



www.klimaatlas.nrw.de

www.klimafolgenmonitoring.nrw.de

www.klimaanpassung.nrw.de

Daten und Fakten zum Klimawandel in Nordrhein-Westfalen

Einführung und Lesehilfe

Klimaveränderungen hat es in der Erdgeschichte häufig gegeben. In der Vergangenheit waren diese auf natürliche Ursachen, wie beispielsweise die Änderungen der Sonnenaktivität und der Erdbahnparameter oder Vulkanaktivitäten zurückzuführen (z.B. SCHÖNWIESE 2013). Die derzeit stattfindenden klimatischen Veränderungen sind jedoch äußerst wahrscheinlich auf den Menschen als Hauptverursacher zurückzuführen (IPCC 2013), weshalb man auch vom anthropogenen Klimawandel spricht.

Ziel der LANUV-Datenblätter zum Klimawandel in NRW ist, einen kurzen Überblick über den bereits zu beobachtenden Klimawandel und seine Folgen in NRW zu geben. Weiter soll aufgezeigt werden, wie sich das Klima in den nächsten 100 Jahren wahrscheinlich weiter entwickeln und welche Folgen das auf Mensch, Natur und Umwelt haben wird.

Die Datenblätter zum Klimawandel wurden für das gesamte Bundesland sowie für die acht Großlandschaften in NRW erstellt. Die Großlandschaften sind dabei so abgegrenzt, dass sie Räume mit ähnlichem Klima auf der regionalen Ebene zusammenfassen. Da die Haupt-

einflussfaktoren auf das Klima die Topographie und die Landnutzung sind, wurden Gebiete mit ähnlichen Höhenstufen und Nutzungen zu Großlandschaften zusammengefasst. Die vorliegende Lesehilfe versteht sich dabei als Ergänzung zu den Datenblättern zum Klimawandel in NRW und erläutert die untersuchten Parameter und deren Darstellung.

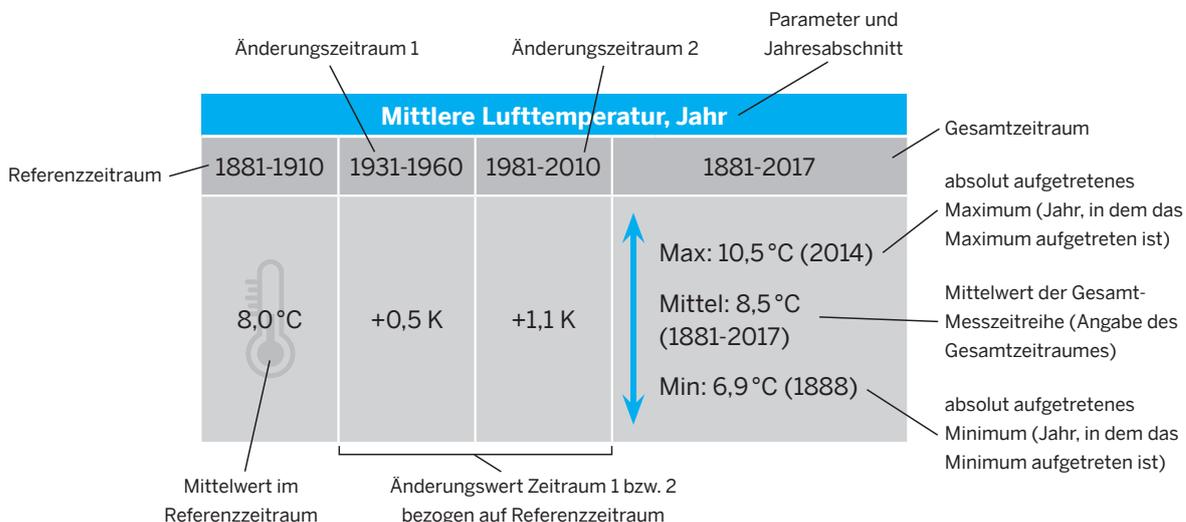


Übersicht der Großlandschaften in NRW

Erläuterung zu den Grafiken „Das Klima gestern und heute im Überblick“

Das aktuelle und das vergangene Klima werden über die Temperatur und den Niederschlag beschrieben. Die dargestellten Tabellen zeigen den Mittelwert der ersten

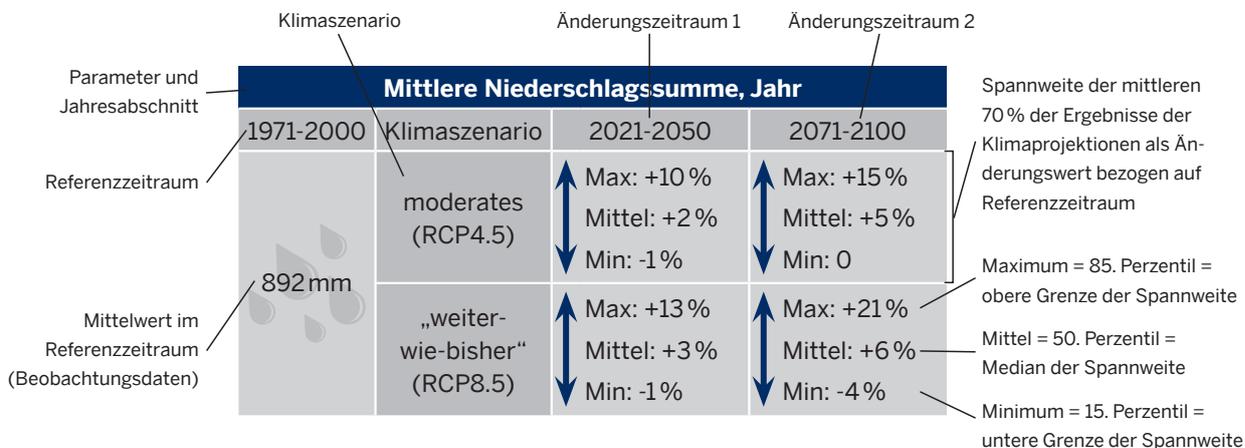
Klimanormalperiode (KNP) und stellen diesen in Bezug zur letzten und mittleren KNP des Messzeitraumes. Zusätzlich werden extreme Jahre genannt.



Erläuterung zu den Grafiken „Das Klima morgen im Überblick“

Für die Darstellung der möglichen zukünftigen Entwicklung des Klimas in NRW wird ein Modellensemble von 13 verschiedenen Modellkombinationen globaler und regionaler Klimamodelle (Klimaprojektionen) ausgewertet. Aufgrund der Datenverfügbarkeit wurden zwei Klimaszenarien berücksichtigt: das „moderate“ (RCP4.5) und das „weiter-wie-bisher“-Szenario (RCP8.5). Für die Parameter mittlere Temperatur, Niederschlagssumme und Starkniederschlagskenntage werden in Tabellen die

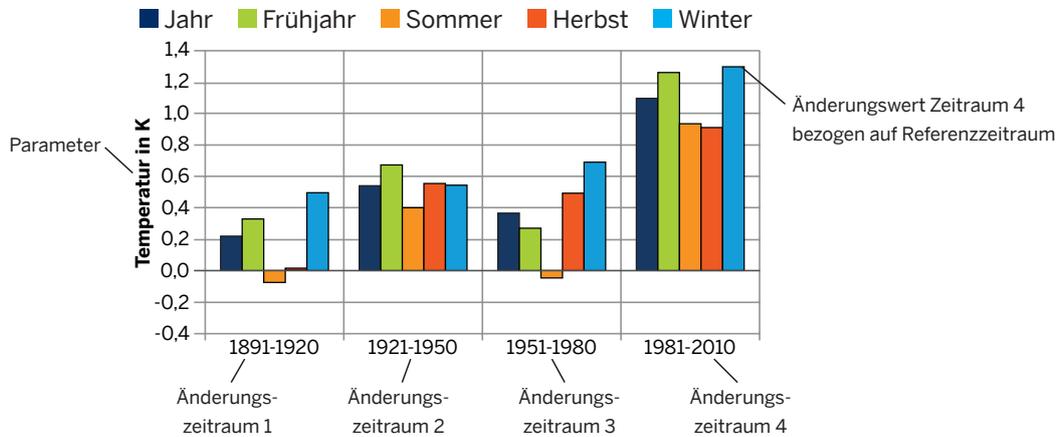
Veränderung der nahen (2021-2050) und der fernen Zukunft (2071-2100) ins Verhältnis zum Referenzzeitraum 1971-2000 gesetzt. Da die Ergebnisse der Modellkombinationen alle eine gleich hohe Eintrittswahrscheinlichkeit besitzen, werden für die Ergebnisse drei Werte als Spannweite dargestellt: als Minimum das 15. Perzentil, als Mittel der Median (= 50. Perzentil) und als Maximum das 85. Perzentil. Somit sind 70 Prozent der Klimaprojektionsergebnisse abgedeckt.



Erläuterung zu den Grafiken „Die Jahreszeiten gestern und heute“

Die im Messzeitraum bereits beobachteten Änderungen von Temperatur und Niederschlag innerhalb der Jahreszeiten werden als Balkendiagramm dargestellt. Es werden die Änderungen für vier sich nicht überlappen-

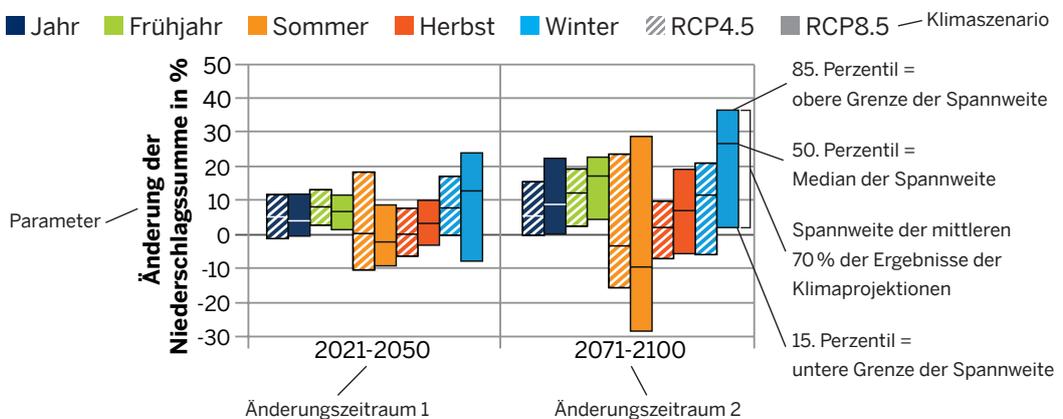
de KNP bezogen auf die erste KNP des Messzeitraums 1881-1910 (= Referenzzeitraum) dargestellt. Je länger der Balken, desto größer die Veränderung.



Erläuterung zu den Grafiken „Die Jahreszeiten morgen“

Die erwarteten Änderungen von Temperatur und Niederschlag innerhalb der einzelnen Jahreszeiten werden als Balkendiagramm dargestellt. Die Projektionsdaten werden für die beiden verwendeten Klimaszenarien, jede

Jahreszeit sowie für die nahe und ferne Zukunft aufgeführt. Je länger die Balken sind, desto größer ist die Streuung der projizierten Modellergebnisse.



Definition von Perzentilen

Perzentile geben die Lage bestimmter Werte in einer statistischen Verteilung wieder. Um Perzentile bestimmen zu können, werden alle Werte der Verteilung der Größe nach geordnet. Das 15 %-Perzentil beschreibt dann den Wert der Verteilung, bei welchem 15 Prozent der Werte kleiner sowie 85 Prozent der Werte größer sind. Das bekannteste Perzentil stellt das 50 %-Perzentil dar, das auch Median genannt wird. Das 50 %-Perzentil teilt die Werte so, dass 50 Prozent der Werte in der Verteilung größer und 50 Prozent der Werte kleiner sind als das 50 %-Perzentil. Durch die Auswertung der Ergebnisse für die ausgewählten Perzentile kann somit eine gewisse Spanne der möglichen klimatischen Entwicklung angegeben werden. Bei den dargestellten Perzentilen werden 70 Prozent der Modellergebnisse abgedeckt, wohingegen mögliche Extremwerte nicht dargestellt werden.

Definition der Klimatischen Kenntage

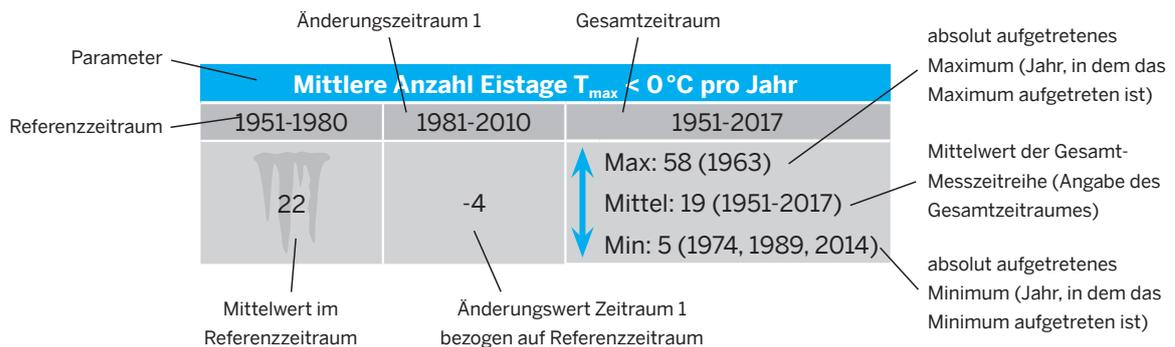
Kenntage werden durch das Über- oder Unterschreiten bestimmter Temperatur- oder Niederschlagswerte definiert. In den Datenblättern werden die folgenden Kenntage verwendet:

- **Eistag:** die Tagesmaximumtemperatur liegt unter null Grad Celsius
- **Frosttag:** Tagesminimumtemperatur liegt unter null Grad Celsius
- **Sommertag:** Tagesmaximumtemperatur erreicht 25 Grad Celsius
- **Heißer Tag:** Tagesmaximumtemperatur erreicht 30 Grad Celsius
- **Starkniederschlagstag > 10 mm:** die Tagesniederschlagssumme übersteigt zehn Millimeter
- **Starkniederschlagstag > 20 mm:** die Tagesniederschlagssumme übersteigt 20 Millimeter

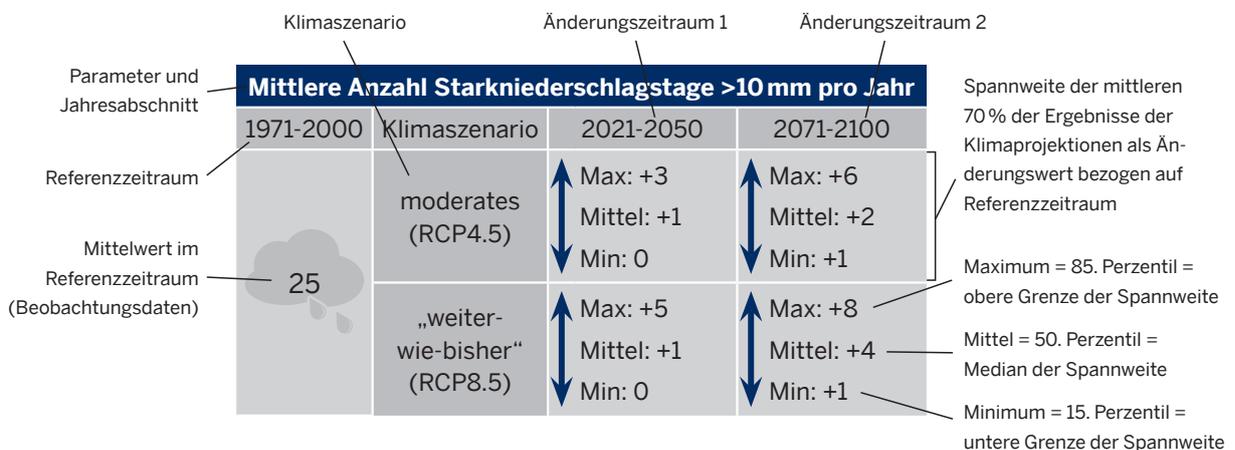
Es wird die Anzahl der Kenntage pro Jahr angegeben, sodass beispielsweise ein besonders heißes Jahr durch eine hohe Anzahl an heißen Tagen oder ein besonders kaltes Jahr durch eine hohe Anzahl an Eistagen beschrieben wird.

Aufgrund der Datenverfügbarkeit zeigen die dargestellten Tabellen die Mittelwerte für den Zeitraum 1951-2017 und die KNP 1951-1980 sowie die Veränderung im Zeitraum 1981-2010 bezogen auf die vorangegangene KNP 1951-1980.

Erläuterung zu den Grafiken „Klimatische Kenntage gestern und heute“



Erläuterung zu den Grafiken „Klimatische Kenntage morgen“



Datengrundlagen

Die beobachteten Veränderungen werden für den Zeitraum 1881-2017 (bei den Kenntagen 1951-2017) beschrieben. Ausgewertet werden die Mittelwerte für Klimanormalperioden (KNP) von 30 Jahren. Die Daten stammen vom Climate Data Center (CDC) des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Diese Daten liegen als Rasterdaten in einer Auflösung von einem Kilometer mal einem Kilometer vor. Daraus werden die Mittelwerte für die einzelnen Großlandschaften beziehungsweise NRW berechnet.

Bei den Klimafolgen werden verschiedene Handlungsfelder betrachtet. Für die einzelnen Großlandschaften werden die Klimafolgen in den prägenden Handlungsfeldern herausgearbeitet. Als Datengrundlage dienen vorwiegend Ergebnisse und Daten aus den Fachinformationssystemen des LANUV.

Darüber hinaus wird die mögliche zukünftige Klimaentwicklung in NRW für die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100) dargestellt. Dabei wird die Änderung bezogen auf den Referenzzeitraum (1971-2000) angegeben. Dazu wurden Daten eines Modellensembles mit 13 Klimamodell-Kombinationen für NRW

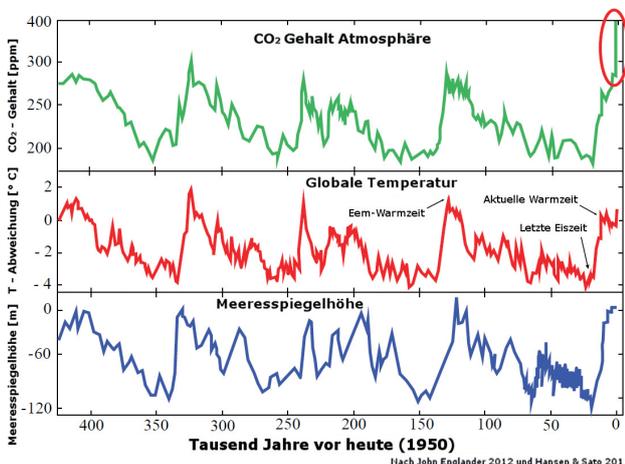
Anthropogener Klimawandel

Als Ursache des anthropogenen Klimawandels gilt der Ausstoß von Treibhausgasen (z.B. Kohlenstoffdioxid (CO_2) aus Verbrennungsprozessen), der seit Beginn der Industrialisierung erheblich zugenommen hat. So legen Messreihen und Rekonstruktionen nahe, dass die CO_2 -Konzentration der Atmosphäre seit Beginn der Industrialisierung um über 100 Parts Per Million (ppm – Einheit für Stoffkonzentrationen (wörtlich: Anteile pro Million)) angestiegen ist (vgl. Abbildung). Vergleicht man die Anstiegskurve der CO_2 -Konzentration mit der Entwicklung der global gemittelten Lufttemperatur, so

ausgewertet. Grundlage für die Modellsimulationen sind zwei Klimaszenarien: Das sogenannte RCP4.5, das für eine eher moderate Entwicklung durch die Verbreitung von Technologien zur Emissionseinsparung steht (jedoch nicht in dem Maße, wie es die Klimaziele von Paris fordern) und in den Grafiken und Texten als „moderates Klimaszenario“ bezeichnet wird, sowie das RCP8.5, bei welchem ein weiter ansteigender Ausstoß an Treibhausgasen angenommen wird und das daher im Folgenden als „weiter-wie-bisher-Klimaszenario“ bezeichnet wird.

Die Klimaprojektionsdaten gehen auf das EURO-CORDEX-Projekt zurück und wurden in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst für NRW aufbereitet. Zum Stand der Projektionsaufbereitung (Juni 2016) waren nur die genannten zwei Klimaszenarien verfügbar. Die Ergebnisse liegen als Rasterdaten in einer Auflösung von etwa zwölf Kilometer mal zwölf Kilometer vor. Zur Berechnung der Mittelwerte für die einzelnen Großlandschaften und NRW wurden die Rasterpixel entsprechend ihrer vollständigen oder nur teilweisen Lage innerhalb der betrachteten Region gewichtet.

zeigt sich ein sehr ähnlicher Verlauf. Die mittlere globale Lufttemperatur ist dabei seit 1881 um etwa ein Grad Celsius angestiegen (z.B. NOAA 2018). Dieser schnelle Anstieg in nicht einmal 150 Jahren ist – bezogen auf die gut mit Daten belegbaren letzten 20.000 Jahre – außergewöhnlich (BJÖRCK 2011). Sollte sich diese in der jüngeren Erdgeschichte beispiellose Anhäufung von Treibhausgasen (ZEEBE et al. 2016) so fortsetzen, wird sich voraussichtlich der Anstieg der globalen Mitteltemperatur sowie der Meeresspiegelanstieg in ihrem Verlauf weiter beschleunigen.



Entwicklung des CO_2 -Gehalts der Atmosphäre, der globalen Mitteltemperatur und der Meeresspiegelhöhe seit 400.000 Jahren (ENGLANDER 2017)

Zum Weiterlesen: Fachinformationssysteme des LANUV



Kimaatlas NRW

Im Kimaatlas NRW werden Grundlageninformationen zur klimatischen Entwicklung flächenhaft als Karten für NRW bereitgestellt. Dabei werden die Lufttemperatur, die Niederschlagssumme sowie die Sonnenstrahlung durch verschiedene Parameter abgebildet. Die Daten umfassen verschiedene 30-jährige Zeiträume sowohl in der Vergangenheit (meist 1951-2010) als auch in der Zukunft (2021-2050 bzw. 2071-2100).

www.kimaatlas.nrw.de



FIS Klimaanpassung NRW

Das Fachinformationssystem Klimaanpassung NRW stellt exemplarisch mögliche Auswirkungen der zukünftigen Klimaentwicklung dar und liefert so Planungsgrundlagen für Anpassungsmaßnahmen. Zurzeit sind mögliche Klimafolgen für sieben Handlungsfelder im FIS Klimaanpassung enthalten. Den aktuellsten Inhalt stellt die Klimaanalyse für NRW dar, die die Hitzebelastung während einer sommerlichen Wetterlage im Siedlungsbereich möglichen Ausgleichsflächen und verbindenden Luftleitbahnen gegenüberstellt.

www.klimaanpassung.nrw.de



Klimafolgenmonitoring NRW

Das Klimafolgenmonitoring zeigt die Auswirkungen des bereits beobachteten Klimawandels auf verschiedene Handlungsfelder und Umweltbereiche in NRW auf. Mit der Aktualisierung 2018 werden 29 Indikatoren in sieben Umweltbereichen dargestellt. Die meisten Indikatoren bilden den Zeitraum 1951-2017 ab.

www.klimafolgenmonitoring.nrw.de

Datengrundlage:

DWD/CDC – Deutscher Wetterdienst/Climate Data Center (Hrsg.) (2018): Grids Germany – Annual. ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/grids_germany/annual/

DWD – Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2016): Klimaprojektionsdaten RCP4.5 und RCP8.5 eines Klimamodellensembles zum Stand Juni 2016 für NRW auf Basis der Daten des EURO-CORDEX-Projekts.

Kartengrundlage:

Land NRW (2018) Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0.

Literatur:

BJÖRCK, S. (2011): Current global warming appears anomalous in relation to the climate of the last 20 000 years. *Climate Research*, 48: 5-11.

Englander, John (2017): Single Image Proves Human-Caused Global Warming. <http://www.johnenglander.net/sea-level-rise-blog/single-image-proves-human-caused-global-warming/>

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2013): Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: *Klimaänderung 2013: Naturwissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC)* [Hauptautoren Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex und P.M. Midgley (Hrsg.)]. Deutsche Übersetzung durch ProClim, Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Österreichisches Umweltbundesamt, Bern/Bonn/Wien, 2014.

Land NRW (2018): ATKIS Basis-DLM. Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0.

NOAA – National Centers for Environmental Information (Hrsg.) (2018): Climate at a Glance: Global Time Series. <http://www.ncdc.noaa.gov/cag/>

SCHÖNWIESE, C.-D. (2013): *Klimatologie*. Ulmer, Stuttgart.

ZEEBE, Richard E.; Ridgwell, Andy; Zachos, James C. (2016): Anthropogenic carbon release rate unprecedented during the past 66 million years. In: *Nature Geosci* 9 (4), S. 325–329. DOI: 10.1038/ngeo2681.

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV)

Leibnizstraße 10 • 45659 Recklinghausen • Telefon 02361 305-0 • poststelle@lanuv.nrw.de • www.lanuv.nrw.de

Stand: November 2018