

# Geofakten 46.1

■ Klima

## Potenzieller mittlerer Zusatzwasserbedarf im Klimawandel

Bug, J. & Harders, D.

März 2024

*Die Geofakten 46 sind als aktualisierbares Sammelwerk konzipiert. Es setzt sich zusammen aus dem Grundlagenteil Geofakt 46, der im Überblick die Auswirkungen des Klimawandels auf die Böden in Niedersachsen beschreibt und Zusammenhänge zwischen den Böden und dem Klima aufzeigt sowie aus weiteren Teilen der Reihe Geofakten 46.x, „... im Klimawandel“, die fortlaufend erarbeitet werden.*

Klimawandel, Bewässerung, Zusatzwasserbedarf.

### 1. Einleitung

Niedersachsen ist eine der bedeutendsten Agrarreregionen in Deutschland und trägt maßgeblich zur landwirtschaftlichen Produktion des Landes bei. Die Bewässerung von Ackerland und Kulturen ist in Teilen des Bundeslandes seit Jahrzehnten ein wesentlicher Bestandteil der landwirtschaftlichen Praxis. Mit der Bewässerung der Flächen soll den Auswirkungen von Hitze- und Dürreereignissen vorgebeugt werden, denn diese haben einen großen Einfluss auf die landwirtschaftlichen Erträge, die Qualität des Erntegutes sowie auf das Angebot und folglich auch auf die Preise von landwirtschaftlichen Produkten.

Besonders hervorzuheben ist das Dürrejahr 2018, welches erhebliche Auswirkungen auf die Landwirtschaft in Niedersachsen wie auch auf die Landwirtschaft in vielen anderen Teilen Europas hatte. Diese Dürreperiode war eine der schwersten in der Region seit Jahrzehnten und führte zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten und Herausforderungen für die Landwirtinnen und Landwirte in Form von dramatischen Ernteausfällen und geringerer Qualität vieler landwirtschaftlicher Produkte. Folge der Trockenheit war auch eine starke Verknappung von Futtermitteln für Nutztiere, was die Kosten für Viehzüchterinnen und Viehzüchter in die Höhe trieb und die Versorgung mit regionalen tierischen Produkten beeinträchtigte. Der Bund und das Land Niedersachsen initiierten Hilfsprogramme, um landwirtschaftliche Unternehmen zu unterstützen, die durch die Dürre in existenzielle Not geraten sind. Nach dem Sommer 2018 wurde festgestellt, dass die Dürre ein extrem seltenes Ereignis war. Die folgenden Jahre 2019, 2021 und 2022 waren aber ähnlich trocken.

Die Jahre 2018, 2019, 2021 und 2022 lieferten einen Eindruck, wie es im fortschreitenden Klimawandel in Niedersachsen in vielen Sommern aussehen könnte. Die Zunahme der Temperatur wird sich auch in Zukunft weiter fortsetzen (ENGEL et al. 2024). Gleichzeitig kann sich die saisonale Verlagerung der Niederschläge vom Frühjahr/Sommer in den Herbst/Winter weiter verstärken. Besonders in der Vegetationsperiode führen beide Phänomene in Niedersachsen zu erhöhter Trockenheit. Dies ist in Abhängigkeit vom Zukunftsszenario – also der Entwicklung der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre und des entsprechenden Temperaturanstiegs – unterschiedlich stark ausgeprägt. Die Klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (KWBv), welche ein vereinfachtes Maß für die Wasserverfügbarkeit in der für die Pflanzen besonders wichtigen Wachstumsphase darstellt, zeigte bereits für den Zeitraum 1961–2022 eine deutlich abnehmende Tendenz. Die KWBv nimmt ab, was trockenere Verhältnisse anzeigt. Vor allem seit 2011 liegen viele Jahre unter dem Durchschnitt von 1961–1990 (-88 mm). In der „Fernen Zukunft“ (2071–2100) unter dem „Kein-Klimaschutz“-Szenario (RCP8.5) kann es deutlich trockener werden als 1991–2020: Hier wird die Klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (KWBv) im Mittel mit -157 mm (-255 mm bis -80 mm) projiziert. Zudem können Niederschläge in Zukunft weniger regelmäßig und zum Teil, wie z. B. im Winter 2023/24, auch als Starkregen, der zu Oberflächenabfluss führt, auftreten. Für die Pflanzen steht im Mittel weniger Wasser zum Wachstum zur Verfügung. Dies betrifft naturnahe Biotope genauso wie forst- und landwirtschaftlich genutzte Flächen. In Abhängigkeit von den Standortfaktoren Grundwasser und Bodenwasserspeicher kann die zunehmende Trockenheit teilweise

oder ganz kompensiert werden. Mit zunehmender Veränderung der Landnutzung können jedoch auch diese Potenziale gestört werden.

Auf landwirtschaftlichen Flächen kann Wassermangel durch die Gabe von Zusatzwasser über die Feldberegnung vermindert werden. Ziel dabei ist es, die Erträge und die Qualität der Produkte zu sichern. Eine Bewässerung sollte dazu genutzt werden, dass der Bodenwassergehalt nicht unter 40 % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) sinkt (RENGER & STREBEL 1982). Ob eine solche Bewässerung wirtschaftlich sinnvoll ist, also die Fläche bewässerungswürdig ist, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht diskutiert werden. Viele Faktoren spielen dabei eine Rolle (Ertrag, Anbaukultur, technische Infrastruktur, Kosten für die Wassergewinnung) und sollten auf betrieblicher Ebene Betrachtung finden.

Die Trockensituation vergangener Jahre, aber auch die Ergebnisse von Klimaprojektionen machen deutlich, dass Klimaanpassung in allen Sektoren, besonders aber in Landwirtschaft und Gartenbau essenziell ist. Bewässerung stellt dabei eine mögliche Anpassung an den Klimawandel dar. Sie darf jedoch nicht als alleinige Lösung betrachtet werden. Denn der verstärkte Einsatz von Bewässerung bedeutet eine höhere Entnahme von Wasser aus Oberflächengewässern und dem Grundwasser. So beliefen sich die Grundwasserentnahmen für landwirtschaftliche Zwecke z. B. im Landkreis Lüchow-Dannenberg in den Jahren 2018–2022 auf etwa 81 % der Gesamtentnahmen aus dem Grundwasser. Im Jahr 2022 betrug der Anteil der landwirtschaftlichen Entnahmen 85,2 %, lediglich 13 % des geförderten Grundwassers wurden für Trinkwasserzwecke und 2 % für Industrie, Gewerbe und sonstige Zwecke genutzt. Diese Zahlen verdeutlichen die dominante Rolle der Landwirtschaft bei der Nutzung des Grundwassers im Landkreis Lüchow-Dannenberg und unterstreichen die Notwendigkeit einer umfassenden und nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung, um eine ausgewogene Verteilung und langfristige Verfügbarkeit sicherzustellen sowie Konkurrenzsituationen um die begehrte und begrenzte Ressource Wasser zu vermeiden (LK LÜCHOW-DANNENBERG). Konkrete Zahlen zu Bedarfen unterschiedlicher Nutzergruppen für das gesamte Bundesland können dem Wasserversorgungskonzept des Landes Niedersachsen entnommen werden (MU 2022).

Um regionale und niedersachsenweite Bedarfe heute und in Zukunft abzuschätzen, werden im Folgenden Ergebnisse von Wirkmodellen für die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft dargestellt.

## 2. Methodik zur Bestimmung des potenziellen mittleren Zusatzwasserbedarfs (mZWpot)

Der potenzielle mittlere Zusatzwasserbedarf (mZWpot) beschreibt die Wassermenge, die im Mittel innerhalb der Vegetationsperiode (April–September) zusätzlich zum natürlichen Wasserangebot auf den Boden ausgebracht werden muss, um einen Bodenwassergehalt von mindestens 40 % der nFK permanent aufrechtzuerhalten. Ziel dabei ist es, eine gute Wasserversorgung für die Kulturpflanzen zu gewährleisten und damit Zeiträume mit Trockenstress zu vermeiden. Berechnet wird der mZWpot als Mittelwert der potenziellen fruchtspezifischen Zusatzwasserbedarfe (fZWpot) der Fruchtarten Winterweizen, Wintergerste, Wintergerste mit Zwischenfrucht, Sommergerste, Mais, Zuckerrüben und Kartoffeln (BUG et al. 2020). Für einzelne Kulturen kann der fZWpot deutlich höher (Kartoffeln) oder auch deutlich geringer (Mais) sein als der mZWpot.

Die Methode mZWpot (ehemals mBm; BUG et al 2020, VKR6.8.7) wurde von RENGER & STREBEL (1982) entwickelt und wird seitdem zur Beratung verwendet (MÜLLER et al. 2012). Sie basiert auf Messungen und Modellierungen des Bodenwasserhaushaltes. Ziel der Methode ist es, Aussagen für Planung und Politik zu erhalten. Angewendet wurde die Methode z. B. im Rahmen der Erstellung des Wasserversorgungskonzeptes Niedersachsen (MU 2022) und auch zur regionalen Beratung von Akteurinnen und Akteure (SCHULZ & SCHARUN 2023). Eine Abwandlung der Methode erschien 2019 im DWA-Merkblatt M 590 (DWA 2019). Diese Veröffentlichung wird häufig als Grundlage für die Zusatzwasserbedarfsabschätzung in Wasserrechtsverfahren zur Feldberegnung verwendet.

Die Methode schätzt den mZWpot in mm pro Vegetationsperiode [mm/v] mit Hilfe von einfachen Kreuztabellen ab. Die Eingangsgrößen (Details in Kap. 4) sind die berechnungswirksame Klimatische Wasserbilanz (KWBb) für Normaljahre bzw. Trockenjahre sowie das berechnungswirksame pflanzenverfügbare Wasser (Wpflb). Wpflb ist die Summe aus der nutzbaren Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe) und – bei Standorten mit Anschluss an das Grundwasser – dem berechnungswirksamen kapillaren Aufstieg (KAb). Je größer Wpflb am Standort ist, desto geringer fällt das benötigte Zusatzwasser aus (Abb. 1).

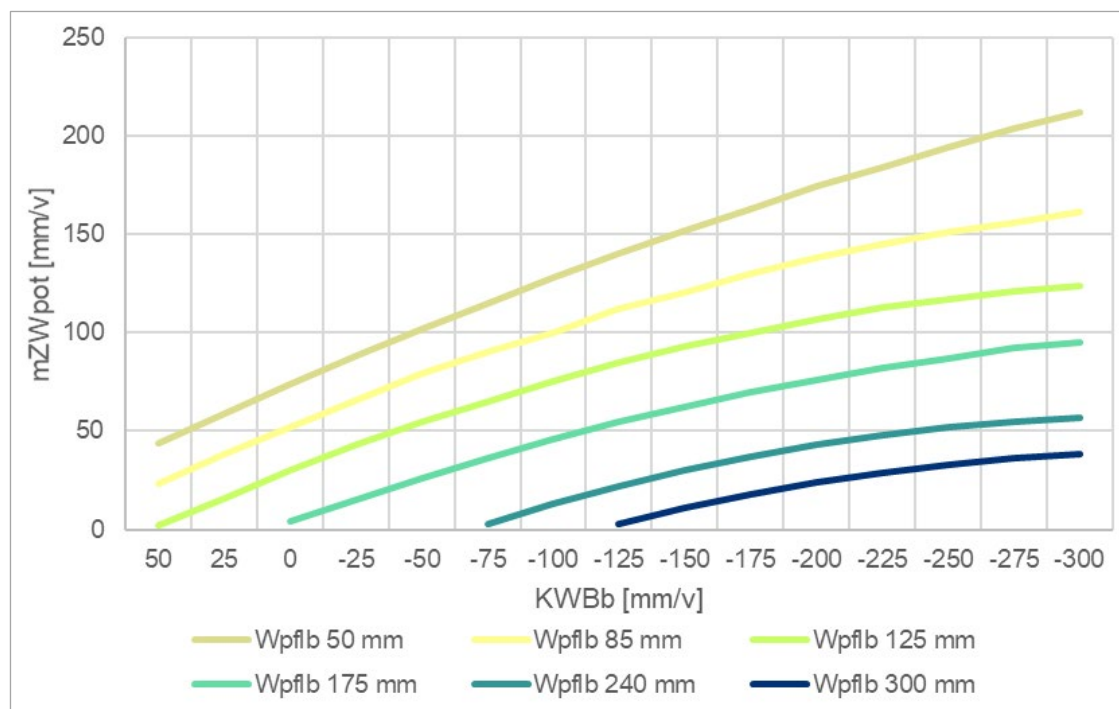


Abbildung 1: Mittlerer potenzieller Zusatzwasserbedarf (mZWpot) für Normaljahre in Abhängigkeit von den Kennwerten Wpflb und KWbB.

Der Wert für Normaljahre repräsentiert die Zusatzwassermenge, die bei einem mittleren Jahr (Median) innerhalb einer 30jährigen Periode benötigt wird. Damit kann die Versorgung der Kulturpflanzen in der Hälfte der Jahre (50 %) sichergestellt werden. Die Methode mZWpot kann auch für sogenannte mittlere Trockenjahre angewendet werden. Diese entsprechen dem 80ten Perzentil einer 30jährigen Messreihe.

Die Anwendung der Methode hat gewisse Einschränkungen. So ist die Menge an Wasser, die ein Boden aufnehmen und halten kann, von seiner Wasserspeicherfähigkeit abhängig und kann kleinräumig deutlich variieren. Die Methode mZWpot ist mit mittleren langjährigen Klimadaten (Beobachtung oder Projektion) verwendbar, aber nicht für Einzeljahre einsetzbar. Da Trockenphasen in Abhängigkeit von der Witterung zu unterschiedlichen Zeitpunkten in der Vegetationsperiode auftreten, ist der tatsächlich eintretende Zusatzwasserbedarf in einem Einzeljahr variabel, selbst wenn der Kennwert KWbB gleich ausfällt. Um eine genaue Zusatzwassermenge in einem Jahr für eine bestimmte Kulturart an einem bestimmten Standort bestimmen zu können, sollte ein Bodenwasserhaushaltsmodell mit täglichen Klimadaten, wie zum Beispiel BOWAB (ENGEL et al. 2012), genutzt werden.

### 3. Datengrundlagen zur Bestimmung der mittleren potenziellen Zusatzwassermenge in Niedersachsen

Zur Anwendung der Methode werden als Eingangsparameter Klimadaten und Bodendaten benötigt. Wie bereits beschrieben, können sowohl Klimabeobachtungs- als auch Klimaprojektionsdaten verwendet werden. Für die in dieser Publikation beschriebenen Ergebnisse wurden Klimadaten des DWD sowie die Bodenkarte von Niedersachsen im Maßstab 1 : 50.000 (BK50) genutzt.

Dabei wurden nur die Flächen bewertet, die gemäß BK50 als landwirtschaftlich gelten. Im Harz weist die BK50 keine nennenswerten bzw. wenige Ackerflächen auf. Aus diesem Grund wird die Bodenregion „Mittelgebirge (Harz)“ nicht einzeln dargestellt.

Die Ergebnisse von mZWpot für die Beobachtungszeiträume basieren auf Daten des DWD. Die vom DWD bereitgestellten Niederschlagsdaten umfassen das Produkt REGNIE, welches vom DWD einer Niederschlagskorrektur unterzogen wurde (RAUTHE et al. 2013, DWD 2020). Die Verdunstung wurde dem LBEG 2021 vom ZAMF (DWD) in einer unveröffentlichten Vorab-Version bereitgestellt und basiert auf der FAO-Grasreferenzverdunstung. Inzwischen wurde das REGNIE-Produkt vom HYRAS-Datensatz abgelöst, und eine überarbeitete Version der Verdunstung wurde auf dem CDC des DWD veröffentlicht. Diese fand bisher keine Anwendung

in den Wirkmodellen. Die klimatischen Veränderungen, die hier bzw. in ENGEL et al. (2024) beschrieben werden, basieren hingegen auf ebendieser. Die Tendenz beider Datengrundlagen ist ähnlich, wenngleich sie sich in ihrer Höhe unterscheiden.

Die verwendeten Projektionsdaten basieren auf den Daten des Niedersächsischen Ensembles AR5-NI v2.1 (HAJATI et al. 2022). In diesem Geofakt finden sich Informationen zum Zusatzwasserbedarf in der Zukunft bzw. seinen Veränderungen. Dafür werden für alle Member des Ensembles die Zusatzwasserbedarfe einzeln berechnet. So werden für jede Fläche für das RCP8.5-Szenario („Kein-Klimaschutz“-Szenario) elf Ergebnisse bzw. für das RCP2.6-Szenario („Klimaschutz“-Szenario) acht Ergebnisse errechnet. All diese Ergebnisse bilden eine mögliche Zukunft ab. Aus dieser Vielzahl von Ergebnissen werden eine Bandbreite (unterer Rand: Minimum/oberer Rand: Maximum) und der Mittelwert berechnet. Die Ergebnisse werden wie folgt angegeben: Mittelwert (Minimum - Maximum) und bilden so die Bandbreite der Modellergebnisse ab.

#### 4. Die potenziellen mittleren Zusatzwassermengen in Niedersachsen – Ergebnisse der Auswertungen

##### 4.1 Klimabeobachtungsdaten

Räumlich lassen sich in Niedersachsen deutliche Unterschiede bei der Höhe des mZWpot feststellen (Abb. 2). Im Folgenden werden die Ergebnisse des mZWpot, vereinfacht als „Zusatzwasserbedarf“ bezeichnet, in den einzelnen Bodenregionen Niedersachsens (GEHRT et al. 2021) betrachtet.

Die Böden der Marsch im Bereich der Nordseeküste weisen fast flächendeckend einen sehr geringen Zusatzwasserbedarf auf. Dies ist mit der vergleichsweise hohen Wasserspeicherfähigkeit der dort verbreiteten lehmigen, schluffigen und tonigen Böden und den dort vorhandenen Anschlüssen an das Grundwasser zu begründen. Zudem ist das Klima direkt an der Küste etwas feuchter als in zentralen Landesteilen. Die Böden der Elbeniederung weisen aufgrund ihrer hohen Wasserspeicherfähigkeit und des Anschlusses an das Grundwasser auch einen sehr geringen mZWpot auf.

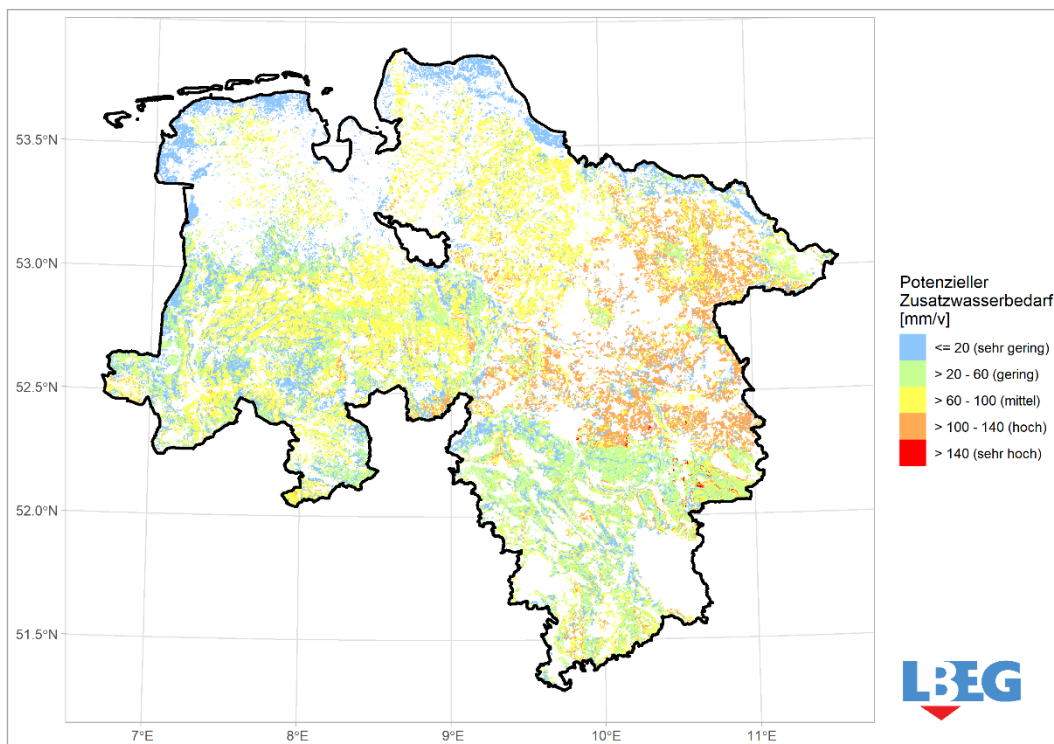


Abbildung 2: Mittlerer potenzieller Zusatzwasserbedarf in Niedersachsen, abgeleitet für 1991–2020 auf Basis der Landwirtschaftsflächen der BK50.

Die Böden der Flusslandschaften und des Bergvorlandes weisen meist nur einen sehr geringen bis geringen Zusatzwasserbedarf auf, wie Abbildung 3 verdeutlicht. Hohe Wasserspeicherfähigkeit und zum Teil kapillarer Aufstieg von Grundwasser können in Trockenperioden genug Wasser für die Pflanzen bereitstellen. Gleiches gilt auch für das Bergland. Hier treten nur auf den geringermächtigen Verwitterungsböden an den Hängen hohe und sehr hohe Zusatzwasserbedarfe auf. Landwirtschaft wird hier aber schwerpunktmäßig auf den Böden der Hänge und Täler mit Löss betrieben.

In der Bodenregion Geest sind die Ergebnisse deutlich differenzierter. Hier kommen fast alle Klassen von sehr geringem ( $\leq 20$  mm/v) bis hohem (100–140 mm/v) Zusatzwasserbedarf vor. Im Westen dominiert die Klasse 60–100 mm/v. Diese tritt vor allem bei den grundwasserfernen Sandböden auf. Böden mit Grundwasseranschluss und Moorböden haben einen geringen Zusatzwasserbedarf. Im Osten ist auf den grundwasserfernen Sandstandorten die mZWpot-Klasse 100–140 mm/v verstärkt anzutreffen. Hier zeigt sich deutlich der klimatische Gradient zwischen der feuchten westlichen und der trockeneren östlichen Geest.

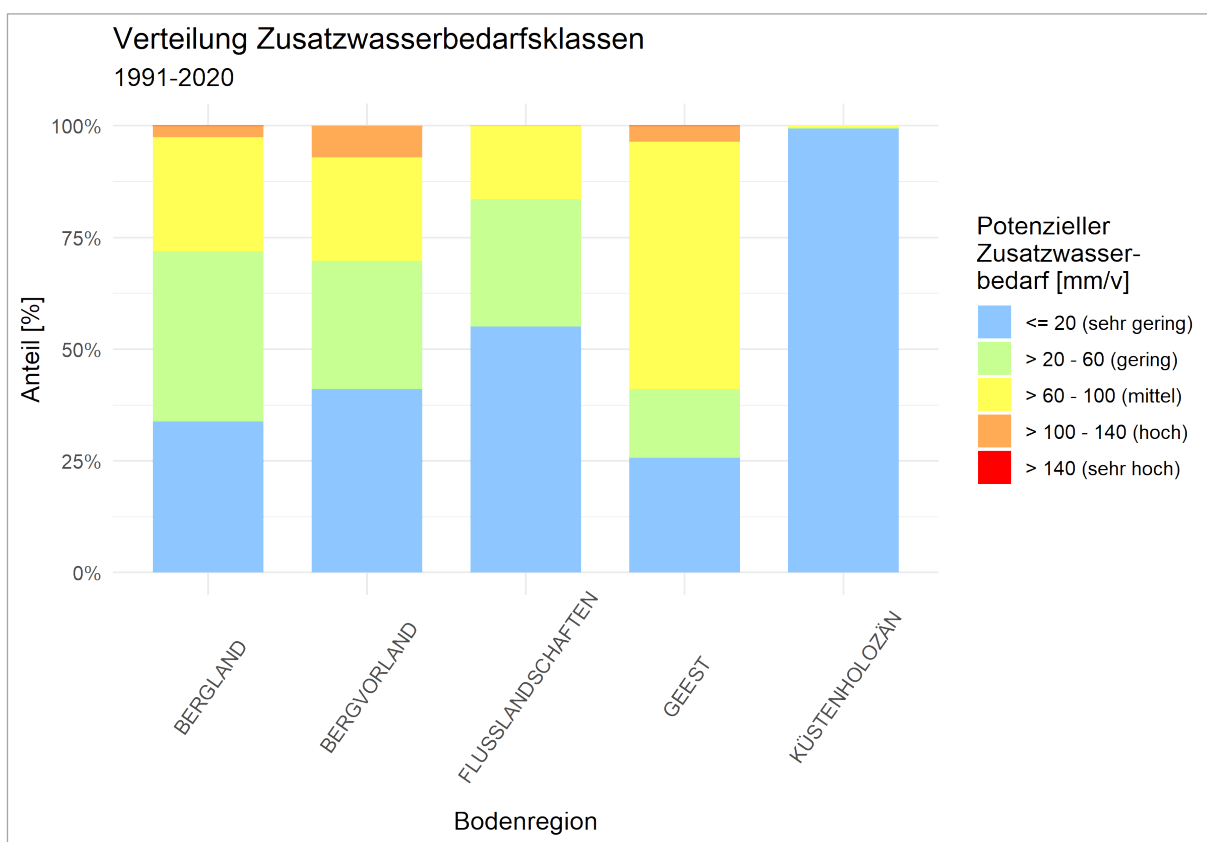


Abbildung 3: Klassenverteilungen der Zusatzwasserbedarfsklassen für die Bodenregionen, abgeleitet für 1991–2020 auf Basis der Landwirtschaftsflächen der BK50. Angegeben ist die Anzahl der Flächen, bezogen auf die Anzahl aller Flächen in der Bodenregion (in %).

## 4.2 Veränderungen in den letzten 60 Jahren

In Niedersachsen zeigte sich im Mittel in den letzten 60 Jahren ein Anstieg des mZWpot um etwa 11 mm/v (Tab. 1). Während 1961–1990 nur 3 % der Flächen einen hohen Zusatzwasserbedarf mit über 140 mm/v aufweisen, sind es 1991–2020 etwa

11 % der Ackerfläche. Der Anteil der Flächen mit einem sehr geringen Zusatzwasserbedarf ( $\leq 20$  mm/v) sinkt im gleichen Zeitraum von 32 % auf 24 %. Aufgrund der Sprünge in entsprechend höhere Klassen bleibt der Anteil der anderen Klassen in etwa gleich.

Tabelle 1: Potenzieller Zusatzwasserbedarf in mm/v für verschiedene Bodenregionen in Niedersachsen für die Zeiträume 1961–1990, 1971–2000, 1981–2010 und 1991–2020. In Klammern ist die Änderung in mm/v zu 1961–1990 aufgeführt. Die Mittelwerte entsprechen dem Flächenmittel für die Region auf Basis der Landwirtschaftsflächen der BK50.

Bodenregion	Potenzieller Zusatzwasserbedarf (mZWpot) [mm/v]			
	1961–1990	1971–2000	1981–2010	1991–2020
Küstenholozän	0	1 (+ 1)	1 (+ 1)	1 (+ 1)
Geest	59	65 (+ 6)	64 (+ 5)	69 (+ 10)
Flusslandschaften	25	30 (+ 5)	29 (+ 5)	35 (+ 10)
Bergvorland	33	41 (+ 8)	42 (+ 9)	49 (+ 16)
Bergland	35	42 (+ 7)	42 (+ 7)	51 (+ 16)
<b>Niedersachsen gesamt</b>	<b>48</b>	<b>54 (+ 6)</b>	<b>54 (+ 6)</b>	<b>59 (+ 11)</b>

Die Veränderungen traten in den letzten Jahren nicht kontinuierlich auf. Ein deutlicher Anstieg ist zwischen den Perioden 1961–1990 und 1971–2000 zu erkennen. Im Mittel nahmen hier die Zusatzwasserbedarfe um 6 mm/v zu. Zudem zeigt sich ein Sprung zwischen der Periode 1981–2010 und 1991–2020. Die letzte Dekade von 2011–2020 ist

besonders trocken gewesen, wodurch hier die Zusatzwasserbedarfe besonders stark angestiegen sind. Die über Niedersachsen gemittelten Werte stiegen von 48 mm/v auf 59 mm/v. Dies entspricht einem Anstieg um mehr als 20 % in den beobachteten 60 Jahren.

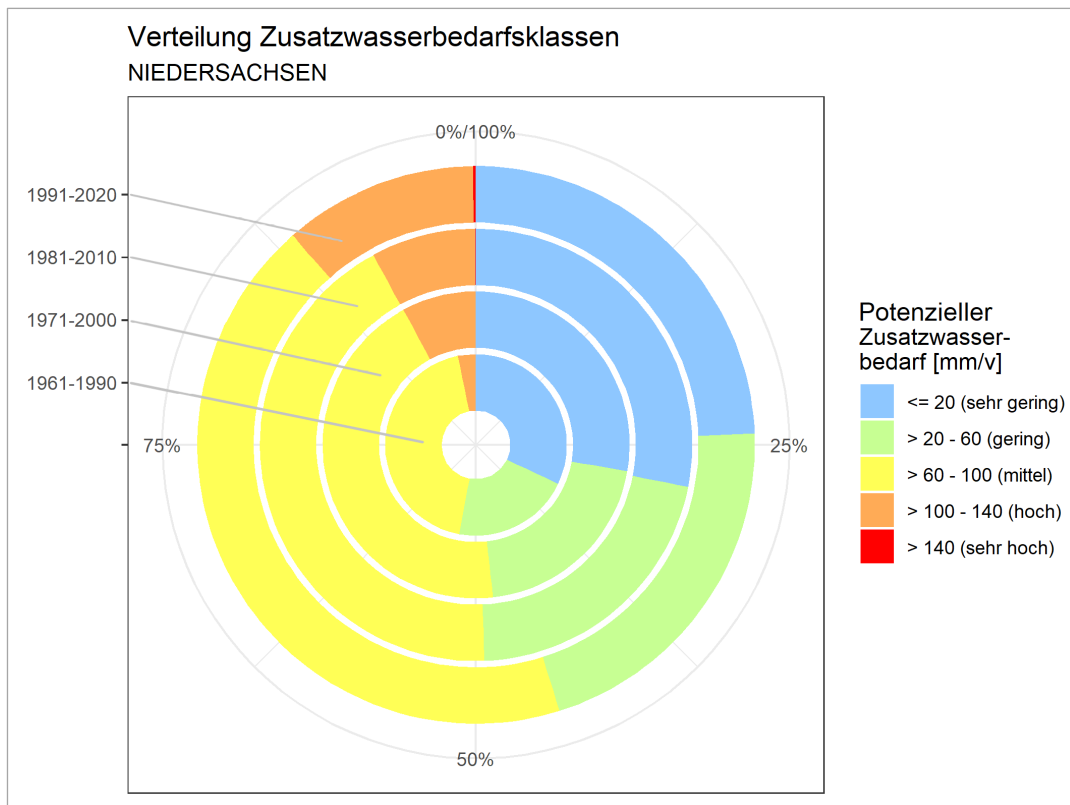


Abbildung 4: Klassenverteilung der Zusatzwasserbedarfe in Niedersachsen für unterschiedliche Beobachtungszeiträume. Der innerste Kreis zeigt die Ergebnisse für den Zeitraum 1961–1990, die mittleren Kreise die für 1971–2000 sowie für 1981–2010 und der äußere Kreis die für 1991–2020.

Bei einer nach Bodenregionen differenzierten Betrachtung zeigt sich, dass der Anstieg regional unterschiedlich hoch ausfällt (s. Tab. 1). Die stärksten Anstiege sind im Bergvorland und Bergland (beide mehr als 16 mm/v im Vergleich 1961–1990 zu 1991–2020) zu verzeichnen, die geringsten im Küstenholozän. Hier können die Böden mit hoher Wasserspeicherkapazität und Grundwasseranschluss geringere Niederschlagsmengen bzw. höhere Verdunstung besser kompensieren. In der Geest liegen die Steigerungen unter dem Niedersachsenschnitt. Bei Betrachtung der Karte in Abbildung 5 zeigt sich jedoch deutlich, dass es auch in der Bodenregion Geest große Unterschiede gibt. Während im Nor-

den und im Westen die Zunahmen gering sind, steigen die Zusatzwasserbedarfe im Osten deutlich stärker an. Hier sind eher Böden mit geringer nFK vergesellschaftet, zudem ist der Anteil grundwasserbeeinflusster Böden geringer. Hauptgrund ist jedoch, dass sich der Klimawandel hier stärker in Form von geringer werdenden Niederschlagsmengen in der Vegetationsperiode und höheren Verdunstungsraten ausdrückt. Ein Hot Spot der steigenden Zusatzwasserbedarfe kann nordwestlich von Hannover ausgemacht werden. Dort steigen die Bedarfe auf vielen Flächen um mehr als 30 mm/v im Vergleich der Zeiträume 1961–1990 und 1991–2020.

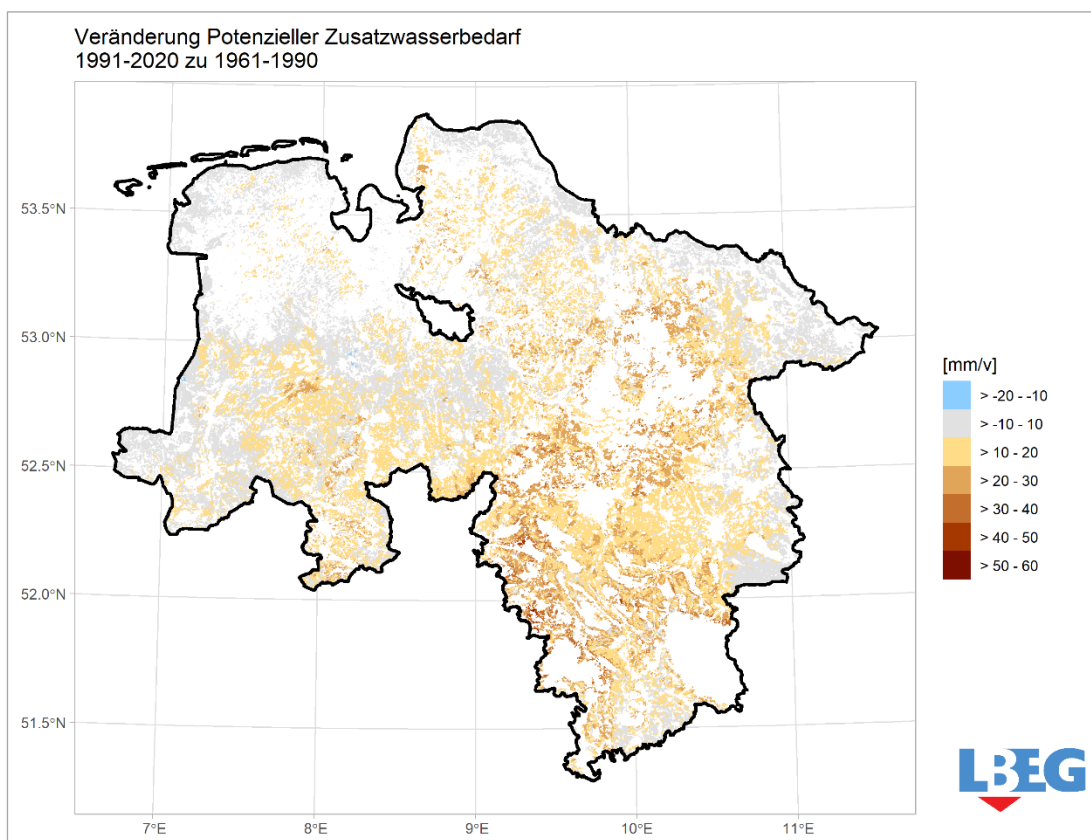


Abbildung 5: Änderung des mittleren potenziellen Zusatzwasserbedarfs 1991–2020 zu 1961–1990 in Niedersachsen auf Basis der Landwirtschaftsflächen der BK50.

### 4.3 Projizierte Veränderungen für die Zukunft

Als Folge des projizierten weiteren Temperaturanstiegs und zunehmender Verdunstung sowie der saisonalen Verlagerung der Niederschlagsmengen (ENGEL et al. 2024) kann der Zusatzwasserbedarf je nach betrachtetem Szenario deutlich ansteigen.

Unter dem „Kein-Klimaschutz“-Szenario (RCP8.5) zeigt sich am oberen Rand der Bandbreite (MAX) zur Mitte (2031–2060) und zum Ende des Jahrhunderts (2071–2100) ein Anstieg der Klassen mit hohem und sehr hohem Zusatzwasserbedarf (s. Abb. 6, rechts). Während 1971–2000 etwa 8 % der Flächen einen hohen Zusatzwasserbedarf aufwiesen, sind dies 2071–2100 40 %. Der Anteil der Flächen mit sehr hohem Zusatzwasserbedarf steigt

von 1 % auf 3 %. Hingegen schrumpft der Anteil der Flächen mit geringem Zusatzwasserbedarf von 28 % auf 13 %. Das bedeutet, dass der Zusatzwasserbedarf noch höher wäre, als in der jüngsten Vergangenheit 1971–2020. Dieser Zeitraum stellte die höchsten Zusatzwasserbedarfe der vergangenen Perioden. Am unteren Rand der Bandbreite (MIN) zeigt sich unter dem „Kein-Klimaschutz“-Szenario für 2071–2100 eine ähnliche Verteilung der Zusatzwasserbedarfsklassen in Niedersachsen wie 1971–2000 (s. Abb. 6, links). Unter dem „Klimaschutz“-Szenario (nicht dargestellt) werden deutlich weniger Zunahmen der Klassen mit hohen oder sehr hohen Zusatzwasserbedarfen bzw. am unteren Rand sogar Abnahmen im Vergleich zu 1971–2000 projiziert.

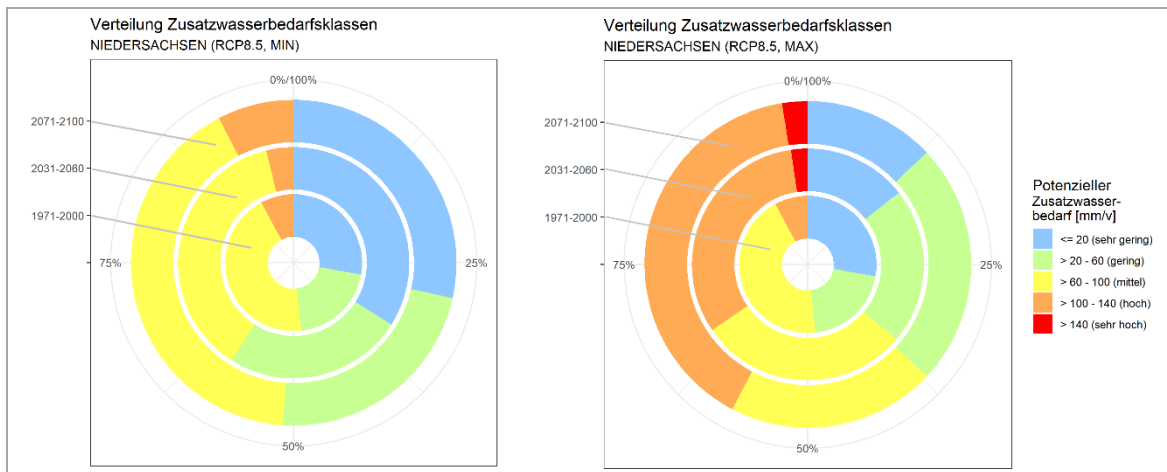


Abbildung 6: Klassenverteilung der Zusatzwasserbedarfe in Niedersachsen für den Beobachtungszeitraum 1971–2000 sowie Mitte und Ende des Jahrhunderts (2031–2060, 2071–2100) für den unteren (links) und oberen (rechts) Rand der Bandbreite des „Kein-Klimaschutz“-Szenarios.

Im Mittel steigt der Zusatzwasserbedarf in Niedersachsen in der Zukunft an. Mitte des Jahrhunderts (2031–2060) sind die Veränderungen der beiden Szenarien mit +5 (-12 – +17) mm/v (RCP2.6) und +4 (-9 – +22) mm/v (RCP8.5) vergleichsweise ähnlich (Tab. 2). Da zum Ende des Jahrhunderts die Unterschiede der Szenarien deutlicher zu Tage treten, sind auch die Auswirkungen auf die klimatischen Parameter deutlich differenzierter. Unter dem „Klimaschutz“-Szenario (RCP2.6) liegt die Änderung bei +5 (-10 – +20) mm/v, unter dem „Kein-Klimaschutz“-Szenario (RCP8.5) hingegen bei +14 (-1 – +24) mm/v. Dabei treten die stärksten Änderungen im Westen Niedersachsens auf. Vor allem die Landkreise Grafschaft Bentheim, Emsland und Osnabrück sind betroffen. Die Zunahmen liegen hier bei Betrachtung des oberen Randes der Bandbreite bei mehr als +30 mm/v (Abb. 7).



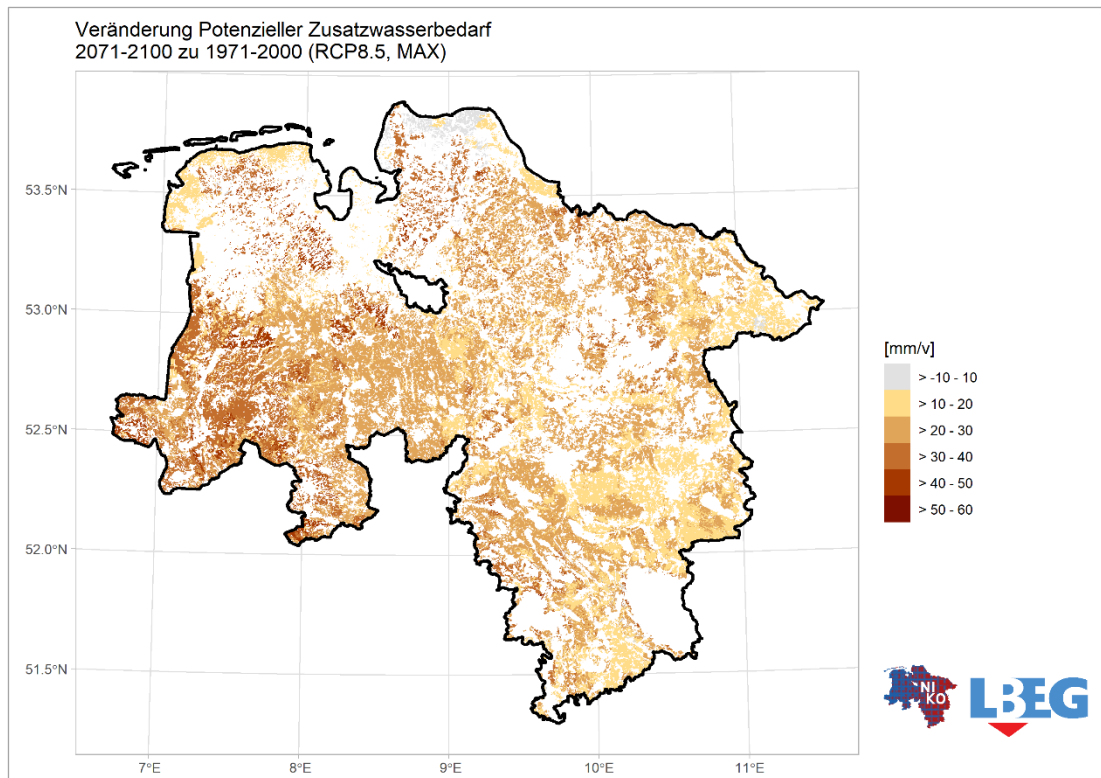


Abbildung 7: Änderung des mittleren potenziellen Zusatzwasserbedarfs 2071–2100 zu 1971–2000 für den oberen Rand der Bandbreite des „Kein-Klimaschutz“-Szenarios (RCP8.5) in Niedersachsen auf Basis der Landwirtschaftsflächen der BK50.

Die räumlichen Unterschiede von mZWPot sind in der Zukunft ähnlich wie heute ausgeprägt. Weiterhin sind die höchsten Zusatzwasserbedarfe im Bereich der Geest zu erwarten, die geringsten im Küstenholozän auf den Marschböden. Bei Betrachtung der Bodenregionen zeigen sich allerdings unterschiedliche Veränderungen (s. Tab. 2). Unter allen Szenarien und für alle Zeiträume treten die geringsten Änderungen im Küstenholozän auf. Auch hier zeigt sich, dass die Böden auch im „Kein-Klimaschutz“-Szenario den steigenden Wasserbedarf aufgrund ihrer hohen Wasserspeicherkapazität und des Grundwasseranschlusses abschwächen können. Zu beachten ist hierbei, dass keine Veränderung des Grundwasserstandes berücksichtigt wird, was in den Marschen wegen der geregelten Entwässerung plausibel ist. Sollte dieser sinken, würden hier je nach Ausmaß deutlich höhere Zusatzwasserbedarfe auftreten.

Die höchsten Änderungen sind in den Bodenregionen Geest und im Bergland anzutreffen. Unter dem „Kein-Klimaschutz“-Szenario kann der Zusatzwasserbedarf zum Ende des Jahrhunderts in der Geest um +27 mm/v (MAX) ansteigen, im Bereich des

Berglands um +23 mm/v (MAX). Die Geest ist bereits heute die Region mit dem höchsten Zusatzwasserbedarf. Diese Situation verschärft sich in der Zukunft vor allem im westlichen Teil der Geest. Gleichzeitig ist im Bereich des Berglands mit einem Anstieg von mehr als 50 % ein Gebiet betroffen, in dem bisher die Gabe von Zusatzwasser eine geringere Rolle gespielt hat. Dies kann sich zukünftig ändern. Für alle Klimaregionen zeigt sich am oberen Rand des „Kein-Klimaschutz“-Szenarios ein deutlicher Anstieg, der auch den Zustand 1991–2020 übersteigt.

Je nach Region, Szenario und betrachteter Bandbreite variiert die Ergebnisbandbreite des potenziellen Zusatzwasserbedarfs (Tab. 2). Dies liegt vor allem an der Projektion des Niederschlages, die je nach Klimamodell sehr stark variiert. Gleichzeitig zeigten die letzten Jahre (vor allem 1991–2020) durch die zunehmende Trockenheit bzw. veränderte Niederschlagsverteilung bereits die Auswirkungen des Klimawandels. Vor allem im Sinne des Vorsorgeprinzips und mit dem Bodenschutz im Fokus ist eine Betrachtung des „Worst Case“ angebracht.

Tabelle 2: Veränderung des mittleren potenziellen Zusatzwasserbedarfs in mm/v für verschiedene Bodenregionen in Niedersachsen für den Beobachtungszeitraum 1971–2000 und die Zukunftszeiträume 2031–2060 und 2071–2100 (jeweils für das „Klimaschutz“ (RCP2.6)- und „Kein-Klimaschutz“ (RCP8.5)-Szenario). Der erste Wert gibt jeweils den Mittelwert des Ensembles an, die Werte in Klammern den oberen (MAX) bzw. unteren Rand (MIN) der Bandbreite. Die Werte entsprechen dem Flächenmittel für die Region auf Basis der Landwirtschaftsflächen der BK50.

Bodenregion	Veränderung des mittleren potenziellen Zusatzwasserbedarfs (mZWpot) [mm/v]				
	1971–2000	2031–2060		2071–2100	
		RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
Küstenholozän	1	+1 (+0 – +6)	+1 (+0 – +10)	+1 (+0 – +9)	+4 (+0 – +11)
Geest	65	+7 (-14 – +19)	+4 (-10 – +22)	+6 (-12 – +22)	+15 (-2 – +27)
Flusslandschaften	30	+3 (-9 – +14)	+6 (-6 – +18)	+4 (-7 – +17)	+11 (-2 – +20)
Bergvorland	41	+3 (-9 – +13)	+4 (-8 – +19)	+4 (-9 – +16)	+11 (+0 – +19)
Bergland	42	+5 (-9 – +17)	+6 (-10 – +29)	+5 (-8 – +19)	+15 (+0 – +23)
<b>Niedersachsen gesamt</b>	<b>54</b>	<b>+5 (-12 – +17)</b>	<b>+4 (-9 – +22)</b>	<b>+5 (-10 – +20)</b>	<b>+14 (-1 – +24)</b>

## 5. Zusammenfassung und Fazit

Die Zusatzwasserbedarfe in Niedersachsen sind in den letzten 60 Jahren gestiegen. Dies zeigen nicht nur die Ergebnisse der Methode mZWpot, die in diesem Geofakt dargestellt werden, sondern auch die steigenden Zahlen von Wasserrechtsanträgen für die Feldberegnung, die bei den Unteren Wasserbehörden in den letzten Jahren eingegangen sind. Der Anstieg fällt regional unterschiedlich hoch aus, jedoch lassen sich zwei Schlüsse ziehen:

- In Regionen, in denen die Feldberegnung seit Jahrzehnten als Instrument eingesetzt wird, z. B. im östlichen Niedersachsen, steigen die Bedarfe weiter an. Der Bedarf auf den bereits bewässerten Flächen wird höher, zudem müssen mehr Flächen bewässert werden.
- In Regionen ohne Bewässerungshistorie steigen die rechnerischen Bedarfe an, so dass nun mehr und mehr Betriebe über den Aufbau einer Infrastruktur zur Bewässerung nachdenken (müssen), um die Erträge auch in Zukunft zu sichern. Das bedeutet, dass der Bedarf an Bewässerungswasser weiter sehr stark ansteigen kann.

Maßnahmen zur Sicherung der Erträge in der Landwirtschaft sind wichtig, da die Ergebnisse der Methode mZWpot auch für die Zukunft zeigen, dass der Zusatzwasserbedarf in Niedersachsen im Laufe des 21. Jahrhundert weiter steigen wird. Die Ergebnisse zeigen aber auch, dass Bewässerung allein nicht die Lösung des Problems sein kann, da Wasser eine begrenzte Ressource ist.

Bei der Anwendung der Methode mZWpot sind Annahmen getroffen worden, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen. Bei

grundwasserbeeinflussten Böden wird davon ausgegangen, dass der Grundwasserstand sich im Mittel wahrscheinlich so verändern wird, dass die Tiefstände tiefer und die Höchststände höher ausfallen könnten (NLWKN 2023). Dies würde bei einigen Böden dazu führen, dass der Zusatzwasserbedarf noch stärker ansteigen könnte, weil besonders während der Hauptwachstumsphase sowieso geringe Grundwasserstände vorliegen.

Die Unsicherheiten der Klimaprojektionen werden durch die Verwendung mehrerer Modelle und der Darstellung von Bandbreiten bestmöglich berücksichtigt. Aber auch hier können neue Erkenntnisse bei der Entwicklung des Klimas zu veränderten Projektionen der Zusatzwasserbedarfe führen.

Zudem ist zu bedenken, dass der Einfluss von neuen trockenheitsresistenteren Sorten und Anbaukulturen nicht berücksichtigt werden kann. Hierin liegt eine weitere mögliche Anpassung an den Klimawandel.

Weitere, von der Feldberegnung unabhängige Anpassungen an den Klimawandel sollten zur Sicherung der Erträge in der Landwirtschaft umgesetzt werden. So kann an einigen Standorten durch den Rückbau der Entwässerungssysteme mehr Wasser in der Fläche gehalten werden. Agroforst- und Mulchsysteme versprechen den Bodenwassergehalt zu steigern und in Trockenzeiten länger zu halten. Ziel der Anpassung an den Klimawandel kann es nicht sein, den Status Quo der Landwirtschaft nur durch immer mehr Zusatzwasser auf der Fläche zu erhalten. Dafür reichen die Vorräte an gewinnbarem Grund- und Oberflächenwasser für die Beregnung nicht aus.

Der Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft in Niedersachsen erfordert daher eine sorgfältige Planung, um die Bedürfnisse der Landwirtinnen und Landwirte, die Umwelt und die Bevölkerung in Einklang zu bringen. Dies erfordert die Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaftsbehörden, Umweltschutzorganisationen und anderen Interessengruppen, um nachhaltige Bewässerungslösungen zu entwickeln und den Wasserbedarf effektiv zu steuern. Dieser Ausgleich zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Umweltschutz ist entscheidend, um die langfristige Wasserversorgung in Niedersachsen zu gewährleisten. Besonders in Trockenperioden kann der Zusatzwasserbedarf der Landwirtschaft zu Konflikten führen, wenn auch andere Sektoren wie die Trinkwasserversorgung und die Industrie verstärkt auf begrenzte Wasserressourcen angewiesen sind. Eine ausgewogene Wasserverwaltung und die Festlegung von Prioritäten sind entscheidend, um solche Konflikte zu lösen. Das Wasserversorgungskonzept Niedersachsen (MU 2022) und daran angelehnte regionale Wasserversorgungskonzepte zeigen diese Konflikte auf und versuchen Lösungen zu finden.

## Literatur

BUG, J., HEUMANN, S., MÜLLER, U. & WALDECK, A. (2020): Auswertungsmethoden im Bodenschutz - Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®). – GeoBerichte **19**; Hannover (LBEG), DOI 10.48476/geober\_19\_2020.

DWA – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. (2019): Grundsätze und Richtwerte zur Beurteilung von Anträgen zur Entnahme von Wasser für die Bewässerung. – Merkblatt **DWA-M 590**: 83 S.; Hennef.

DWD – DEUTSCHER WETTERDIENST, ABTEILUNG HYDROMETEOROLOGIE (2020): REGNIE: REGIONALISIERTE NIEEDERSCHLÄGE - VERFAHRENSBESCHREIBUNG & NUTZERANLEITUNG. – interner Bericht im DWD; Offenbach.

ENGEL, N., MÜLLER, U. & SCHÄFER, W. (2012): BO-WAB - Ein Mehrschicht-Bodenwasserhaushaltsmodell. – In: MÜLLER, U., ENGEL, N., HEIDT, L., SCHÄFER, W., KUNKEL, R., WENDLAND, F., RÖHM, H. & ELBRACHT, J. (2012): Klimawandel und Bodenwasserhaushalt. – GeoBerichte **20**: 85–98; Hannover (LBEG), DOI 10.48476/geober\_20\_2012.

ENGEL, N., BUG, J., STADTMANN, R. & HARDERS, D. (2024): Auswirkungen des Klimawandels auf Böden in Niedersachsen. – Geofakten **46**; Hannover (LBEG), DOI 10.48476/geofakt\_46\_1\_2024.

GEHRT, E., BENNE, I., EVERTSBUSCH, S., KRÜGER, K. & LANGNER, S. (2021): Erläuterung zur BK 50 von Niedersachsen. – GeoBerichte **40**; Hannover (LBEG), DOI 10.48476/geober\_40\_2021.

HAJATI, M., HARDERS, D., PETRY, U., ELBRACHT, J. & ENGEL, N. (2022): Dokumentation der niedersächsischen Klimaprojektionsdaten AR5-NI v2.1. – Geofakten **39**; Hannover (LBEG), DOI 10.48476/geofakt\_39\_1\_2022.

NLWKN – NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2023): Globaler Klimawandel - Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für die Grundwasserstände in Niedersachsen. KliBiW Phase 7 - Abschlussbericht. – Grundwasser **60**: 221 S.; Norden.

LK LÜCHOW-DANNENBERG: Lüchow-Dannenberg - Wasserversorgungskonzept zur Klimafolgenanpassung. – [https://www.luechow-dannenberg.de/desktopdefault.aspx/tabid-979/1179\\_read-12666/](https://www.luechow-dannenberg.de/desktopdefault.aspx/tabid-979/1179_read-12666/); Abruf: 28.02.2024.

MU – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, BAUEN UND KLIMASCHUTZ (Hrsg.) (2022): Hintergrunddokument zum Wasserversorgungskonzept Niedersachsen. – [https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/183415/Hintergrunddokument\\_zum\\_Wasserversorgungskonzept\\_Niedersachsen.pdf](https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/183415/Hintergrunddokument_zum_Wasserversorgungskonzept_Niedersachsen.pdf).

MÜLLER, U., ENGEL, N. & HEIDT, L. (2012): Ableiten der potenziellen Berechnungswassermenge aus verfügbaren Boden- und Klimadaten. – In: MÜLLER, U., ENGEL, N., HEIDT, L., SCHÄFER, W., KUNKEL, R., WENDLAND, F., RÖHM, H. & ELBRACHT, J. (2012): Klimawandel und Bodenwasserhaushalt. – GeoBeichte **20**: 32–52; Hannover (LBEG), DOI 10.48476/geober\_20\_2012.

RAUTHE, M., STEINER, H., RIEDIGER, U., MAZURKIEWICZ, A. & GRATZKI, A. (2013): A Central European precipitation climatology – Part I: Generation and validation of a high-resolution gridded daily data set (HYRAS). – Meteorologische Zeitschrift **22/3**: 235–256; <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0436>.

RENGER, M. & STREBEL, O. (1982): Berechnungsbedürftigkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Niedersachsen. – Geol. Jb. **13**: 1–66.

SCHULZ, E. & SCHARUN, C. (2023): Bestimmungsfaktoren für landwirtschaftliche Bewässerungsbedarfe und regionale Governance-Ansätze zur Konfliktreduktion in Niedersachsen und Sachsen-Anhalt. – Grundwasser - Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie **28**: 189–205; <https://doi.org/10.1007/s00767-023-00543-8>.

---

## Impressum

Die Geofakten werden vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) herausgegeben und erscheinen unregelmäßig bei Bedarf.

Die bisher erschienenen Geofakten können unter <http://www.lbeg.niedersachsen.de> abgerufen werden.

© LBEG Hannover 2024

Version: 21.05.2024

Titelabbildung: Warming Stripes für Niedersachsen in Anlehnung an Ed Hawkins. – Datengrundlage: DWD Climate Data Center (CDC): Jährliche Gebietsmittel der Lufttemperatur (Jahresmittel) in °C (2 m Höhe), Version v19.3, abgerufen am 24.02.2022.

## Autorenschaft

- Dr. Jan Bug, Tel.: 0511/ 643-3876  
mail: [Jan.Bug@lbeg.niedersachsen.de](mailto:Jan.Bug@lbeg.niedersachsen.de)
- Denise Harders, ehemals  
Landesamt für Bergbau,  
Energie und Geologie  
Stilleweg 2, 30655 Hannover  
Internet: <http://www.lbeg.niedersachsen.de>