

Norddeutscher Klimamonitor – Klimazustand und Klimaentwicklung in Norddeutschland innerhalb der letzten 60 Jahre (1951–2010)

Insa Meinke, Moritz Maneke, Wolfgang Riecke, Birger Tinz

Der norddeutsche Klimamonitor ist ein Informationsprodukt, das vom Norddeutschen Klimabüro des Helmholtz-Zentrums Geesthacht und vom Regionalen Klimabüro Hamburg des Deutschen Wetterdienstes entwickelt wurde, um über den aktuellen Forschungsstand zum Klima und bisherigen Klimawandel in Norddeutschland zu informieren. Dazu wurden Stationsmessungen des DWD-Messnetzes und messbasierte Flächendatensätze sowie Reanalysen aus dem coastDat-Datensatz für Norddeutschland ausgewertet und auf einer Webseite grafisch veranschaulicht. Die Auswertungen zeigen, dass selbst bei Klimatelementen, deren Messung als robust und wenig fehleranfällig gilt, ein Unsicherheitsbereich hinsichtlich ihres Zustandes und somit auch hinsichtlich der bisherigen Änderungen existiert. Dennoch weisen innerhalb der letzten 60 Jahre alle Datensätze auf eine Erwärmung von etwa 1,2 K in Norddeutschland hin. Zudem ist die beobachtete Erwärmung der letzten 30 Jahre als exemplarisch für die künftig zu erwartende Erwärmung einzustufen.

Einleitung

Anlässlich unterschiedlicher Informationsbedarfe sowohl auf Länderebene als auch in der breiten Öffentlichkeit haben das Regionale Klimabüro Hamburg des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und das Norddeutsche Klimabüro des Helmholtz-Zentrums Geesthacht (HZG) gemeinsam einen Norddeutschen Klimamonitor entwickelt. Neben der Darstellung aktueller und vergangener Klimazustände informiert das Internetprodukt auf Basis von Stations- und Flächendaten über Entwicklungen unterschiedlicher Klimagrößen innerhalb der letzten 60 Jahre (1951-2010) in Norddeutschland. Die Trends bisheriger Änderungen werden zudem in Relation zu möglichen zukünftigen regionalen Klimaszenarien gesetzt. Auf diese Weise können Nutzer erkennen, ob es sich bei den bereits eingetretenen Änderungen um natürliche Schwankungen handelt, oder ob sie möglicherweise bereits eine Folge anthropogener Treibhausgasemissionen sind. Der Norddeutsche Klimamonitor ist ein interaktives Internetprodukt, das unter www.norddeutscher-klimamonitor.de öffentlich zugänglich ist.

Motivation

Mit der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS), die vom BUNDESKABINETT am 17.12.2008 verabschiedet wurde, entstand ein großer Bedarf an regionalisierten Klimaszenarien für die Zukunft. Diese waren zwar in Form von Rohdaten öffentlich verfügbar, bedurften jedoch einer nutzerbezogenen Auswertung und Interpretation, die von Fachfremden neben ihren eigentlichen Aufgaben nicht zu bewerkstelligen war. So wurden verschiedene Klimaatlanten konzipiert und in einer für Laien verständlichen Form im Internet veröffentlicht (vgl. MEINKE et al. 2009 und DWD 2010). Regionale Klimaszenarien sind jedoch mit Unsicherheiten behaftet und werden dies methodenbedingt auch künftig sein. Trotzdem müssen rechtzeitig Anpassungsstrategien an den Klimawandel entwickelt und umgesetzt werden. Vor diesem Hintergrund wurden immer wieder Forderungen nach einem messbaren Beweis für regionale Klimaentwicklungen an den DWD und das HZG heran getragen.

Im Zuge der Umsetzung der Anpassungsstrategie auf Länderebene, die von dem Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie flankiert wird (BUNDESKABINETT, 2011), wird auf Länderebene derzeit der Aufbau regionaler Klimamonitoringsysteme angestrebt. Ziel dieser Monitoringsysteme soll es sein, Kenntnisse über regionale Verwundbarkeiten auf Länderebene zu erlangen, die im Zusammenhang mit dem anthropogenen Klimawandel stehen. Diese sollen auf verlässlichen Daten basieren (SCHLESWIG-HOLSTEINISCHER LANDTAG, 2013). Auch bei diesen Bestrebungen steht der Wunsch nach einer Art Beweis im Vordergrund, nämlich bewerten zu können, wie sich der Klimawandel tatsächlich auf das jeweilige Bundesland ausprägt und ob avisierte Anpassungsmaßnahmen erfolgsversprechend und ausreichend sind (<http://www.hamburg.de/anpassungsstrategie/> abgerufen am 13.01.2014).

Die Norddeutschen Bundesländer haben vereinbart bezüglich eines regionalen Klimamonitoringsystems zusammen zu arbeiten. Zu diesem Zweck fanden seit 2012 mehrere Workshops statt, bei denen auch die regionalen Klimabüros des DWD und des HZG vertreten waren. Auf diesen Workshops wurden zunächst zusammen mit den verschiedenen Anwendergruppen wie z.B. der Stadtplanung, der Wasser- oder Landwirtschaft Indikatoren identifiziert, die Gegenstand eines Klimamonitorings in Norddeutschland sein sollten. Dabei wurde deutlich, dass die definierten State-Indikatoren meteorologische und daraus abgeleitete Größen darstellen.

Norddeutscher Klimamonitor: Ziele und Methoden

Aus Sicht des Regionalen Klimabüros Hamburg des Deutschen Wetterdienstes und des Norddeutschen Klimabüros des Helmholtz-Zentrums Geesthacht lassen sich aus dem oben beschriebenen Stakeholderbedarf drei Hauptziele ableiten. Hierzu zählen:

- 1) eine realistische Darstellung des Klimazustandes in Norddeutschland,
- 2) die Darstellung bisheriger Klimaentwicklungen in Norddeutschland und
- 3) Konsistenz bisheriger Trends mit regionalen Klimaszenarien.

Diese Ziele wurden im Norddeutschen Klimamonitor umgesetzt und sollen nachfolgend kurz beschrieben werden.

Klimazustand in Norddeutschland

Der Klimazustand in Norddeutschland wird für unterschiedliche Zeitfenster auf Basis von ausgewählten norddeutschen Stationsdaten des DWD-Stationsmessnetzes sowie mess- und modellbasierten Flächendaten (vgl. Tab. 1-3) als 30-Jahresmittelwerte dargestellt. Die Beobachtungsdaten von zwanzig, für die verschiedenen Regionen Norddeutschlands möglichst repräsentativen Messstationen aus dem DWD-Messnetz werden in die Betrachtungen aufgenommen. Messungen bilden die beste Näherung an den Klimazustand eines bestimmten Ortes (Tab. 1). Neben der regionalen Klimatologie werden die Messungen jedoch von lokalen Eigenschaften des Messumfeldes beeinflusst. Stationsverlegungen, wodurch auch immer ausgelöst, können in den Messreihen zu Unstetigkeiten führen. Genau genommen geben sie also nur Auskunft über das modifizierte Klima des gerade bestehenden, direkten Umfeldes einer Messstation.

Für eine räumlich lückenlose Darstellung des Klimazustandes werden daher Flächendaten verwendet. Die Datensätze aus räumlich interpolierten Messdaten (Tab. 2), sind hierfür gut geeignet, liefern jedoch nur Informationen über Land und liegen meistens nur für wenige

Klimagrößen (Lufttemperatur und/oder Niederschlag) vor. Zudem können aufgrund der meist groben zeitlichen Auflösung (Monatsmittel) keine Kenntage (heiße Tage etc.) abgeleitet werden. Damit alle Klimazustände der identifizierten State-Indikatoren (s.o.) dargestellt werden können, werden deshalb zudem Reanalysen aus der coastDat-Datenbank ausgewertet (Tab. 3). Aus den bis zu sechs unterschiedlichen Flächendaten ergeben sich für die Klimazustände der unterschiedlichen Klimagrößen Spannbreiten. Bei dem dreißigjährigem Jahresmittelwert (1981-2010) der 2m-Lufttemperatur reicht diese Spannbreite der Gebietsmittelwerte in Norddeutschland von 8 °C bis 9,2 °C.

Mit dem Ziel einer realistischen Darstellung wurde für jede Klimagröße ein Standard-Flächendatensatz identifiziert, dessen Gebietsmittel über alle Jahreszeiten in allen Zeitfenstern die kleinste Differenz sowohl a) zum Ensemble-Mittel der Flächendaten für Norddeutschland als auch b) zum Mittel aller Stationen in Norddeutschland aufweist. Für jede Klimagröße wird der jeweilige Standard-Flächendatensatz als Karte zusammen mit den Stationsdaten dargestellt, die als rote Punkte in der Karte gekennzeichnet sind (vgl. Abb. 1). Im Spannbreitendiagramm rechts neben der Karte wird das Gebietsmittel dieses Standard-Flächendatensatzes innerhalb der Spannbreite aller Flächendaten gekennzeichnet.¹⁾

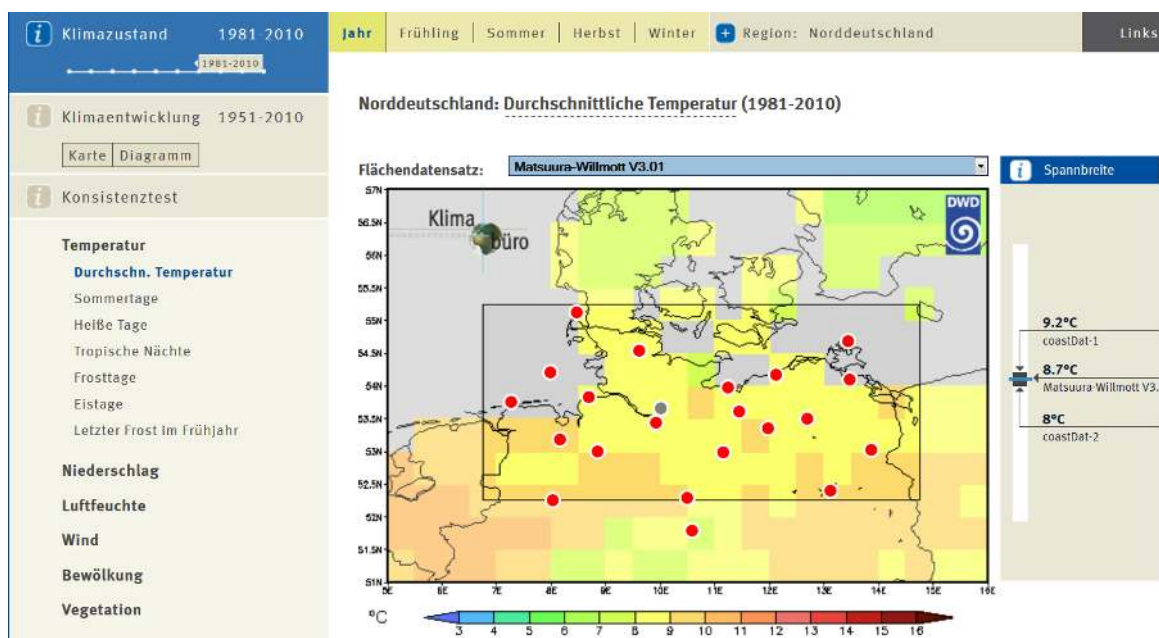


Abb. 1: Darstellung des Klimazustandes im Norddeutschen Klimamonitor, hier am Beispiel der durchschnittlichen Temperatur (1981-2010) gemäß des Matsuura-Willmott V3 Datensatzes (Karte) und der Stationsdaten des DWD (Punkte)

Bisherige Klimaentwicklungen in Norddeutschland

Bisherige Klimaentwicklungen in Norddeutschland werden für die letzten sechzig Jahre (1951-2010) auf Basis der räumlich und zeitlich homogenen coastDat-Datensätze (WEISSE et al., 2009; GEYER 2013) sowie ausgewählter DWD-Stationsdaten dargestellt. Die jeweiligen Änderungen sind mittels linearer Regressionen der jeweiligen Klimagrößen gegenüber dem Zeitraum 1951 bis 2010 ermittelt worden. Die Stationsdaten bedurften hinsichtlich der Auswertung bisheriger Klimaentwicklungen genauer Untersuchungen in Bezug auf Unstetigkeiten in ihrer jeweiligen Historie sowie einer diesbezüglichen Interpretation der Messungen, da anderenfalls

möglicherweise fehlerhafte Klimatrends abgeleitet worden wären. Bei den Stationsdaten variiert auch aus diesem Grund der berücksichtigte Messzeitraum von Station zu Station. Auf einer Extraseite erfolgen im Norddeutschen Klimamonitor nähere Stationsangaben u.a. mit Fotos. Von den zwanzig Messstationen, die dem Norddeutschen Klimamonitor zu Grunde liegen, reichen die Messungen an sieben Stationen bis 1951 zurück (vgl. Tab. 1). Vier von diesen Stationen (Arkona, Brocken, Marnitz und Waren), sind im gesamten Untersuchungszeitraum nicht verlegt worden, so dass nur für diese Stationen für alle gemessenen Klimagrößen 60-Jahrestrends angegeben werden können.²⁾³⁾

Aus den beiden zeitlich und räumlich homogenen coastDat-Datensätzen ergeben sich wiederum Spannbreiten für die bisherigen Klimaentwicklungen. Deshalb wurde auch für die Darstellung der Klimaentwicklungen ein Standard-Flächendatensatz identifiziert, dessen Gebietsmittel über alle Jahreszeiten die kleinste Differenz zum Mittel aller Stationsmessungen aufweist, die für die jeweilige Klimagröße für den gesamten Untersuchungszeitraum verfügbar sind. Die Klimaentwicklungen aus diesem Standard-Flächendatensatz werden jeweils als Karte dargestellt (vgl. Abb. 2).⁴⁾ Die Spannbreite der bisherigen Klimaentwicklung, die sich aus den beiden coastDat-Datensätzen ergibt, wird in einem Spannbreitendiagramm jeweils rechts neben der Karte dargestellt. Alle Trends wurden mit dem t-Test auf Signifikanz geprüft. Sofern Trends in bestimmten Regionen signifikant sind, wird dies sowohl in der Karte als auch hinter den Änderungswerten der Stationsdaten gekennzeichnet.

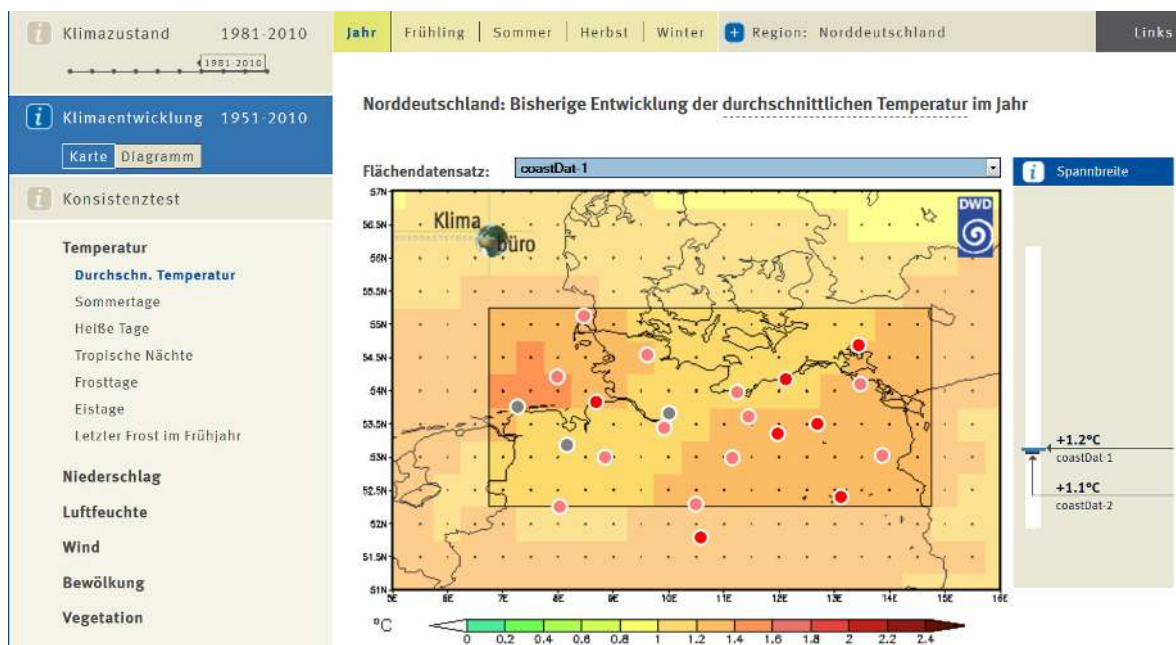


Abb. 2: Darstellung der bisherigen Klimaentwicklung von 1951 bis 2010 im Norddeutschen Klimamonitor, hier am Beispiel der durchschnittlichen Temperatur gemäß des coastDat-1 Datensatzes des HZG (Karte) und der Stationsdaten des DWD (Punkte).

Konsistenz bisheriger Klimaentwicklungen mit Szenarien

Um der Forderung nach einem messbaren Beweis für die Richtigkeit regionaler Klimaszenarien nachzukommen, werden neben der Analyse bisheriger Trends Konsistenztests durchgeführt (BARKHORDARIAN, 2012 und BHEND, 2008). Dabei werden die rezenten Klimatrends der letzten dreißig Jahre aller verfügbaren Datensätze mit möglichen zukünftigen Trends der 12 regionalen Klimaszenarien verglichen, die dem Norddeutschen Klimaatlas (MEINKE et al., 2009) zu Grunde liegen. Stimmt die Spannbreite aus den Trends der Klimaszenarien mit den Trends bisheriger Klimaentwicklungen überein, kann daraus geschlossen werden, dass 1) die bisherigen Klimaentwicklungen exemplarisch für zu erwartende zukünftige Änderungen sind. Zudem deutet diese Übereinstimmung darauf hin, dass 2) die bereits beobachteten Trends der letzten 30 Jahre durch menschliche Treibhausgasemissionen erklärt werden können, obwohl andere Erklärungen damit nicht ausgeschlossen werden (BARKHORDARIAN, 2012). Eine Diskrepanz zwischen den Trends bisheriger Klimaentwicklungen und den Trends der regionalen Klimaszenarien würde darauf hindeuten, dass der menschliche Einfluss für die Änderung der jeweiligen Klimagröße nicht dominant ist oder andere anthropogene Faktoren wie veränderte Aerosollasten eine Rolle spielen. Zudem kann der bisherige Trend auch eine Folge natürlicher interner Variabilität, und damit zufällig sein (BHEND, 2008).

Ausgewählte Ergebnisse des Norddeutschen Klimamonitors

Mit dem Norddeutschen Klimamonitor liegt eine Klimatologie für Norddeutschland vor, die neben den üblichen Klimatelementen Temperatur und Niederschlag auch Wind, Luftfeuchte, Bewölkung und Sonnenscheindauer sowie daraus abgeleitete Größen beinhaltet. Dieser Klimatologie liegen sowohl Stationsmessungen des DWD-Messnetzes und messbasierte Flächendatensätze als auch Reanalysen aus dem coastDat-Datensatz zu Grunde. Die umfangreiche Datenbasis trägt der Tatsache Rechnung, dass jeder Datensatz jeweils nur eine Annäherung an die Realität sein kann. Das Ziel einer realistischen Darstellung des Klimazustandes in Norddeutschland kann deshalb nur angenähert werden, was mit der zuvor beschriebenen Methode erfolgt ist. Dabei wird die existierende Spannbreite, innerhalb der ein Klimazustand laut der unterschiedlichen Datensätze realistisch ist, stets angegeben. Somit ist festzuhalten, dass selbst bei Klimatelementen, deren Messung als robust und wenig fehleranfällig gilt, ein Unsicherheitsbereich hinsichtlich ihres Zustandes und somit auch hinsichtlich der bisherigen Änderungen existiert.

Bezogen auf den Zeitraum 1981-2010 liegt die mittlere Jahrestemperatur in Norddeutschland bei 8,7 °C (Spannbreite: 8,0 °C bis 9,2 °C). Die höchsten mittleren Jahrestemperaturen werden in Oldenburg und Osnabrück erreicht und liegen bei 9,8 °C. Auf dem Brocken ist die mittlere Jahrestemperatur mit 3,5 °C am niedrigsten. Die meisten Sonnenstunden gibt es in Norddeutschland in Arkona (knapp 1880 h) und auf Helgoland (etwa 1760 h), die wenigsten auf dem Brocken (knapp 1420 h) und in Osnabrück (etwa 1510 h). Die mittlere jährliche Niederschlagssumme (1981-2010) liegt in Norddeutschland bei etwa 620 mm (Spannbreite: 620 mm bis 780 mm). Am höchsten ist die mittlere jährliche Niederschlagssumme mit 1879 mm auf dem Brocken, gefolgt von Schleswig mit 885 mm. Die geringste jährliche Niederschlagssumme wird in Angermünde mit 521 mm gemessen. Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt in Norddeutschland im Jahresmittel bei 5,4 m/s. An den Küsten (Norderney, Arkona), auf Helgoland und auf dem Brocken sind die Werte am höchsten, im Binnenland (Lüchow, Osnabrück) sind sie deutlich niedriger.

In den letzten 60 Jahren (1951-2010) hat sich Norddeutschland gemäß des coastDat-Datensatzes im Jahresmittel um etwa 1,2 K erwärmt. Von den sieben Messstationen, die den gesamten Untersuchungszeitraum abdecken, ist die Erwärmung in Warnemünde und Waren mit jeweils 1,7 K am stärksten. Auf dem Brocken ist sie mit 1,2 K am niedrigsten. Alle Trends sind statistisch signifikant, sowohl an den Messstationen als auch in ganz Norddeutschland. Im jahreszeitlichen Vergleich fällt die bisherige Erwärmung im Frühjahr und Winter am stärksten aus, wobei die winterliche Erwärmung nicht überall signifikant ist. Im Herbst ist die Erwärmung bisher am schwächsten. Die Sonnenscheindauer hat in Norddeutschland innerhalb der letzten 60 Jahre leicht zugenommen.

Die jährliche Niederschlagssumme hat sich in den letzten 60 Jahren nicht signifikant verändert. Zudem gibt es regionale Unterschiede in der Niederschlagsentwicklung. So hat die jährliche Niederschlagssumme an einigen Messstationen, wie beispielsweise in Cuxhaven (+60 mm) deutlich zugenommen, während sie an anderen Stationen, wie Marnitz (-41 mm) und Arkona (-22 mm) abgenommen hat. Im jahreszeitlichen Vergleich zeigt sich in beiden coastDat-Datensätzen eine sommerliche Niederschlagsabnahme, die sich mit Ausnahme des Brockens an allen Stationen, die den gesamten Beobachtungszeitraum abdecken, wiederfindet. In allen anderen Jahreszeiten zeigen alle verwendeten Datensätze eine Zunahme der Niederschlagssumme innerhalb der letzten 60 Jahre. Die Ergebnisse bezüglich der Temperatur- und Niederschlagsentwicklung sowie der Sonnenscheindauer stimmen im Wesentlichen mit den Erkenntnissen von SCHÖNWIESE und JANOSCHITZ (2005) überein, die jedoch nicht Norddeutschland fokussierten und andere Zeiträume betrachteten.

Für die Analyse bisheriger Änderungen des Windes sind keine Messungen verwendbar, da Windmessungen sehr stark durch Änderungen des Messinstruments und durch Veränderungen im Messumfeld beeinflusst werden. Sowohl coastDat-1 als auch coastDat-2 weisen auf eine leichte Zunahme der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit von etwa 5 % innerhalb des Zeitraumes 1951-2010 hin. Vorherige Studien zeigen jedoch, dass Windtrends sehr stark von dem jeweils ausgewählten Untersuchungszeitraum abhängen. Vielmehr unterliegt das Windklima starken Schwankungen, so dass ein eindeutiger Trend langfristig nicht festgestellt werden kann (ROSENHAGEN, 2008).

Die Konsistenztests zeigen für die Lufttemperatur gute Übereinstimmungen des rezenten Trends (1981-2010) mit den Szenarien. Daraus kann geschlossen werden, dass die Erwärmung der letzten 30 Jahre exemplarisch für die zu erwartende zukünftige Erwärmung ist. Zudem deutet diese Übereinstimmung darauf hin, dass menschliche Treibhausgasemissionen einen Beitrag zu den bereits beobachteten Trends innerhalb der letzten 30 Jahre geliefert haben können. Bei den Niederschlagstrends besteht eine Diskrepanz zwischen den bisherigen Trends der letzten 30 Jahre und den Trends der Szenarien. Während die Szenarien auf eine sommerliche Niederschlagsabnahme hindeuten, zeigen die Trends der letzten 30 Jahre auf eine Niederschlagszunahme. Auch im Winter stimmen die Niederschlagstrends der letzten 30 Jahre nicht mit den Trends der Szenarien überein. Während alle Szenarien auf eine winterliche Niederschlagszunahme hinweisen, liegen bei den rezenten Trends der letzten dreißig Jahre uneinheitliche Vorzeichen bei den verschiedenen Datensätzen vor. Die Diskrepanz zwischen den bisherigen Niederschlagstrends und den Szenarien kann verschiedene Ursachen haben. So kann es sein, dass der menschliche Einfluss für die Niederschlagsänderung nicht dominant ist. Es kann aber auch sein, dass die rezente Niederschlagsänderung der letzten 30 Jahre gänzlich eine Folge der natürlichen internen Variabilität, und damit zufällig ist.

Ausblick

Gemeinsam mit den Ländervertretern wurde am 18.11.2013 ein Workshop veranstaltet, auf dem die regionalen Klimabüros von DWD und HZG eine erste Version des Norddeutschen Klimamonitors vorstellten und diskutierten. Generell wurde von Seiten der Teilnehmer betont, dass alle oben genannten Ziele und deren Umsetzung im Norddeutschen Klimamonitor ihrem Wunsch nach einem messbaren Beweis bezüglich des regionalen Klimawandels in den Norddeutschen Bundesländern nachkommen, und somit eine gute Basis für ein auch von Seiten der Länder auszubauendes Norddeutsches Klimamonitoring geschaffen ist. Natürlich steht der Norddeutsche Klimamonitor auch jeglichen anderen potenziellen Nutzergruppen wie Kommunen oder Verbänden für eine rasche, fundierte Informationsquelle zur Verfügung.

Der Norddeutsche Klimamonitor ist als offenes System konzipiert, in das bei Bedarf weitere Indikatoren eingepflegt werden können. Hierzu bitten die regionalen Klimabüros des Deutschen Wetterdienstes und des Helmholtz-Zentrums Geesthacht auch weiterhin um entsprechende Anregungen aus dem potenziellen Nutzerkreis. Darüber hinaus ist beabsichtigt, die Datenbasis in regelmäßigen Zeitabständen zu aktualisieren.

Quellennachweis

BARKHORDARIAN, A. 2012: Consistency of recent climate change and expectation as depicted by scenarios over the Mediterranean region. Dissertation am Fachbereich Geowissenschaften Universität Hamburg.

BHEND, J. 2008: Consistency of observed winter precipitation trends in northern Europe with regional climate change projections. In *Climate Dynam.* 2008 31, 17-28.

BUNDESKABINETT 2008: Deutsche Anpassungsstrategie.

BUNDESKABINETT 2011: Aktionsplan Deutsche Anpassungsstrategie.

DEUTSCHER WETTERDIENST [DWD] 2010: Klimaatlas Deutschland. www.dwd.de/klimaatlas.

DEUTSCHER WETTERDIENST [DWD] 2011: Monthly mean of air temperature, 1km grid (format: ARCGRID), for Germany.

DIETZER, B. 2000: Berechnung von Gebietsniederschlagshöhen nach dem Verfahren REGNIE, Deutscher Wetterdienst – Hydrometeorologie, Offenbach, 2000.

GEYER, B. 2013: High resolution atmospheric reconstruction for Europe 1948–2012: coastDat2, *Earth Syst. Sci. Data Discuss.*, 6, 779-809, doi:10.5194/essdd-6-779-2013, 2013.

HAYLOCK, M.R., N. HOFSTRA, A.M.G. KLEIN TANK, E.J. KLOK, P.D. JONES, and NEW, M.. 2008: A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation. *J. Geophys. Res (Atmospheres)*, 113, D20119, doi:10.1029/2008JD10201.

JONES, P., HARRIS, I. 2013: CRU TS3.20: Climatic Research Unit (CRU) Time-Series (TS) Version 3.20 of High Resolution Gridded Data of Month-by-month Variation in Climate (Jan. 1901 - Dec. 2011), [Internet]. NCAS British Atmospheric Data Centre, University of East Anglia Climatic Research Unit (CRU).

MEINKE, I., GERSTNER, E.-M. 2009: Digitaler Norddeutscher Klimaatlas informiert über möglichen künftigen Klimawandel. Mitteilungen DMG 3/2009, 17.

ROSENHAGEN, G. 2008: Meteorologischer Hintergrund II: Zur Entwicklung der Sturmaktivität in Mittel- und Westeuropa. *promet* 34.

SCHNEIDER, U., BECKER, A., F, P., MEYER-CHRISTOFFER, A., RUDOLF, B., and ZIESE, M. 2011: GPCP Full Data Reanalysis Version 6.0 at 0.5°: Monthly Land-Surface Precipitation from Rain-Gauges built on GTS-based and Historic Data. DOI: 10.5676/DWD_GPCP/FD_M_V6_050.

SCHLESWIG-HOLSTEINISCHER LANDTAG 2013: Drucksache 18/889.

SCHÖNWIESE, C., JANOSCHITZ, R. 2005: Klimatrendatlas Deutschland 1901-2000. Berichte des Instituts für Atmosphäre und Umwelt d. Universität Frankfurt, 7.

WEISSE, R., VON STORCH, H., CALLIES, U., CHRASTANSKY, A., FESER, F., GRABEMANN, I., GÜNTHER, H., WINTERFELDT, J., WOTH, K., and PLUESS, A. 2009: Regional meteorological-marine reanalyses and climate change projections, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 90, 849–860, doi:10.1175/2008BAMS2713.1.

WILLMOTT, C. J. and MATSUURA, K. 2012a: Terrestrial Air Temperature: 1900-2010 Gridded Monthly Time Series (V 3.01).

WILLMOTT, C. J. and MATSUURA, K. 2012b: Terrestrial Precipitation: 1900-2010 Gridded Monthly Time Series (V 3.02).

Fußnoten

¹Beginnend mit dem Zeitfenster 1951-1980 können die Zeitfenster um jeweils 5 Jahre verschoben werden, so dass bis zum letzten Zeitfenster (1981-2010) sieben Klimazustände ausgewählt werden können. Die Standardeinstellung im Norddeutschen Klimamonitor zeigt das Zeitfenster von 1981-2010. Damit kommen wir den häufigen Fragestellungen nach, die sich auf den aktuellen Klimazustand beziehen. Die Darstellung wurde zudem von Nutzern angefragt um zukünftige Klimaentwicklungen in Relation setzen zu können.

²Alle anderen Stationen zeigen die Änderungen der jeweiligen Klimagröße innerhalb des jeweils verfügbaren Zeitraumes unter Annahme linearer Regressionen an und sind hellrot gekennzeichnet.

³Da auch die zeitliche Homogenität von Flächendatensätzen aus interpolierten Beobachtungsdaten sowohl durch Stationsverlegungen und Änderungen des Messumfeldes als auch durch eine zeitlich variierende Anzahl zugrunde liegender Messstationen beeinflusst wird, bestünde auch hier die Gefahr, dass zeitliche Trends der letzten 60 Jahre fälschlicherweise als Klimatrends interpretiert werden könnten. Deshalb wurden diese Datensätze bei der Analyse von Klimatrends nicht berücksichtigt.

⁴Für alle Klimagrößen, für die keine Beobachtungsstationen über den gesamten Untersuchungszeitraum vorhanden sind, ist coastDat-2 als Standard-Datensatz festgelegt worden, da dieser auch künftig aktualisiert und gepflegt wird.

Tabellen

Tabelle 1: Für den Norddeutschen Klimamonitor ausgewählte Stationen aus dem Messnetz des Deutschen Wetterdienstes mit den berücksichtigten Messzeiträumen inklusive Stationsverlegungen (Stand: 27. März 2014).

Station	von	bis	Höhe m über NN	Breite	Länge
Angermünde	11.01.1979		54	53°01'53" N	13°59'26" E
Arkona	01.10.1946		42	54°40'54" N	13°26'12" E
Boltenhagen	01.07.1967		15	54°00'16" N	11°11'32" E
Braunschweig	01.02.1954		81,2	52°17'29" N	10°26'47" E
Bremen	01.06.1978		4	53°02'40" N	08°47'55" E
Brocken	01.01.1951		1142	51°47'55" N	10°37'05" E
Cuxhaven	01.05.1951	06.04.1972	4	53°52'16" N	08°42'26" E
	07.04.1972		5	53°52'17" N	08°42'21" E
Greifswald	01.01.1889		2	54°05'48" N	13°24'20" E
Hamburg-Fuhlsbüttel	11.07.1968	04.09.1995	13	53°38'22" N	09°59'47" E
	05.09.1995		11	53°38'06" N	09°59'24" E
Hamburg-Neuwiedenthal	01.05.1962		3	53°28'39" N	09°53'44" E
Helgoland	29.08.1952	28.02.1964	4	54°10'37" N	07°53'31" E
	29.02.1964		4	54°10'36" N	07°53'33" E
List auf Sylt	24.11.1964	17.11.2009	26	55°00'45" N	08°24'45" E
	18.11.2009		26	55°00'40" N	08°24'45" E
Lüchow	25.11.1971	06.08.2007	17	52°58'26" N	11°08'24" E
	07.08.2007		17	52°58'26" N	11°08'21" E
Marnitz	01.08.1948		81	53°19'28" N	11°56'01" E
Norderney	01.09.1981		11	53°42'44" N	07°09'07" E
Oldenburg	01.01.1969	14.10.2007	11	53°10'31" N	08°10'52" E
	15.10.2007	01.10.2012	11	53°10'35" N	08°10'56" E
Osnabrück	19.12.1953	30.11.2010	95,4	52°15'26" N	08°03'16" E
Potsdam	01.01.1946	31.12.1984	81	52°23'01" N	13°03'50" E
	01.01.1985		81	52°22'52" N	13°03'44" E
Rostock-Warnemünde	01.01.1951	31.05.1951	4	54°10'48" N	12°04'50" E
	01.06.1951		4	54°10'54" N	12°04'56" E
Schleswig	23.08.1954		42,5	54°31'39" N	09°32'55" E
Schwerin	01.07.1953	12.02.2013	59	53°38'33" N	11°23'14" E
Waren	01.01.1947		70	53°31'17" N	12°40'10" E

Tabelle 2: Im Norddeutschen Klimamonitor verwendete interpolierte Beobachtungsdaten.

Datensatz	Zeitraum	Zeitliche Auflösung	Räumliche Auflösung	Räumliche Ausdehnung	Parameter
CRU TS 3.20 (JONES & HARRIS, 2013)	1901-2011	Monatlich	0.5°	Global über Land	Temp. Tagesmittel Niederschlagshöhe Bewölkung
de.dwd.nkdz-grid.TAMM (DWD 2011)	1901-2010	Monatlich	~1 km (0.5°)†	BRD über Land	Temp. Tagesmittel
E-OBS 9.0 (HAYLOCK et al., 2008)	1950-2012	Täglich	0.25°	Europa über Land	Temp. Tagesmittel Temp. Tagesmin. Temp. Tagesmax. Niederschlagshöhe
GPCC v6 (SCHNEIDER et al., 2011)	1901-2010	Monatlich	0.5°	Global über Land	Niederschlagshöhe
Matsuura-Willmott V3.01 (WILLMOTT & MATSUURA, 2012a)	1900-2010	Monatlich	0.5°	Global über Land	Temp. Tagesmittel
Matsuura-Willmott V3.02 (WILLMOTT & MATSUURA, 2012b)	1900-2010	Monatlich	0.5°	Global über Land	Niederschlagshöhe
REGNIE (DIETZER, 2000)	1951-2009	Täglich	~1 km (0.5°)†	BRD über Land	Niederschlagshöhe

† Räumliche Auflösung wurde im Zuge der Auswertungen des Norddeutschen Klimamonitor verändert.

Tabelle 3: Im Norddeutschen Klimamonitor verwendete Modelldaten (coastDat).

Datensatz	Zeitraum	Zeitliche Auflösung	Räumliche Auflösung	Räumliche Ausdehnung	Parameter
coastDat-1 (WEISSE, et al., 2009)	1948-2007	Stündlich	0.5°	Europa über Land und Ozean	alle
coastDat-2 (GEYER, 2013)	1948-2012	Stündlich	0.22° (0.25°)†	Europa über Land und Ozean	alle

† Räumliche Auflösung wurde im Zuge der Auswertungen des Norddeutschen Klimamonitor verändert.