

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



KlimaEinFluss

Begleitheft zur Wanderausstellung des Projektes KliBiW (Abschätzung der Klimafolgen für die Wasserwirtschaft im niedersächsischen Binnenland)



Inhalt

2	Einleitung
3	Klimaänderung
5	Das Projekt KliBiW
8	Klimafolgenmodellierung
11	Wasserhaushaltsmodellierung
15	Klimawandel in Niedersachsen
17	Klimafolgen in Niedersachsen
21	Klimawandel und betroffene Handlungsfelder in der Wasserwirtschaft
24	Klimaanpassung in Niedersachsen
26	Infos Klimawandel in Niedersachsen

Einleitung



Der Klimawandel führt häufiger zu Extremwetterereignissen, wie beispielsweise Starkniederschläge und andauernde Hitzeperioden. Städtisch und landwirtschaftlich geprägte Regionen sind für die Auswirkungen von Wetterextremen besonders anfällig, da diese hier zu immensen materiellen Schäden Infrastruktur. Gebäuden landwirtschaftlichen Flächen führen und viele Menschen in Gefahr bringen können. Mit dem Klimawandel verbinden viele Menschen Katastrophen auf anderen Kontinenten und vermeintlich kaum Veränderungen in Deutschland und Europa. Der Klimawandel findet iedoch nicht nur in fernen Ländern. sondern auch vor Ort statt. Die Auswirkungen bekommt auch Niedersachsen zu spüren. Die extremen Dauerniederschläge, die bspw. zum Julihochwasser 2017 im Süden Niedersachsens führten sowie die extreme Dürreperiode 2018, sind mahnende Beispiel dafür. Die Ausstellung KlimaEinFluss des Projektes KliBiW thematisiert die Problematik und informiert über Klimawandel, Klimafolgen und Anpassung und über die Ergebnisse aus 10 Jahren KliBiW

"Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung des globalen Klimawandels für die Binnengewässer in Niedersachsen".

Ausleihe

11 Rollbanner im Format von jeweils 2 m x 1 m bilden die Ausstellung, die kostenlos beim NLWKN ausgeliehen werden kann.

Die Ausstellung eignet sich für Kommunen, öffentliche Institutionen und alle, die das Thema der Öffentlichkeit näher bringen möchten. Einen Überblick über die einzelnen Rollbanner gibt es im Internet unter www.nlwkn.niedersachsen.de/klimaw andelkompakt.

Dieser Broschüre gibt eine Überblick über die Themen der Wanderausstellung.

Ansprechpartner für Fragen und Ausleihe:

NLWKN Pressestelle Am Sportplatz 23 D-26506 Norden

Tel: +49 (0)4931/ 947- 288 /-173 sowie +49 (0)511 3034-3223

Fax: +49 (0)4931/947- 222

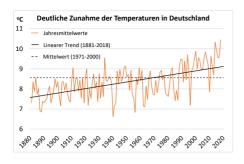
pressestelle@nlwkn.niedersachsen.de



Klimaänderung

Unser Klima verändert sich. Wie kommt es dazu? Und vor allem, welche Folgen hat es für uns und unsere Umwelt?

Das Klima verändert sich ständig. Die aktuellen Änderungen werden jedoch von uns verursacht, verstärkt und beschleunigt. Die Klimaänderungen seit der Industrialisierung Ende des 19. Jahrhunderts sind mit natürlichen Ursachen alleine nicht mehr zu erklären. Ein Beispiel für diesen Wandel des Klimas ist die globale Erwärmung. Hauptursache hierfür ist die Zunahme von Treibhausgasen. Diese Gase entstehen zum Beispiel bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern wie Erdöl, Erdgas oder Kohle, der Trockenlegung von Mooren, auf Mülldeponien und bei der Viehhaltung. Aber auch Folgewirkungen der globalen Erwärmung, das Auftauen der frostböden, tragen zur Freisetzung dieser Gase bei. Diese Mechanismen verstärken den Treibhauseffekt und bewirken, dass sich die Erde immer weiter aufheizt. Die Auswertungen der Klimadaten zeigen eine Erhöhung der Durchschnittstempera- tur von 1,5 °C in Deutschland von 1881 bis 2018. In der Folge kam es innerhalb der letzten 50 his 100 Jahre bereits einschneidenden Veränderungen vieler Klimakenngrößen – dem sogenannten anthropogenen (durch Menschen verursachten) Klimawandel. Es wird wärmer, die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge ändert sich, und die Wetterextreme nehmen zu. Es wird regional mehr Starkregen und somit Überschwemmungen auch mehr geben. Hitzewellen und Dürreperioden werden sich häufen und länger andauern. Die Zahl der Frosttage nimmt dagegen ab.



Entwicklung der Temperaturen in Deutschland, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Die Auswirkungen dieses Wandels sind bereits in unterschiedlicher Weise sichtbar und fühlbar, je nachdem, wo wir leben. Auch zukünftig werden die Auswirkungen je nach Region unterschiedlich ausfallen. Besonders stark werden sich die Kontinente der mittleren und nördlichen Breiten sowie die Antarktis erwärmen. In den Tropen und in den nördlichen Breiten werden mehr Niederschläge erwartet. während Nordafrika. der und Mittelmeerraum Südeuropa trockener deutlich werden insbesondere im Sommer.

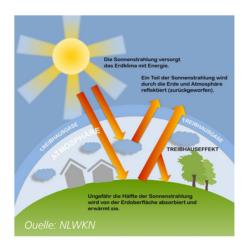
Welche Rolle spielt der Treibhauseffekt?



Der natürliche Treibhauseffekt ermöglicht das Leben auf der Erde. Die

Erdatmosphäre enthält Gase, die die kurzwellige Sonneneinstrahlung zum großen Teil ungehindert passieren lassen. Die langwellige Wärmerückstrahlung der Erde wird dagegen in alle Richtungen (auch wieder zurück auf die Erde) gestreut. Dadurch erwärmt sich die Erde zusätzlich. Vergleichbar mit Treibhaus einem Sonnenstrahlung durchlässt und Wärmestrahlung "festhält" – werden diese Gase auch als Treibhausgase bezeichnet. Vor allem Wasserdampf und Kohlendioxid absorbieren einen der von der Erdoberfläche Teil abgegebenen Wärmestrahlung und verringern deshalb den Anteil der in Weltraum den abgegebenen Wärmestrahlung. Dieser – natürliche – Treibhauseffekt bewirkt, dass das alobale Mittel der bodennahen Lufttemperatur 15°C beträgt. Ohne Treibhausgase in der Atmosphäre könnten wir nicht auf der Erde leben. da die Mitteltemperatur bei -18°C liegen würde und die Erde vereist wäre





Warum ist der Treibhauseffekt gefährlich?

Seit der Industrialisierung hat die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre durch den Menschen um fast 50 % zugenommen. Dadurch kann die Wärmestrahlung schlechter ent- weichen und die Erde heizt sich immer mehr auf. Das Klima verändert sich. Tiere und Pflanzen können sich nicht so schnell anpassen und viele Arten und Ökosysteme sind aufgrund Aussterben dessen bereits vom bedroht. Dies betrifft letztendlich auch uns Menschen, da viele unserer Lebensgrundlagen von einer intakten Natur abhängig sind.

Das Projekt KliBiW

Das Forschungsprojekt KliBIW - Wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung des globalen Klimawandels für die Binnengewässer in Niedersachsen -

2008 startete und wird vom Niedersächsischen Umweltministerium finanziert. Projektpartner sind neben NLWKN das Institut Hydrologie und Wasserwirtschaft der Leibniz Universität Hannover sowie das Leichtweiß-Institut für Wasserbau der Braunschweig. den In Anfangsphasen die auch war Harzwasserwerke GmbH beteiligt.



Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz www.nlwkn.niedersachsen.de

- Koordination und Projektmanagement
- Analyse Klimamodelldaten
- Trendanalysen Klima und Abfluss



Technische Universität Braunschweig www.tu-braunschweig.de/lwi

- Weiterentwicklung des Wasserhaushaltsmodells PANTA RHFI
- Abflusssimulation in ausgewählten Einzugsgebieten



Leibniz Universität Hannover www.iww.uni-hannover.de

- Regionalisierung Klimadaten
- Landesweite Simulation von Abflusskenngrößen
- regionale Starkregenanalyse

Die Ziele

Infolge der globalen Erwärmung sind auch Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft in Niedersachsen zu erwarten. Zur Beurteilung und Quantifizierung dieser Folgen soll das Projekt KliBiW (Daten-)Grundlagen für effiziente wasserwirtschaftliche Planungen schaffen. Darüber hinaus sollen nachhaltige Maßnahmen zur Anpassung an zukünftige Hoch- und Niedrigwasserverhältnisse entwickelt werden.

Im Besonderen sollen mit den Erkenntnissen aus dem Projekt die fachlichen Kompetenzen des NLWKN im Bereich Klimawandel Klimaforschung und ausgebaut werden. Den Schwerpunkt bildet die Anwendung etablierter wissenschaftlicher Methoden, die in die fachliche Praxis übertragen werden und so u.a. das Methodenspektrum des Gewässerkundlichen Landesdienstes (GLD) im **NLWKN** erweitern



Zusammengefasst werden die folgenden wesentlichen Ziele mit dem Projekt verfolgt:

 Bewertung der vergangenen und zukünftigen Klimaentwicklung in Niedersachsen

- Quantifizierung der wasserwirtschaftlichen Folgen des Klimawandels im Bereich Hochwasser und Niedrigwasser.
- Aufbau einer Datenbasis, auch für weitergehende Studien.
- Erweiterung der Methodenkompetenzen des Gewässerkundlichen Landesdienstes im Bereich der Klimafolgen.
- Beratung von Entscheidungsträgern.

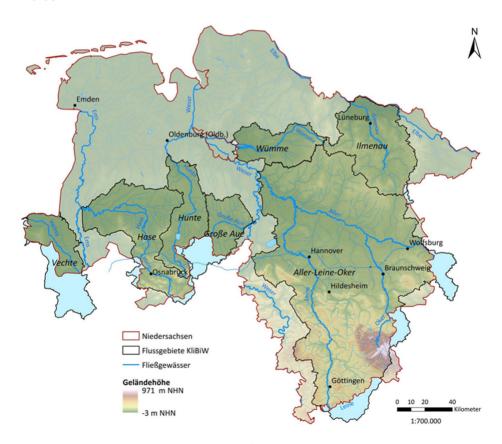
Erkenntnisse

Die Ergebnisse der Analysen der meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen werden in Form von Änderungssignalen für zwei verschiedene Zukunftszeiträume als 30jährige Mittel dargestellt. Die Aussagen sowohl für die nahe Zukunft (2021-2050) als auch für die ferne Zukunft (2071-2100) beziehen die sich ieweils Referenzperiode (1971-2000). Darstellung erfolgt stets als mittlere Tendenz als auch z.T. als Bandbreite der möglichen Änderungen auf Basis einer Vielzahl von Klimamodellen (Ensemble).



Das Untersuchungsgebiet von KliBiW

Der Untersuchungsraum von KliBiW umfasst die gesamte Landesfläche von Niedersachsen. Die Veränderungen der Abflussverhältnisse werden ausgewählten Flusseinzugsgebieten betrachtet, die zu den Risikogebieten entsprechend der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie gehören. Von den Analysen ausgenommen sind die tiedebeeinflussten Gebiete im Bereich der Küste und Marschen im Norden.





Klimafolgenmodellierung

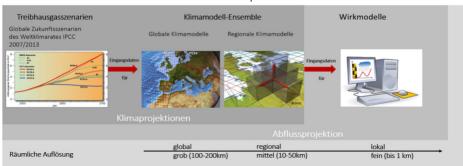
Die Entwicklung des Klimas kann nicht vorhergesagt werden. Die heutigen Erkenntnisse über die Prozesse und Wechselwirkungen innerhalb des Klimasystems können jedoch helfen, Abschätzungen über dessen zukünftige Entwicklung vorzunehmen. Dabei spielen Computermodelle eine wichtige Rolle. Sie arbeiten mit mathematischen Gleichungen, die auf Basis bestimmter Annahmen über die Entwicklung äußerer Einflussfaktoren (z.B. der Treibhausgase) eine Abschätzung der zukünftigen Veränderungen des Klimas sowie die daraus resultierenden Folgen für verschiedene Systeme ermöglichen.

Modellkette

Über die Verknüpfung von Szenarien der Treibhausgasentwicklung mit verschiedenen Modelltypen lassen sich Projektionen möglicher zukünftiger Entwicklungen des Klimas und der Abflüsse abschätzen. Verschiedenste Einflussfaktoren und Unsicherheiten führen zu einer großen Spannweite an zukünftigen Entwicklungen. Je mehr Glieder in dieser sog. Modellkette hinzukommen, desto mehr steigt die Bandbreite in den Aussagen bzw. Ergebnissen.

Klimaszenarien

Zu Beginn der Modellkette stehen Treibhausgasszenarien. Diese basieren auf Annahmen über weltweite Entwicklungen bzgl. des Bevölkerungswachstums, der Ökonomie, der sozialen Entwicklung, der Technologie, des Ressourcenverbrauchs und des Umweltmanagements. Aus diesen sozioökonomischen Szenarien resultieren auf Basis von Modellen Aussagen über den Ausstoß und die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre.



In KliBiW wird vor allem ein Szenario ohne Klimaschutz (RCP8.5) betrachtet.



Klimamodelle

Klimamodelle sind umfangreiche Computerprogramme, die die bekannten komplexen Prozesse und Wechselwirkungen im Klimasystem vereinfacht abbilden. Werden diese Modelle mit Treibhausgasszenarien angetrieben, entstehen im Ergebnis Klimaprojektionen. Projektionen sind "wenn-dann" Aussagen: wenn dieses Szenario eintrifft, dann könnte das geschehen. Sie bilden die Grundlage Bewertung von Risiken und Chancen künftiger Klimaänderungen sowie für die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen.

Globale Klimamodelle berechnen die Entwicklung des Klimas auf der gesamten Erde. Die Grundlage dafür bilden natürliche Faktoren (wie z.B. die Einstrahlung der Sonne) sowie die oben beschriebenen Szenarien. Die berücksichtigen Modelle die komplexen **Prozesse** und Wechselwirkungen im Klimasystem zwischen Atmosphäre, Ozeanen, Landoberflächen, Biosphäre und Kryosphäre.

Dabei stellen sie das Geschehen in Form eines dreidimensionalen Gitters dar. Die räumliche Auflösung liegt bei etwa 100-200 km.

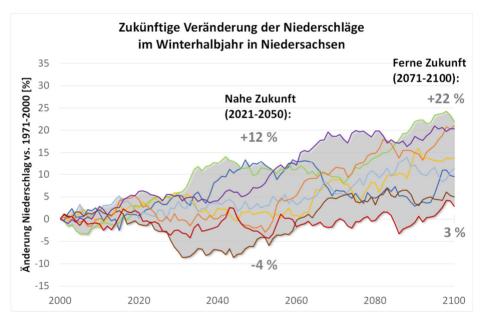
Regionale Klimamodelle berechnen die Entwicklung des Klimas für einen Ausschnitt der Erde, z. B. Europa oder Deutschland. Dabei nutzen sie die Ergebnisse der Globalen Klimamodelle und verfeinern diese auf einem räumlich höher aufgelösten Gitter. Die Rasterweite liegt hier bei ca. 10-50 km. Dabei werden auch lokale Besonderheiten, wie z. B. Gebirge, besser berücksichtigt.

Wirkmodelle

Die Abschätzung der Folgen des Klimawandels unter bestimmten Gesichtspunkten erfolgt mit sog. Wirkmodellen. In der Wasserwirtschaft z.B. bildet die Abflussprojektion die Abschätzung des zukünftigen Abflusses mit Hilfe der Klimamodelle auf Basis der vorgegebenen Szenarien. Die regionalen Klimaprojektionen dienen als Eingangsdaten für weitere Modellierungen der Auswirkungen des Klimawandels, z. B. in Wasserhaushaltmodellen. Diese Wirkungsmodellierung erlaubt Aussagen darüber, wie sich die Klimaveränderungen auf hydrologische Kenngrößen wie Hochwasser- oder Niedrigwasserabfluss auswirken.

Unsicherheiten

Jedes Modell ist nur ein vereinfachtes Abbild der komplexen Vorgänge in der Natur. Je nach Modell werden dabei die bekannten Prozesse der Natur mittels unterschiedlicher mathematischer Ansätze dargestellt. Daher lassen sich die Entwicklungsrichtung und Bandbreite der Entwicklung nur über eine Vielzahl von Modellen (Ensembletechnik) belastbar abschätzen.



Bandbreite der zukünftig möglichen Veränderung der Winterniederschläge in Niedersachsen auf Basis von acht regionalen Klimamodellen (farbige Linien) als 30jähriges gleitendes Mittel (Szenario RCP8.5)

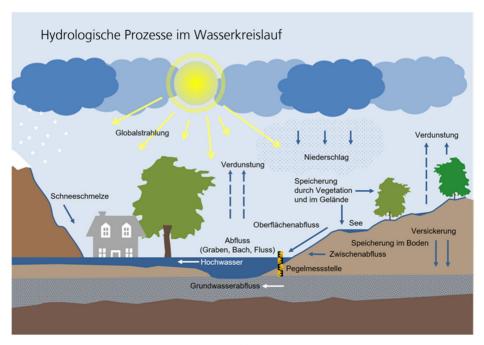
Wasserhaushaltsmodellierung

Wasserhaushalt und Klimawandel

Die klimatischen Veränderungen in Niedersachsen haben einen Einfluss auf die Entwicklung des Abflusses der Binnengewässer. Diese Veränderungen werden durch langjährig gemessene Zeitreihen an den niedersächsischen Pegeln ausgewertet. Um die zukünftige Entwicklung abzubilden, werden Simulationen von zukünftigen Abflüssen mit Hilfe von Wasserhaushaltsmodellen durchgeführt, die mit Daten aus regionalen Klimaprojektionen angetrieben werden.

Wasserhaushaltsmodelle...

...berechnen den Abfluss in einem Fließgewässer auf Basis von Klimadaten, Boden- und Landnutzungsdaten sowie der Topographie. Dabei werden eine Vielzahl an Komponenten des Bodenwasserhaushaltes im Modell simuliert (siehe Abbildung). So können u. a. Einflüsse von Landnutzungs- und Klimaänderungen auf das Abflussregime bzw. den gesamten Wasserhaushalt untersucht und beurteilt werden.



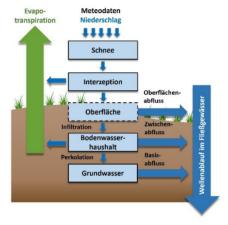
Hydrologische Modellierung mit dem Modell PANTA RHEI

Für die Untersuchung der Auswirkun-Klimawandels auf des Wasserwirtschaft in Niedersachsen wurden hydrologische Flussgebietsmodelle erstellt. Als Modellsystem wurde u.a. die Software PANTA RHFI verwendet. Dieses Modellsvstem wurde von der Abteilung Hydrologie, Wasserwirtschaft und Gewässerschutz des Leichtweiß-Instituts für Wasserbau an der TU Braunschweig in Zusammenarbeit mit dem Institut für Wassermanagement IfW GmbH entwickelt. PANTA RHEI ist ein deterministisches hydrologisches Modell mit einer Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten. Derzeit wird PANTA RHFI für die Berechnung von Bemessungsabflüssen, für die Hochwasservorhersage in Niedersachsen sowie für klimawandelbezogene Untersuchungen in nationalen und internationalen Projekten eingesetzt.

Hydrologische Prozesse

Mit einem Wasserhaushaltsmodell können die verschiedenen hydrologischen Prozesse, die den Wasserfluss in der Landschaft bestimmen, berechnet werden. Die Abbilduna zeiat schematisch die im Wasserhaushaltsmodell PANTA RHEI berücksichtigten Hierbei werden laterale Prozesse. Prozesse (Abflusskonzentration und Wellenablauf) und vertikale Prozesse (Abflussbildung) unterschieden.

Berechnung der vertikalen Prozesse (z.B. Infiltration) erfolgt auf der Ebene des Hydrotops – der kleinsten hydrologisch einheitlichen Fläche. Die lateralen hydrologischen Prozesse werden für jedes als "Teilfläche" bezeichnete Systemelement und seine darin enthaltenen konzeptionellen Speicher wie Schneespeicher oder Grundwasserspeicher berechnet. Für jeden Berechnungszeitschritt – zumeist jede Stunde – erfolgt die Berechnung der 7u-Ahströme sowie und Landfläche Wasserbilanz einer



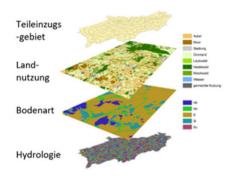
Schema der Komponenten und Prozesse in einem Wasserhaushaltsmodell, Quelle: Leichtweiß-Institut für Wasserbau - TU Braunschweig

Bausteine des Modells

Für die hydrologische Modellierung wird ein Flussgebiet räumlich in Systemelemente untergliedert. Systemelemente sind Flächen (Teileinzugsgebiete und deren Unterelemente: Hydrotope) und Bauwerke.

Fin Hydrotop fasst Flächen mit ähnlichem hydrologischen Verhalten zusammen. Die Bodenart selbst und die Landnutzung bestimmen typische Eigenschaften. weshalb sie Abgrenzung von Hydrotopen genutzt werden können. Folgende Bauwerke können berücksichtigt werden: Düker, Hochwasserrückhaltebecken. Retentionsraum Talsperren. und

Talsperren, Retentionsraum und Verzweigung.



Wesentliche Bestandteile hydrologischer Modelle

Vorgehen bei der klimaszenarienbasierten Wasserhaushaltsmodellierung

Um die zukünftige Veränderung des Landschaftswasserhaushalts sowie die zukünftige Abflusssituation in Niedersachsen ermitteln zu können, werden Wasserhaushaltsmodelle eingesetzt. Sie berücksichtigen das komplexe Zusammenwirken von Klimagrößen, Wasserhaushalt und weiteren Gegebenheiten wie den Bodeneigenschaften und der Landnutzung. Mit Wasserhaushaltsmodellen ist es möglich, wesentliche Komponenten des Wasserhaushalts wie Verdunstung, Wasserspeicherung im Boden und den Abfluss im Gewässer in ihrer räumlichen und zeitlichen Verteilung zu berechnen. Dadurch kann die Wirkung von klimatischen Änderungen auf den Wasserhaushalt und das Abflussverhalten auf Basis der Klimaprojektionen ermittelt werden. Anknüpfend an die Klimaprojektionen der Klimamodelle bildet die Wasserhaushaltsmodellierung somit das letzte Glied der Modellkette in der Klimafolgenmodellierung.

Mit Klimamodellen werden nicht nur die klimatischen Verhältnisse Zukunft simuliert, sondern auch iene der Vergangenheit nachgebildet. In vielen Fällen lassen sich systematische Abweichungen zwischen der meteorologischen Beobachtung (Messung) und der mit Klimamodell simulierten meteorologischen Vergangenheit feststellen.



Schema Klimafolgenmodellierung, Quelle: Leichtweiß-Institut für Wasserbau - TU Braunschweig

Eine solche als "Bias" bezeichnete Abweichung kann beispielsweise sein, die tatsächlich gemessenen Temperaturen systematisch niedriger sind, als dieienigen, die mit einem Klimamodell für denselben Zeitraum simuliert wurden. Durch einen Vergleich der Klimamodelldaten mit den tatsächlich gemessenen Werten können die Art und Größe der systematischen Abweichungen bestimmt werden Unter der Annahme, dass die Klimamodelldaten in der Vergangenheit und der Zukunft einen ähnlichen Fehler aufweisen, können die Klimaproiektionen mit mathematischen Verfahren angepasst (Bias-Korrektur) und anschließend an das Wasserhaushaltsmodell übergeben werden. Diese

Anpassung ist notwendia, da fehlerhafte hzw unrealistische Eingangsdaten in Wasserhaushaltsmodellen gleichsam zu falschen Abflüssen in der Zukunft führen

Ensemble von Klimaprojektionen als Eingangsdaten für die Wasserhaushaltsmodellierung decken eine möglicher Bandbreite zukünftiaer klimatischer Änderungen ab. In der Wasserhaushaltsmodellierung ben sich auf Basis der verschiedenen Klimaprojektionen verschiedene Aussagen zur Entwicklung des Abflussgeschehens und des Wasserhaushalts. Die Gesamtheit dieser Aussagen bezeichnet man als Abflussprojektion.

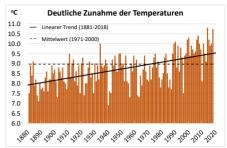


Klimawandel in Niedersachsen

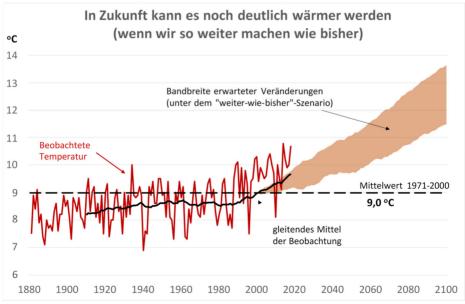
Veränderung der Temperatur

Seit Beginn der Aufzeichnungen am Ende des 19. Jahrhunderts ist die mittlere Jahrestemperatur in Niedersachsen bis 2018 um +1,6 °C angestiegen. Überdurchschnittlich warme Jahre kamen vor allem seit Mitte der 1980er Jahre vor. So liegen bis Ende 2020 acht der zehn wärmsten jemals gemessenen Jahre in Niedersachsen innerhalb des 21. Jahrhunderts. Dabei bildet das Jahr 2020 mit einer Durchschnittstemperatur von 10,9 Grad Celsius den Spitzenwert, dicht gefolgt von 2014, 2018 und 2019. Der langjährige Mittelwert (Periode 1971-

2000) liegt dagegen bei 9,0 Grad Celsius.



Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen in Niedersachsen, *Datenquelle: DWD*



Entwicklung der Temperaturen in Niedersachsen von der Vergangenheit bis in die Zukunft, Datenquelle: DWD, EURO-CORDEX, Reklies-De

15

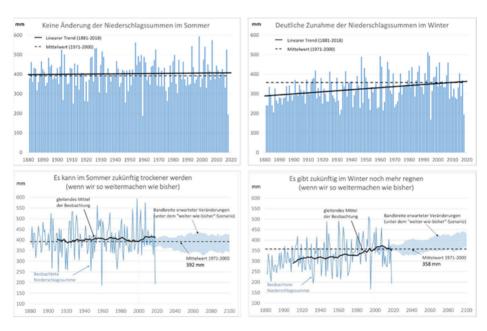
Veränderung der Niederschläge

Die Niederschläge im Sommerhalbjahr (Mai – Oktober) zeigen bisher keinen eindeutigen Trend, auch wenn das Jahr 2018 das zweittrockenste seit Beginn der Aufzeichnungen in Niedersachsen war. Im Winterhalbjahr (November - April) haben die Werte dagegen um rund 25% zugenommen. Wenn die Treibhausgas-Emissionen wie in den letzten Jahrzehnten weiter voranschreiten, können die Sommer bis zum Ende des Jahrhunderts jedoch trockener werden, bei bis zu rund 15%

weniger Niederschlag gegenüber dem langjährigen Mittel (1971-2000). Im Winter dagegen nähmen die Niederschläge bis 2100 um 0-20% zu.



Quelle: ADRIELO/pixabay



Entwicklung der Niederschläge in Niedersachsen von der Vergangenheit bis in die Zukunft, Datenquelle:DWD

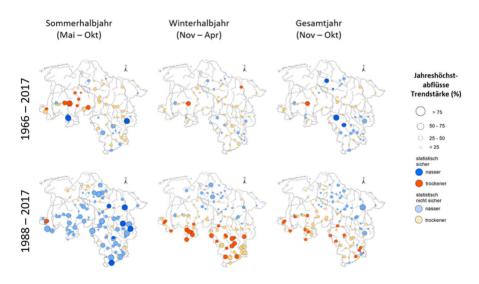
Klimafolgen in Niedersachsen

Veränderungen der Hochwasserverhältnisse



Hochwasser Hannoversch Münden 2011, Ouelle: NLWKN Die Ergebnisse von KliBiW zeigen, dass sich die Hochwasserscheitel in den letzten 50 Jahren nur wenig verändert haben. Lediglich im Sommerhalbjahr gab es deutlichere Abnahmen im zentralen Niedersachsen. In den letzten 30 Jahren haben sich diese Muster verändert. Während es im Winterhalbjahr signifikante Abnahmen der Scheitelabflüsse in der südlichen und Zunahmen in der nördlichen Landeshälfte gab, haben die Höchstabflüsse im Sommerhalbjahr in weiten Teilen des Landes deutlich zugenommen.

Hochwasser haben sich regional unterschiedlich entwickelt



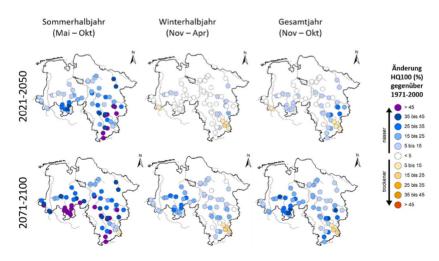
Die zukünftige Hochwassersituation in Niedersachsen lässt erkennen, dass die Zunahmen der Abflussmengen, die im statistischen Mittel einmal alle 100 Jahre auftreten können (HQ 100), im Sommerhalbjahr am stärksten ausfallen. Unter der Annahme des "weiter-wie-bisher"-Szenarios-

(RCP8.5) sind bereits leichte Zunahmen in der nahen Zukunft zu erwarten. In der fernen Zukunft des RCP8.5 gibt es deutliche 7unahmen der Scheitelabflüsse an allen Pegeln in Niedersachsen, wobei auch hier das Sommerhalbiahr am stärksten Erscheinung tritt. Die Trends der jüngeren Vergangenheit setzen sich in der Zukunft weiter fort. Vor allem die Situation im Sommerhalbjahr wird sich deutlich verschärfen. Dadurch können sich Hochwasserverhältnisse ergeben. die bisher nicht beobachtet wurden. Dementsprechend könnten aktuelle



Vorsorge- und Schutzmaßnahmen zukünftig nicht mehr ausreichen. Um diesen Erkenntnissen Rechnung zu tragen, wurde durch KliBiW die Anwendung eines Klimabeiwertes bei zukünftigen Bemessungsfragen im Hochwasserschutz empfohlen.

Zukünftig können Hochwasser landesweit extremer werden



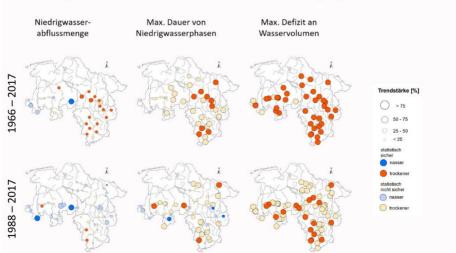
Veränderung der Niedrigwasserverhältnisse



Die Niedrigwassersituation in Niedersachsen hat sich in der Vergangenheit an den meisten Pegeln kontinuierlich verschärft. Vor allem im östlichen bzw. südöstlichen Niedersachsen kam es seit den 1960er Jahren zu einer Abnahme des Niedrigwasserabflusses sowie zu einer Zunahme der Niedrigwasserdauer als auch des Defizites an Wasservolumen.

Letzteres zeigt, welche Wassermenge dem Fluss während Niedrigwasserphasen gegenüber normalen Abflussbedingungen fehlt. Diese Entwicklung setzt sich etwas schwächer auch in den letzten 30 Jahren weiter fort, wobei Niedrigwasserabfluss regional uneinheitliche Tendenzen aufweist. Die Zunahmen langer Trockenphasen oder Dürren stellen die Wasserwirtschaft vor aroße Herausforderungen. 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. Langanhaltende Niedrigwasserperioden beeinflussen gravierend u.a. die industrielle Produktion, die Schifffahrt, Trinkwasserversorgung, die Energiewirtschaft sowie die Landwirtschaft und die Ökologie der Gewässer.

Die Niedrigwasserverhältnisse haben sich in der Vergangenheit verschärft

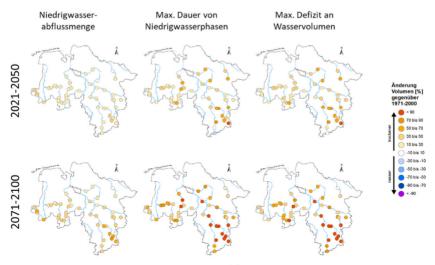




Zukünftig findet bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts zunächst eine leichte Entspannung der Niedrigwassersituation in den meisten Regionen von Niedersachsen im Vergleich zum Referenzzeitraum (1971- 2000) statt. In der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts kommt es dann zu einer deutlichen

Verschärfung der Niedrigwasserverhältnisse, welche sich unter dem "weiter-wie-bisher"-Szenario regional (vor allem im südlichen Niedersachsen) bemerkhar macht

Zukünftig kann sich die Niedrigwassersituation regional verschärfen





Klimawandel und betroffene Handlungsfelder in der Wasserwirtschaft

Projektionen des zukünftigen Klimas belegen eine Verstärkung der bereits erkennbaren Klimafolgen (v.a. im Hinblick auf die Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen). Dieses hat verschiedenste Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft in Niedersachsen.

Durch räumlich und zeitlich veränderte Niederschlagsmuster und damit einhergehende Änderungen des Abflussverhaltens werden sämtliche Handlungsfelder in der Wasserwirtschaft beeinflusst.

Extreme Trockenzeiten



Geringe oder ausbleibende Niederschläge über längere Zeiträume bei gleichzeitig hohen Temperaturen können zu extremen Trocken- bzw. Niedrigwasserphasen führen. Solche Ereignisse werden zukünftig häufiger auftreten und länger andauern.

Extreme Niederschläge



Große Niederschlagsmengen über längere Zeiträume oder sehr heftige Niederschläge über kurze Zeiträume (sog. Starkregen) können zu Hochwasser und Überschwemmungen führen. Solche Ereignisse werden zukünftig wahrscheinlich häufiger bzw. intensiver auftreten.

Hochwasser- und Küstenschutz



Das Risiko von Überschwemmungen an Flüssen wird sich an vielen Orten erhöhen. Die Folgen sind große finanzielle Schäden, Verschmutzungen der Umwelt bspw. durch beschädigte Heizöltanks bis hin zu Verletzten oder sogar tödlichen Unfällen. Für die Küstenorte wird der Meeresspiegelanstieg bedrohliche Auswirkungen zur Folge haben. Hochwasserschutzbauten und Deiche müssen verstärkt werden.

Starkregen und Sturzfluten



Starkregen mit der Gefahr von wild abfließendem Oberflächenabfluss oder Sturzfluten können überall auftreten. Zukünftig nimmt das Risiko solcher Ereignisse weiter zu. Als Folge kommt es neben Überschwemmungen auch zu Hangrutschungen, Bodenerosion, massiver Bewegung von Schlamm und Geröll sowie Baumentwurzelungen.

Grund- und Trinkwasserschutz



86 % des Trinkwassers werden in Niedersachsen aus dem Grundwasser gewonnen. Länger anhaltende Trockenperioden können die Grundwasserneubildung beeinflussen. Sinkt der Grundwasserstand unter ein gewisses Nieveau, könnte sich zudem durch die Konzentration von geogenen und anthropogenen Stoffen die Qualität des Grundwassers verschlechtern.

<u>Talsperrenbewirtschaftung</u>



Die Bewirtschaftung der Stauseen an den Talsperren Söse, Oder, Ecker, Oker. Innerste und Grane dient vor allem dem Hochwasserschutz, der Trinkwassergewinnung, Energieerzeugung und der Aufhöhung Niedrigwasserabflusses im des Unterlauf der Talsperren. Extreme Hochwasserereignisse extreme Trockenzeiten über längere Zeiträume oder in sehr kurzer jährlicher Abfolge sind besondere Herausforderungen.

Siedlungswasserwirtschaft



Eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen stärkere hydraulische wird eine Belastung der Kanalnetze und der Anlagen zur Regenwasserbehandlung und -rückhaltung bewirken. Überstauund Überflutungsereignisse werden in bestehenden Kanalnetzen zunehmen. 7unahme Fine sommerlicher wird Trockenwetterperioden abnehmenden Niedrigwasserabflüssen und höheren Gewässertemperaturen führen.

KLIMAWANDEL bewältigen KLIMASCHUTZ Maßnahmen zur Bekämpfung der Ursachen des Klimawandels (Reduktion von Treibhausgasemissionen) KLIMASCHUTZ KLIMAANPASSUNG Maßnahmen zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels

Klimaanpassung in Niedersachsen

Klimaanpassung ist notwendig, um rechtzeitig auf die nicht mehr vermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels reagieren zu können und sich mit ihnen zu arrangieren. Ziel dabei ist es, sich so auf das sich ändernde Klima einzustellen, dass Schäden und Beeinträchtigungen weitestgehend vermieden werden können. Viele Initiativen und Maßnahmen sorgen bereits dafür, dass die Empfindlichkeit natürlicher und menschlicher Systeme gegenüber tatsächlichen oder erwarteten Auswirkungen der Klimaänderung verringert werden.





Klimaanpassung in der Wasserwirtschaft

Der Klimawandel hat verschiedenste Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft in Niedersachsen

Bzgl. bereits bestehender Überlegungen und Optionen zur Anpassung sind in der niedersächsischen Anpassungsstrategie (2012) sowie in der Klimawirkungsstudie für Niedersachsen (2019) bereits eine Vielzahl von Maßnahmen aufgeführt, die ein zukünftiges Vorsorge- und Risikomanagement im Zuge des Klimawandels und seiner Folgen beschreiben.

Klimaanpassung ist eine kommunale Aufgabe

Integrierte Klimaschutzkonzepte bieten die Möglichkeit, die Themenfelder Klimaschutz und Klimaanpassung gemeinsam anzugehen. Das Themenfeld "Anpassung an den Klimawandel" als Teilkonzept beschäftigt sich mit den Fragen, welche Belastungen in einer Kommune aufgrund des Klimawandels relevant werden könnten. Bspw. wird geprüft, ob ausreichend Schutz vor den Folgen extremer Niederschläge und Stürmen besteht.

Klimaanpassung in Niedersachsen

BEISPIELE FÜR KLIMAANPASSUNGEN IM BEREICH OBERFLÄCHENGEWÄSSER

UNTERBINDUNG DER BAU- UND SIEDLUNGSTÄTIGKEIT IN HOCHWASSERGEFÄHRDETEN BEREICHEN.

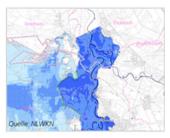
VORAUSSCHAUENDE PLANUNG VON MASSNAHMEN UNTER BEACHTUNG DER WIRTSCHAFTLICHKEIT.

Priorisierung von Nutzungen und Festlegung von Schwellenwerten für GGF. Notwendige Nutzungseinschränkungen.



NUTZUNG DER INSTRUMENTARIEN DES HOCHWASSERRISIKO-MANAGEMENTS (FÖRDERUNG NATÜRLICHER RÜCKHALT, HOCHWASSERVORSORGE TECHNISCHER HOCHWASSERSCHUTZ)

MASSNAHMENPROGRAMME UND BEWIRTSCHAFTUNGSPLÄNE ZUR EG-WASSERRAHMENRICHTLINIE (BEVORZUGUNG VON GEGENÜBER DEM KLIMAWANDEL ROBUSTEN UND EFFIZIENTEN MASSNAHMEN, INSBES. BEI EINER LANGEN BESTANDSDAUER DER MASSNAHMEN).



VERBESSERUNG DER DURCHGÄNGIGKEIT UND MORPHOLOGIE VON

NUTZUNG DER SYNERGIEN VON HOCH- UND NIEDRIGWAS-SERMANAGEMENT (Z.B. FÖRDERUNG NATÜRLICHER WASSER-RÜCKHALT UND DEZENTRALE NIEDERSCHLAGSVERSICKERUNG)

Priorisierung von Nutzungen und Festlegung von Schwellenwerten für GGF. Notwendige Nutzungsein-Schränkungen.



Infos Klimawandel in Niedersachsen

Klimawandel



Zum Thema Klimawandel stehen Ihnen fachliche, detaillierte Inhalte der Projekte KliBiW, KLIFWA sowie zur Klimawirkungsstudie Niedersachsens zur Verfügung.

www.nlwkn.niedersachsen.de/startsei te/wasserwirtschaft/klimawandel



Klimawandel kompakt



Kompakte Informationen zu den Themen Klimawandel, Klimafolgen, Klimamodellierung und Klimaanpassung in Niedersachsen mit dem Schwerpunkt Wasserwirtschaft finden Sie auf den Internetseiten des NLWKN.

https://www.nlwkn.niedersachsen.de/klimawandelkompakt



KliBiW



Globaler Klimawandel - wasserwirtschaftliche Folgenabschätzung für das Binnenland: Das Projekt KliBiW betrachtet und analysiert die Folgen des Klimawandels für Binnengewässer in Niedersachsen.

www.nlwkn.niedersachsen.de/startsei te/wasserwirtschaft/klimawandel/proje kt klibiw



<u>Veröffentlichungen</u> <u>Klimawandel /</u> Wasserwirtschaft



Oberirdische Gewässer Band 41 (2017) Gesamtbericht des Projektes KliBiW Themenbereich Hochwasser

Oberirdische Gewässer Band 42 (2019) Gesamtbericht des Projektes KliBiW Themenbereich Niedrigwasser

www.nlwkn.niedersachsen.de/startsei te/service/veroffentlichungen websho p/schriften zum downloaden/downlo ads_klimawandel/veroeffentlichungen -zum-thema-klimawandel-zumdownloaden-152728.html





Informationsdienst Gewässerkunde 01/2018: Klimawandel und Hochwasser

Informationsdienst Gewässerkunde 02/2019: Klimawandel und Niedrigwasser

www.nlwkn.niedersachsen.de/startsei te/wasserwirtschaft/publikationen/info rmationsdienst_gewasserkunde_flussgebietsmanagement/informationsdien st-gewaesserkundeflussgebietsmanagement107682.html



Info-Portal Hochwasser



Vor, während und nach dem Hochwasser richtig informiert sein. Der NLWKN hat wichtige Informationen für Sie zusammengestellt. Ein Angebot für die Bürgerinnen und Bürger und Akteure des Hochwasserschutzes für ein gestärktes Niedersachsen gegenüber Hochwasserrisiken.

www.nlwkn.niedersachsen.de/startsei te/hochwasser kustenschutz/



Impressum





Herausgeber

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

Telefon: (04931) 947 - 249

E-Mail: pressestelle@nlwkn.niedersachsen.de

www.nlwkn.niedersachsen.de

Titelbild

Hans-Jürgen Zietz, NLWKN

Gestaltung

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz,

Corinna Forberg **Uwe Petry** Franziska Johannes

Stand

11.04.2022