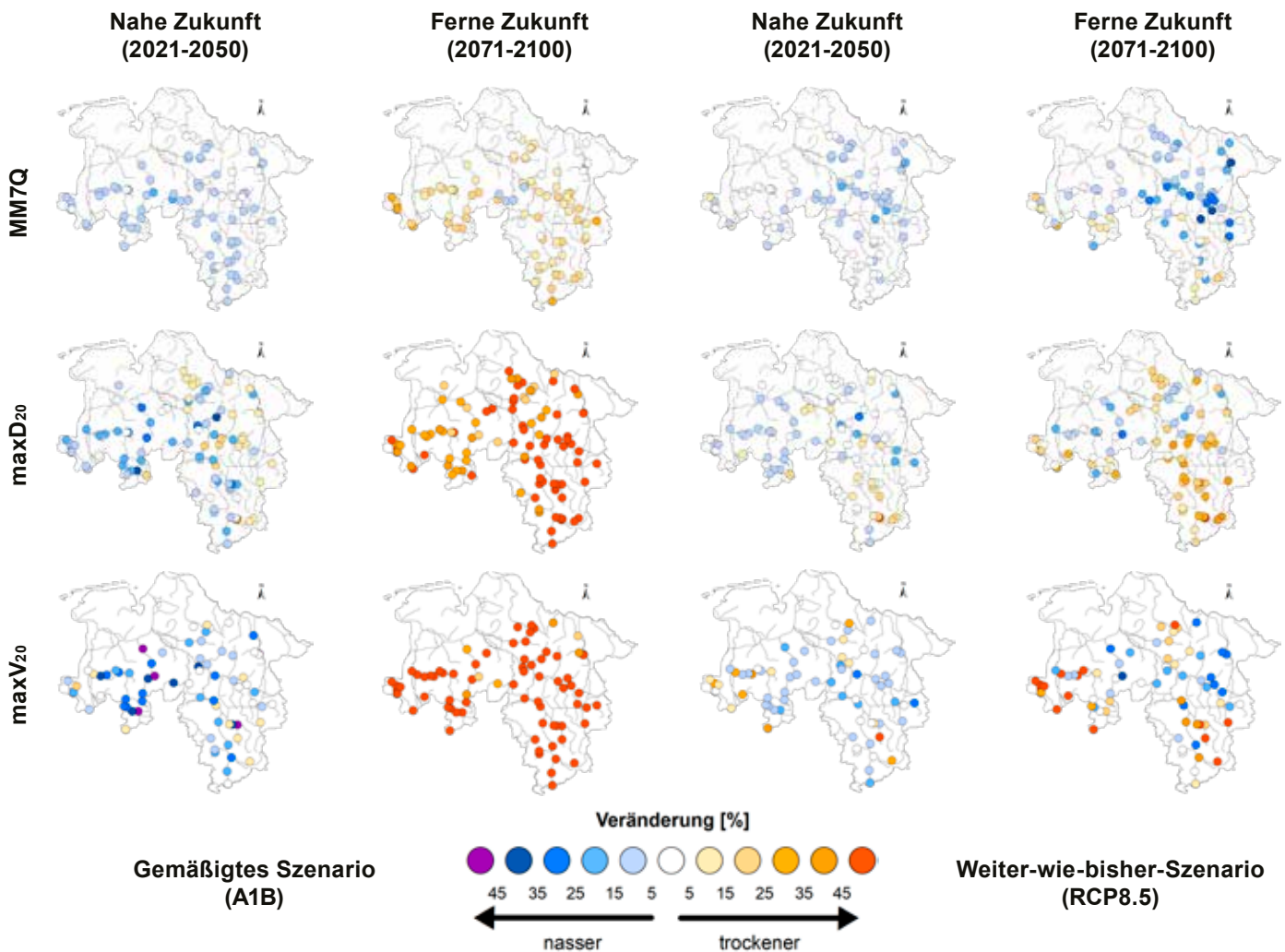


Abbildung 4: Mittlere Veränderung verschiedener Niedrigwasser-Kenngrößen gegenüber dem Referenzzeitraum (1971-2000) aus der Modellierung der betrachteten Klimaszenarien mit zwei Impaktmodellen für beide untersuchten Szenarien

Das maximale Defizit an Wasservolumen bei Niedrigwasser (maxV20) ergibt sich praktisch aus der Kombination der Dauer von Niedrigwasserphasen mit dem entsprechenden Abfluss während dieser Zeit. In der nahen Zukunft sind die Entwicklungstendenzen eher uneinheitlich bzw. es kommt zu einer leichten Entspannung, während es in der fernen Zukunft zu deutlichen Zunahmen der Defizite kommt, wobei diese unter dem „weiter-wie-bisher“-Szenario nur regional auftreten, unter dem gemäßigten Szenario wiederum landesweit.

Die zukünftig zu erwartenden Veränderungen der Niedrigwasserverhältnisse im Zuge des Klimawandels können damit, auf Basis der beiden betrachteten Klimaszenarien, wie folgt festgehalten werden:

- bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts findet unter beiden Szenarien eine leichte Entspannung der Niedrigwassersituation in den meisten Regionen von Niedersachsen im Vergleich zum Referenzzeitraum (1971-2000) statt
- in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts kommt es zu einer deutlichen Verschärfung der Niedrigwasserverhältnisse, welche sich unter dem gemäßigten Szenario (A1B) landesweit und unter dem „weiter-wie-bisher“-Szenario regional (vor allem im südlichen Niedersachsen) bemerkbar macht

Es wird an dieser Stelle auf einige Aspekte hingewiesen, die das Verständnis der gezeigten Ergebnisse verbessern bzw. die Unterschiede der beiden Szenarien (und der zugrunde liegenden Modell-Ensembles) nachvollziehbarer machen sollen.

Die Ergebnisse von Klimaprojektionen basieren heutzutage auf der Kombination von globalen und regionalen Klimamodellen. Globale Klimamodelle simulieren das Klimageschehen mit entsprechenden Rückkopplungsprozessen zunächst in einer räumlich groben Auflösung zwischen Landmassen, Ozeanen und Atmosphäre. Um kleinräumigere Prozesse besser darstellen zu können, erfolgt anschließend ein sog. Downscaling dieser Daten.

Dabei kommen zwei verschiedene Verfahren zum Einsatz, das dynamische und das statistische Downscaling. Je nach Kombination von antreibendem Globalmodell und anschließendem Downscaling ergeben sich für ein Klimaszenario mehr oder weniger unterschiedliche Entwicklungen. Zwischen den Modellgenerationen des gemäßigten Szenarios (A1B) und des „weiter-wie-bisher“-Szenarios (RCP8.5) liegen mehrere Jahre. In dieser Zeit hat sich das Wissen über die komplexen Prozesse und Wechselwirkungen im Klimasystem verbessert und die Klimamodelle wurden entsprechend weiterentwickelt. Gleichzeitig wurde auch die räumliche Auflösung der Modelle erhöht, was u.a. zu einer besseren Berücksichtigung topographischer Einflüsse auf die simulierten Prozesse im Klimasystem (z.B. Niederschläge) geführt hat.

Das in KliBiW verwendete maßgebliche Modell-Ensemble bei dem „weiter-wie-bisher“-Szenario besteht aus einer Vielzahl von (aktuellen) Modellkombinationen (mit unterschiedlichen antreibenden Globalmodellen). Das gemäßigte Szenario setzt sich in KliBiW dagegen aus wenigen (älteren) Modellkombinationen zusammen, welche von lediglich einem einzigen Globalmodell angetrieben werden. Allerdings umfasst das Ensemble des gemäßigten Szenarios neben Projektionen auf Basis von dynamischen Downscaling-Verfahren auch solche auf Basis von statistischen Verfahren, die tendenziell zukünftig trockenere Verhältnisse projizieren. Diese Verfahren fanden in KliBiW beim „weiter-wie-bisher“-Szenario keine Berücksichtigung. Damit stellen beide Ensembles lediglich einen Teilbereich der möglichen zukünftigen Entwicklungen dar.



Die Auswirkungen des Klimawandels werden immer häufiger deutlich sichtbar; hier trockengefallener Zulauf der Esterau im Trockenjahr 2018

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Für eine zusammenfassende Einschätzung der vorgestellten Ergebnisse werden anhand der ausgewählten Niedrigwasser-Kenngrößen die Aussagen zu den Trends in der Vergangenheit den zukünftigen Änderungssignalen auf Basis der beiden betrachteten Klimaszenarien qualitativ gegenübergestellt.

Für diesen Vergleich der Entwicklungen in Vergangenheit und Zukunft wurde auf eine regionale Untergliederung zurückgegriffen, die aus der Klimawirkungsstudie für Niedersachsen⁶ stammt. Diese unterteilt Niedersachsen in fünf Regionen, die hinsichtlich ihrer topographischen Gegebenheiten sowie den klimatischen Bedingungen in der Vergangenheit jeweils verhältnismäßig homogene Verhältnisse aufweisen (vgl. Abbildung 5). Grundlage hierfür bilden die naturräumlichen Einheiten Niedersachsens sowie die Klimastationsregionen des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG). In jeder Region wurden die zeitlichen Entwicklungen der Kenngrößen an den zugehörigen Pegeln auf ein qualitatives Maß aggregiert. Da im Bereich der Regionen Küste bzw. Harz kein bzw. nur ein einziger Referenzpegel verfügbar war, wurden diese beiden Regionen von den weiteren Betrachtungen ausgenommen.

Die Zusammenfassung in Abbildung 6 zeigt, dass die Trends in der Vergangenheit eine flächenhafte und zumeist deutliche Verschärfung der Niedrigwasserverhältnisse in den letzten rund 50 Jahren belegen. Unter der Annahme eines gemäßigten Szenarios würden sich diese Entwicklungen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts in Bezug auf alle betrachteten Kenngrößen in allen Regionen weiter fortsetzen. Sollte dagegen das „weiter-wie-bisher“-Szenario zukünftig Realität werden, ergäben sich bis zum Ende des Jahrhunderts regional heterogene Entwicklungen. Während die Abflussmengen bei Niedrigwasser in den nördlichen Landesteilen tendenziell eher ansteigen und in den südlichen eher absinken, würde die maximale Dauer von Niedrigwasserphasen in vielen Regionen weiter zunehmen. Die Entwicklung des maximalen Defizites an Wasservolumen wäre hingegen räumlich sehr heterogen.

Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei der Zusammenfassung nicht um kleinräumige, lokale Bewertungen für einzelne Gewässer handelt, sondern um großräumige Einschätzungen, die mittlere Tendenzen für eine Region aufzeigen. Diese Einschätzungen basieren auf zwei verschiedenen Klimaszenarien. Die für jedes Szenario benutzten Klimamodelldaten umfassen dabei lediglich einen Teil der aktuell verfügbaren Daten zu den möglichen zukünftigen Entwicklungen in Niedersachsen.

Die dargestellte regionale Verschärfung der Niedrigwasserverhältnisse hätte zur Folge, dass wir es zukünftig mit hydrologischen Verhältnissen zu tun haben könnten, die bisher noch nicht beobachtet wurden. Dies hätte wiederum verstärkt Auswirkungen auf verschiedene wasserwirtschaftliche Handlungsfelder. In diesem Zusammenhang zu nennen ist vor allem die biologische Vielfalt. Extreme Niedrigwasser bedeuten u.a. eine erhöhte Stressbelastung von Organismen im und am Gewässer, z.B. durch höhere Wassertemperaturen und geringere Sauerstoffkonzentrationen.

Die Industrie würde beeinträchtigt werden z.B. durch deutlichere Einschränkungen bei der Entnahme von Brauch-

wasser- und Kühlwasser während Niedrigwasserphasen. Die Bewirtschaftung von Multifunktionsspeichern bzw. Talsperren würde erheblich erschwert werden. Bereits heute bestehende Nutzungskonflikte zwischen den Aufgaben des Hochwasserschutzes, der Niedrigwasseraufhöhung, der Trinkwasserversorgung oder der Energiegewinnung würden sich verschärfen. Auch der Schiffsverkehr und der damit verbundene Güter- und Personentransport auf den Wasserstraßen würde bei extremen Niedrigwasserverhältnissen mehr Einschränkungen in Kauf nehmen müssen. Und nicht zuletzt die menschliche Gesundheit könnte schlimmstenfalls stärker gefährdet sein, wenn es um die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung während extremer Trockenphasen geht.



Die Bewirtschaftungsstrategien von Talsperren müssen sich an die Folgen des Klimawandels anpassen; hier die Okertalsperre bei Niedrigwasser 2018

⁶ Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2019): Klimawirkungsstudie für Niedersachsen, Hannover.

Ausblick

Das Thema Niedrigwasser ist in den letzten Jahren mehr und mehr in den Fokus der Wasserwirtschaft und der öffentlichen Aufmerksamkeit gerückt, nicht zuletzt durch das Trockenjahr 2018 und die wiederholt trockenen Verhältnisse in 2019. Die Projektergebnisse aus KliBiW bieten daher eine wichtige Grundlage zur Entwicklung von neuen Niedrigwasser-Managementstrategien, die zur Anpassung an zukünftige Herausforderungen erforderlich sind. Sinnvolle Handlungsoptionen sind etwa die Einrichtung einer Niedrigwasservorhersage und der Aufbau eines gezielten Niedrigwasser-Monitorings zur Verbesserung der Datenbasis. Weiterhin können die gewonnenen Erkenntnisse als Grundlage zur Berücksichtigung des Klimawandels in der Wasserrahmenrichtlinie und bei wasserwirtschaftlichen Planungen dienen. Es darf jedoch nicht allein die quantitative Untersuchung der Abflüsse im Fokus stehen. Auch die daraus entstehenden Konsequenzen für Gewässergüte und -ökologie müssen analysiert und bewertet werden. Daher wird sich der Gewässerkundliche Landesdienst des NLWKN auch zukünftig kontinuierlich mit dem Themenkomplex des Klimawandels und seiner Folgen für die Wasserwirtschaft in Niedersachsen beschäftigen.

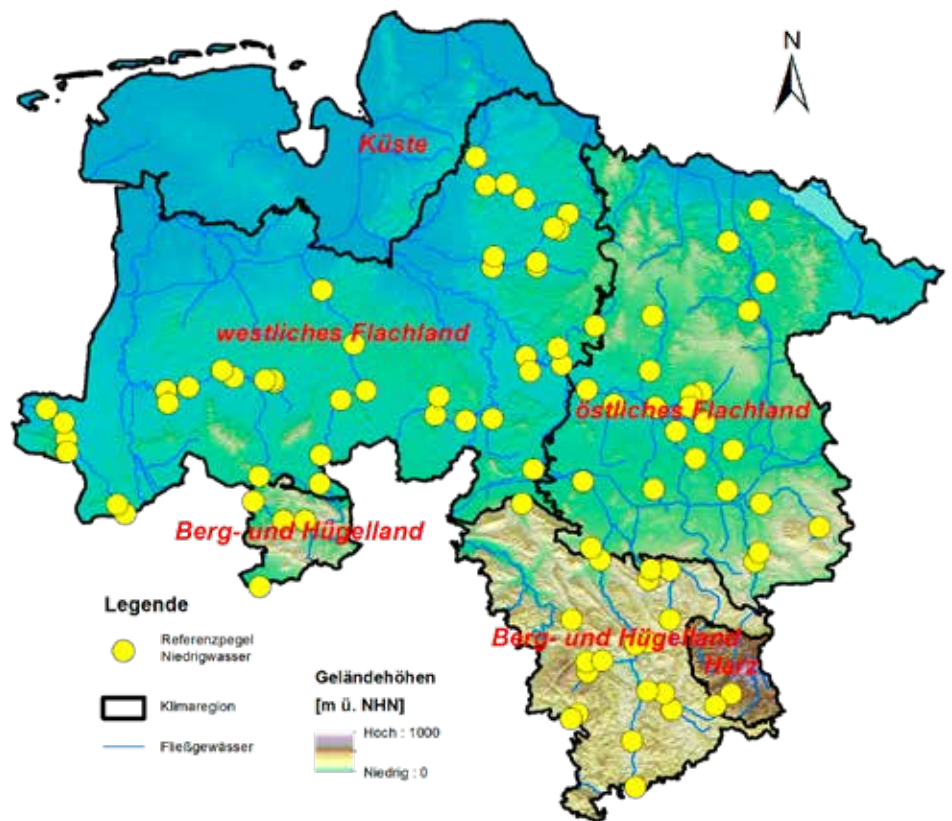


Abbildung 5: Übersicht über die fünf Klimaregionen in Niedersachsen

Vergangenheit (1966-2017)	Westliches Flachland		Östliches Flachland		Berg- und Hügelland	
Niedrigwasserabfluss	→		↘		↘	
Max. Dauer Niedrigwasser	↗		↗		↗	
Max. Defizit an Wasservolumen	↗		↗		↗	
Ferne Zukunft	A1B	RCP8.5	A1B	RCP8.5	A1B	RCP8.5
Niedrigwasserabfluss	↘	↗	↘	↗	↘	→
Max. Dauer Niedrigwasser	↗	→	↗	↗	↗	↗
Max. Defizit an Wasservolumen	↗	→	↗	↘	↗	→
↘ Abnahme ↗ Zunahme → uneinheitlich ↘ trockener ↗ nasser → uneinheitlich						

Abbildung 6: Mittlere Entwicklungstendenzen der betrachteten Niedrigwasser-Kenngrößen in den unterschiedlichen Regionen Niedersachsens laut beobachteten Messdaten aus der Vergangenheit und aus den Simulationen der Klimaszenarien mit Hilfe von zwei Impaktmodellen für die Zukunft (2071-2100 gegenüber 1971-2000).

Neue Veröffentlichungen

Globaler Klimawandel – Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland (Niedrigwasser)

Im April 2019 wurde der Abschlussbericht für das Projekt KliBiW zum Themenbereich Niedrigwasser fertiggestellt. Er beschreibt und visualisiert die aktuellen Erkenntnisse zum Klimawandel und seinen Folgen für die Abflussverhältnisse in Niedersachsen. In Zusammenarbeit mit Partnern aus der Wissenschaft betrachtet der NLWKN anhand verschiedener Klimaszenarien und mit Hilfe von Impaktmodellen die möglichen Veränderungen der Niedrigwasserverhältnisse an insgesamt sieben Flusseinzugsgebieten, die die Risikogewässer entsprechend der Hochwasserrisiko-management-Richtlinie umfassen. Aus dem Projekt heraus werden Schlussfolgerungen und erste Empfehlungen für die zukünftige Berücksichtigung des Klimawandels in der wasserwirtschaftlichen Praxis abgeleitet.



Klimawirkungsstudie Niedersachsen

Im Rahmen der Klimawirkungsstudie Niedersachsen wurde die im Zuge der Niedersächsischen Anpassungsstrategie durchgeführte Analyse von Klimafolgen methodisch weiterentwickelt und regional differenziert. Für ganz Niedersachsen wurden die zu erwartenden Klimawirkungen in den Handlungsfeldern Oberflächengewässer, Grundwasser und Boden detailliert und systematisch untersucht und dargestellt. Die Ergebnisse wurden auf fünf topographisch-klimatologische Regionen aggregiert, um darüber hinaus fachlich begründete „Wirkungs-Hotspots“ zu identifizieren. Damit stellt diese Studie einen wichtigen Beitrag zur Niedersächsischen Anpassungsstrategie dar.



Impressum

Herausgeber:

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Redaktion:

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
GB III Gewässerbewirtschaftung und
Flussgebietsmanagement
Andreas Persy
Andreas.Persy@nlwkn-ig.niedersachsen.de

Gestaltung:

Svea Hinrichs, NLWKN Direktion,
Pressestelle

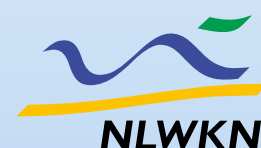
Fotos, Abbildungen, Tabellen:

NLWKN

© NLWKN, August 2019

Die Berichte können auf den Internetseiten des NLWKN heruntergeladen oder über den Webshop bestellt werden:

www.nlwkn.niedersachsen.de > Service > Veröffentlichungen/Webshop



www.nlwkn.niedersachsen.de