

# Der Klimaatlas NRW – Digitale Daten und Unterstützungstools für die Klimafolgenanpassung in Nordrhein-Westfalen

## Climate Atlas North Rhine-Westphalia – Digital Data and Decision-Support-Tools for the Adaptation to Climate Change

Tobias Kemper | Ingo Wolff

### Zusammenfassung

Mit dem digitalen Klimaatlas Nordrhein-Westfalen stellt das Fachzentrum Klimaanpassung, Klimaschutz, Wärme und Erneuerbare Energien (Fachzentrum Klima NRW) des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) umfangreiche Informationen zum Klima und seiner Entwicklung in Nordrhein-Westfalen zur Verfügung. Der Klimaatlas hilft den Akteurinnen und Akteuren aller räumlichen und politischen Ebenen, aber auch den Bürgerinnen und Bürgern des Landes dabei, sich sowohl über die Klimaentwicklung als auch über mögliche Betroffenheiten gegenüber den Folgen des Klimawandels zu informieren und diese Erkenntnisse als Grundlage für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels vor Ort zu nutzen. Neben einer umfangreichen Kartenanwendung beherbergt der Klimaatlas NRW das nordrhein-westfälische Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring (KFAM) und seit diesem Jahr auch die Seiten der Kommunalberatung Klimafolgenanpassung NRW.

**Schlüsselwörter:** Klimaatlas NRW, Fachzentrum Klima, LANUV NRW, KFAM, Kommunalberatung, Open Data

### Summary

*The Climate Atlas North Rhine-Westphalia offers a comprehensive set of maps displaying the current and future possible climate for many climate parameters as well as climate impact maps covering flood hazard risk or heat load in urban areas, just to name a few. Complementary to the online map application it provides a vast set of indicators covering time series from 16 sectors including health and planning. The Climate Atlas North Rhine-Westphalia was released in November 2022 after three years of development and has been recently updated with new maps and features. The newest addition is the Climate Change Adaptation Consulting NRW service, now also hosted by the North Rhine-Westphalia State Office of Nature, Environment and Consumer Protection (LANUV NRW).*

**Keywords:** Climate Atlas NRW, Online Map application, LANUV NRW, Climate Change Adaptation Consulting NRW, Open Data

### 1 Einleitung

Bereits seit dem Jahr 2011 kommt das LANUV NRW dem Auftrag nach, Daten zum anthropogenen Klimawandel für Nordrhein-Westfalen sowie Erkenntnisse zu seinen Folgen für das Land systematisch digital zur Verfügung zu stellen. Damals entstanden sowohl die erste Version des digitalen Klimaatlas NRW, welcher die Klimadaten für Nordrhein-Westfalen aufbereitete, als auch das sogenannte Klimafolgenmonitoring (KFAM), mit dem zunächst 14 Indikatoren auf ihre Entwicklung im Zuge des Klimawandels beobachtet wurden. Im Jahr 2016 kam schließlich das »Fachinformationssystem (FIS) Klimaanpassung« hinzu, welches anhand verschiedener Analysekarten die räumliche Betroffenheit des Landes NRW gegenüber den Folgen des Klimawandels, aber auch Anpassungsmöglichkeiten darstellte. Um die Handhabbarkeit zu verbessern und verschiedenen Akteursgruppen ein bestmögliches Nutzererlebnis zu ermöglichen, entschied man sich, die drei separaten Fachinformationssysteme zusammenzuführen.

Im nun bereits seit November 2022 veröffentlichten »neuen« Klimaatlas sind alle Karten, Daten und Werkzeuge zum Klimawandel und zur Klimafolgenanpassung in NRW zusammengefasst und entsprechend nutzerorientiert unter [www.klimaatlas.nrw.de](http://www.klimaatlas.nrw.de) veröffentlicht. Der Klimaatlas NRW ermöglicht es, den Klimawandel und seine Folgen auf einer sicheren Datenbasis zu betrachten und zu beschreiben. Zu jedem Regierungsbezirk, jeder klimatischen Großlandschaft und jeder Kommune in NRW finden sich detaillierte Informationen. Die Erkenntnisse daraus können als Grundlage in Planungen und Entwicklungen aller Art einbezogen werden – und in klugen Umsetzungen resultieren. Mit dem Klimaatlas NRW erfüllt das Fachzentrum Klima des LANUV eine zentrale Aufgabe aus dem 2021 veröffentlichten Klimaanpassungsgesetz NRW (KlAnG) (MULNV 2021). Im Folgenden werden die verschiedenen Komponenten des Klimaatlas NRW vorgestellt, dabei liegt der Fokus auf dem Herzstück des Klimaatlas, der Kartenanwendung. Die einzelnen Komponenten sind über die jeweilige »Kachel« auf der Startseite des Klimaatlas anwählbar (Abb. 1).

## Hintergrund zur Aufbereitung der Geodaten für den Klimaatlas NRW

Die meisten Karten im Klimaatlas NRW, insbesondere die mit Klimabezug, sind rasterbasiert (ASCII-Format) und werden vom Landesdienstleister IT.NRW, der den Klimaatlas hostet, aufbereitet und teilweise vom LANUV vorbereitet. IT.NRW bezieht automatisiert die monatlichen, jahreszeitlichen und jährlichen Klimaraster unter anderem für Lufttemperatur, Niederschlag (samt zugehörigen Temperatur- und Niederschlagstagen und Standardisiertem Niederschlagsindex) sowie Sonnenscheindauer direkt vom Deutschen Wetterdienst und bereitet die Raster scriptbasiert auf.

Aufgrund der Menge an einzelnen Rasterdaten (Monat, Jahreszeit, Jahr), die vom Deutschen Wetterdienst für ganz Deutschland verfügbar gemacht werden, aus denen es speziell für NRW zugeschnittener und geographisch korrekt projizierter Raster bedarf, ist die stapelweise Verarbeitung mit Hilfe von ArcPy-Skripten unabdingbar. Das LANUV arbeitet mit ArcGIS Pro, die Skripte werden mittels der Entwicklungsumgebung PYZO generiert und durchgeführt. Auch die Berechnung der jeweiligen Klimanormalperiode, also der Raster mit den 30-jährigen Mittelwerten, erfolgt auf Basis von ArcPy-Skripten.

Die für den ArcGIS Image Server von Esri vorgesehenen Rasterdaten werden an IT.NRW in File-Geodatabases im Mosaic-Dataset-Datenmodell inkl. Layerdefinitionsdateien und genauen Metadatentabellen übergeben, um diese dann in der Kartenanwendung möglichst reibungsarm darstellen zu können.

Erst seit kurzem werden nicht nur bereits vom Deutschen Wetterdienst produzierte Klimaparameter für NRW aufbereitet, sondern es wurden direkt aus den Rohdaten (netCDF) des Deutschen Wetterdienstes neue, tageswertbasierte Klimaparameter wie Hitzewellen oder Trockentage mit Hilfe von R berechnet. Hier wird mittels einer sogenannten R-Bridge die Verbindung zu ArcGIS Pro hergestellt.

Zusätzlich werden die tagesaktuellen Raster zum Bodenfeuchteindex und dem pflanzenverfügbaren Bodenwassergehalt des Dürremonitors vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) Leipzig automatisiert heruntergeladen und täglich aktualisiert.

Ganz neu hinzugekommen sind neue, hochaufgelöste und tagesaktuelle Raster zum pflanzenverfügbaren Wassergehalt, die vom Forschungszentrum Jülich mit dem Modell mGROWA berechnet wurden und über eine Microsoft Azure-Cloud-Anbindung für IT.NRW bereitgestellt werden.

Bei zahlreichen Karteninhalten, die aus externen Datenquellen kommen, werden die entsprechenden WMS-Dienste eingebunden.

Vektordaten wie beispielsweise das Gründachkataster oder die Karten im Handlungsfeld »Klimaanpassung vor Ort« werden bei IT.NRW über einen Kartendienst von Esri bedient. Dies gilt auch für alle Rasterdaten ohne Zeitschiene, wie zum Beispiel beim Handlungsfeld Gesundheit.

## 2 Die Kartenanwendung Klima NRW und Klima NRW.plus

In der Kartenanwendung des Klimaatlas NRW wurden die Inhalte des ursprünglichen Klimaatlas und des Fachinformationssystems »Klimaanpassung« zusammengeführt. Im Zuge eines UCD-Prozesses (»user centered design«) wurden dabei im Vorfeld die unterschiedlichen Nutzergruppen des Klimaatlas identifiziert und deren Bedürfnisse an das System festgehalten. Dabei wurden vier sogenannte Personas entwickelt. Diese sind:

- die Bürgerin, die sich für den Klimawandel und mögliche Folgen im eigenen Ort interessiert;
- der kommunalpolitisch aktive ältere Herr, der die Daten des Klimaatlas benötigt, um politische Entscheidungen vor Ort zu unterstützen;
- die Mitarbeiterin der Kommunalverwaltung – häufig die Klimamanagerin
- und die wissenschaftliche Mitarbeiterin oder Dienstleisterin, die beide die Daten im Rahmen ihrer Arbeit sichten, analysieren und weiterverarbeiten.

Hieraus ergeben sich sowohl Ansprüche an das System aus Sicht von Laien als auch aus der Sicht von Profis. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden und die Handhabung so einfach wie möglich zu gestalten, wurden zwei Versionen der Kartenanwendung entwickelt. Die Anwendung »Klima NRW« umfasst die zur Verfügung stehenden Klimadaten und ausgewählte Analyse- und Hinweiskarten, die für jedermann interessant sind. Die einfache Adresseingabe über die Startseite führt direkt zu jedem möglichen Ort in NRW in der Karte. Die Anwendung »Klima NRW.Plus« (Abb. 2) ist als Voll- oder Profiversion anzusehen, hier stehen sämtliche Daten, Karten und Tools zur Verfügung. Über einen Schieberegler oben links ist es sehr einfach, von der Grund- in die Vollversion der Karte zu wechseln.

Die Kartenanwendung umfasst neben der zentralen Karte in der linken Spalte das Auswahlmenü der einzelnen Kartenlayer, unterteilt in verschiedene Kategorien und Handlungsfelder. In der rechten Spalte werden neben der jeweiligen Legende zahlreiche textliche Zusatzinformationen zur ausgewählten Karte oder dem entsprechenden Handlungsfeld zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus

The screenshot shows the homepage of the Klimaatlas Nordrhein-Westfalen. At the top, there is a navigation bar with links to 'Klima NRW', 'Klima NRW.Plus', 'Klima NRW Monitoring', 'Klima erklärt', 'Beratung Klimafolgenanpassung', 'Service', and 'Feedback'. There is also a search icon. The main content area features a large title 'Klimaatlas Nordrhein-Westfalen' and a brief introduction about the development of climate, its impacts, and adaptation measures in North Rhine-Westphalia. Below this, there are four cards with icons and titles: 'Klima NRW' (location pin), 'Klima NRW.Plus' (location pin with plus sign), 'Klima NRW Monitoring' (checkmark with arrows), and 'Beratung Klimafolgenanpassung' (speech bubble).

Abb. 1: Startseite des Klimaatlas NRW (LANUV 2024a)

sind dort auch für jede Karte sogenannte Methodik-PDFs verlinkt, die über die Hintergründe und die Erstellung der Karten informieren. Die einzelnen Kartenlayer lassen sich mit verschiedenen Hintergrundkarten betrachten. So stehen neben einer klassischen Topographischen Karte die Luftbilder, das Geländerelief, die Verwaltungsgrenzen und die klimatischen Großlandschaften zur Auswahl.

Farbige Flächen visualisieren die Parameter auf der Karte; mit Verschieben des Reglers auf der Zeitachse werden die Veränderungen der Werte, unterstützt durch aufklapp-

bare Diagramme, die für jede Kommune, jeden Kreis, die Regierungsbezirke, die Planungsregionen, die klimatischen Großlandschaften NRWs und das Rheinische Revier vorliegen, über die Jahre und Jahrzehnte hinweg sichtbar. Hierbei kann in der Ansicht zwischen den Einzeljahren, Jahreszeiten, Monaten und den Klimanormalperioden (30-jähriger Mittelwert) unterschieden werden.

Sämtliche Klimadaten und viele weitere Karten stehen über das Downloadcenter (nur in der Vollversion Klima NRW.Plus verfügbar) der Kartenanwendung als Open Data

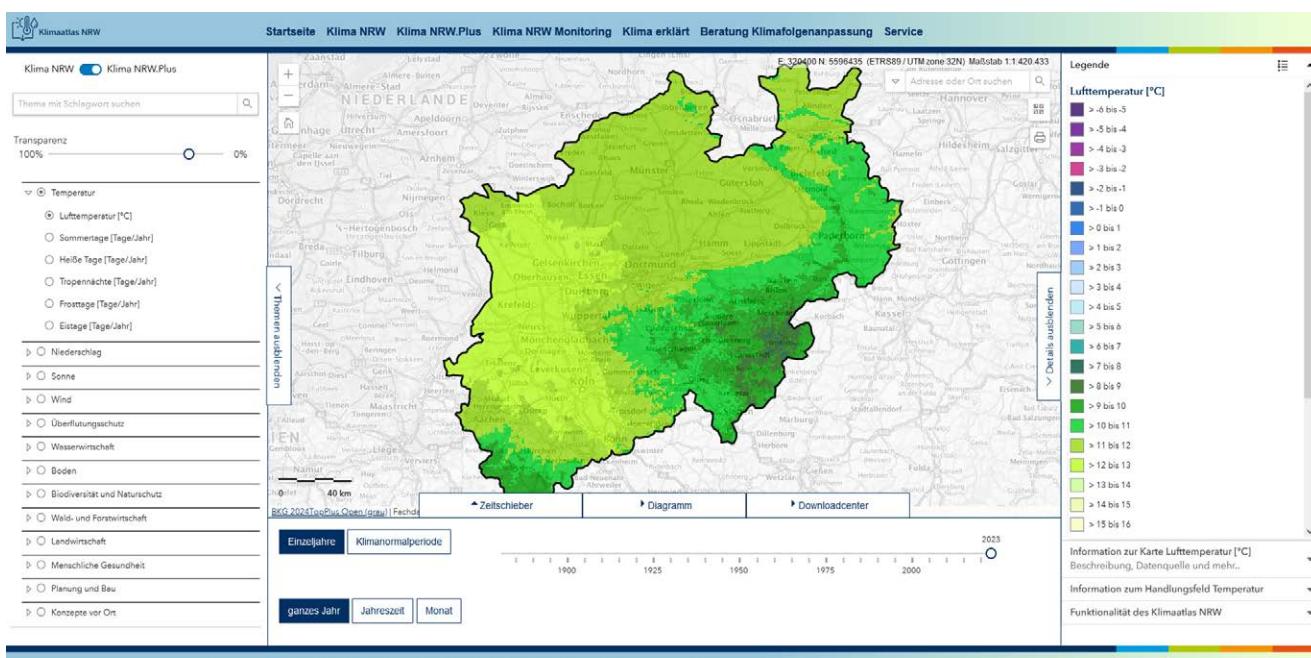


Abb. 2: Überblick über die Kartenanwendung Klima NRW.Plus (LANUV 2024a)

unter der Datenlizenz Deutschland – Zero frei verwendbar zur Verfügung. Zudem verfügt die Kartenanwendung über eine Druckfunktion, über die sämtliche Kartenausschnitte als PDF heruntergeladen werden können. Zusätzlich ist es möglich, alle Karten per Direktlink anzusteuern und so einzelne Inhalte gesondert zu verlinken oder als »Favoriten« abzuspeichern. Dies gilt nicht nur für den ausgewählten Kartenlayer, sondern auch für einen ausgewählten räumlichen Ausschnitt, der mittels eines Bounding-Box-Links realisiert wird.

Die Kartenanwendung Klima NRW.Plus umfasst insgesamt 13 Abschnitte und Handlungsfelder inklusive verschiedener Anwendungstools, nachfolgend werden einige ausgewählte genauer vorgestellt.

## 2.1 Klimaentwicklung anhand der Parameter Temperatur und Niederschlag – Beobachtungen und Projektionen

Zur Sensibilisierung für den vom Menschen verursachten Klimawandel oder zur Erstellung eines Klimaanpassungskonzepts ist es auf kommunaler Ebene erforderlich, die Klimaentwicklung anhand von meteorologischen Größen zu beschreiben. Die Parameter Lufttemperatur und Niederschlagssumme reichen im Klimaatlas NRW bis ins Jahr 1881 zurück, dem Beginn der Wetteraufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) in Deutschland. Die Beobachtungsdaten liegen dabei in einem  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$  Raster vor, welches die Werte der langjährigen Zeitreihen der im Land verteilten Klimastationen im Raum interpoliert (Abb. 2).

Einen Blick in mögliche Klimaszenarien bis Ende des Jahrhunderts (2071–2100) liefern Klimaprojektionen, die ebenfalls in Karten und Zeitreihen im Klimaatlas NRW visualisiert werden. Dabei werden die drei RCP (Repräsentative Konzentrationsfade)-Szenarien 2.6, 4.5 und 8.5 unterschieden (zur Erläuterung siehe Fachbericht 157 des LANUV) (LANUV 2024b), die mit mehr oder weniger Klimaschutzbemühungen agieren, und in ihrer Bandbreite zwischen dem 15. und 85. Perzentil ([www.klimaatlas.nrw.de/sites/default/files/images/Perzentil\\_Grafik.jpg](http://www.klimaatlas.nrw.de/sites/default/files/images/Perzentil_Grafik.jpg)) dargestellt werden. Dies ermöglicht den Nutzenden, die verschiedenen möglichen Wege der Klimaentwicklung bis zum Jahr 2100 nachzuvollziehen. In der einfachen Kartenanwendung »Klima NRW« ist an dieser Stelle lediglich die Unterscheidung in »mit« und »ohne Klimaschutz« möglich.

Da die Projektionsdaten – im Gegensatz zu den Beobachtungsdaten – »nur« in einer Auflösung von  $5 \text{ km} \times 5 \text{ km}$  vorliegen, werden sie im Klimaatlas lediglich für die regionale Ebene der klimatischen Großlandschaften Nordrhein-Westfalens, der Regierungsbezirke und Planungsregionen wiedergegeben und zum Download zur Verfügung gestellt.

Neben Daten zur Lufttemperatur- und Niederschlagssumme stehen in den Bereichen Temperatur und Niederschlag auch die Beobachtungs- und Projektionsdaten für

eine Reihe von klimatischen Kenntaten visualisiert zur Verfügung. Diese liegen in der Regel ab 1951 flächendeckend für Nordrhein-Westfalen vor. Dabei werden im Temperaturbereich Sommertage, heiße Tage, Tropennächte, Frost- und Eistage sowie Hitzewellen dargestellt, im Niederschlagsbereich die Starkregentage mit 10, 20, 30 und 50 mm Niederschlag pro Tag. Hinzukommen hier noch Trockentage sowie Schneedeckentage.

Wie aus den Klimadaten hervorgeht, lässt sich bei der Temperaturentwicklung in Nordrhein-Westfalen ein klarer Trend herausarbeiten. So ist die Jahresmitteltemperatur in NRW zwischen der ersten und der aktuellen Klimanormalperiode um 1,6 Kelvin (K) angestiegen. Das spiegelt sich auch in einer deutlichen Zunahme von Sommertagen ( $T > 25^\circ\text{C}$ ) und heißen Tagen ( $T > 30^\circ\text{C}$ ) wider. Dagegen hat die Anzahl der Frosttage (die Temperatur sinkt unter  $0^\circ\text{C}$ ) und der Eistage (die Temperatur übersteigt die  $0^\circ\text{C}$ -Marke nicht) deutlich abgenommen. Bei den Niederschlagsmengen ist über die gesamte Zeitreihe ebenfalls ein Anstieg feststellbar, allerdings gibt es hier größere Schwankungen. So war beispielsweise die Klimanormalperiode 1981–2010 deutlich nasser als die aktuelle Klimanormalperiode 1991–2020, was an den allesamt »zu trockenen« 2010er Jahren liegt, mit einem Höhepunkt ab 2018. Diese bis 2022 anhaltende Entwicklung ist jedoch aktuell seit dem letzten Jahr zumindest unterbrochen, denn das Jahr 2023 war das nasseste jemals gemessene in NRW.

Die Klimaprojektionen zeichnen den Temperaturtrend weiter fort. Je nach Szenario könnte der Temperaturanstieg bis Ende des Jahrhunderts, verglichen mit dem Beginn des Jahrhunderts, zwischen 2 und 4 K liegen. Beim Niederschlag sind die Projektionen weniger einheitlich. Wie schon an den Schwankungen in den Beobachtungsdaten zu sehen ist, ist hier je nach Szenario und Perzentil zwischen einer leichten Ab- und einer etwas deutlicheren Zunahme bis Ende des Jahrhunderts eine größere Bandbreite gegeben. Insgesamt ist hier mit einer leichten Zunahme der jährlichen Gesamtniederschläge zu rechnen, wobei es zu deutlichen saisonalen Unterschieden kommen kann (Abnahme der Niederschläge im Sommerhalbjahr – Frühling und Sommer – gemäß dem feststellbaren Trend und Zunahme der Niederschläge im Winter).

## 2.2 Handlungsfeld »Überflutung« – Betroffenheit gegenüber Starkregen und Hochwasser

Im Zuge des vom Menschen verursachten Klimawandels wird es neben Hitzeextremen auch zu einer Zunahme von Starkregenereignissen und Hochwassersituationen kommen. Diese Wetterextreme wirken sich lokal unterschiedlich aus – wie, dazu liefern beispielsweise die Karten im Handlungsfeld »Überflutung« Hinweise. Hier sind zum einen die Starkregengefahrenhinweiskarte des Bundesamtes für Kartografie und Geodäsie (BKG) als auch die amtlichen Hochwassergefahren- und Risikokarten des Landes NRW verortet.

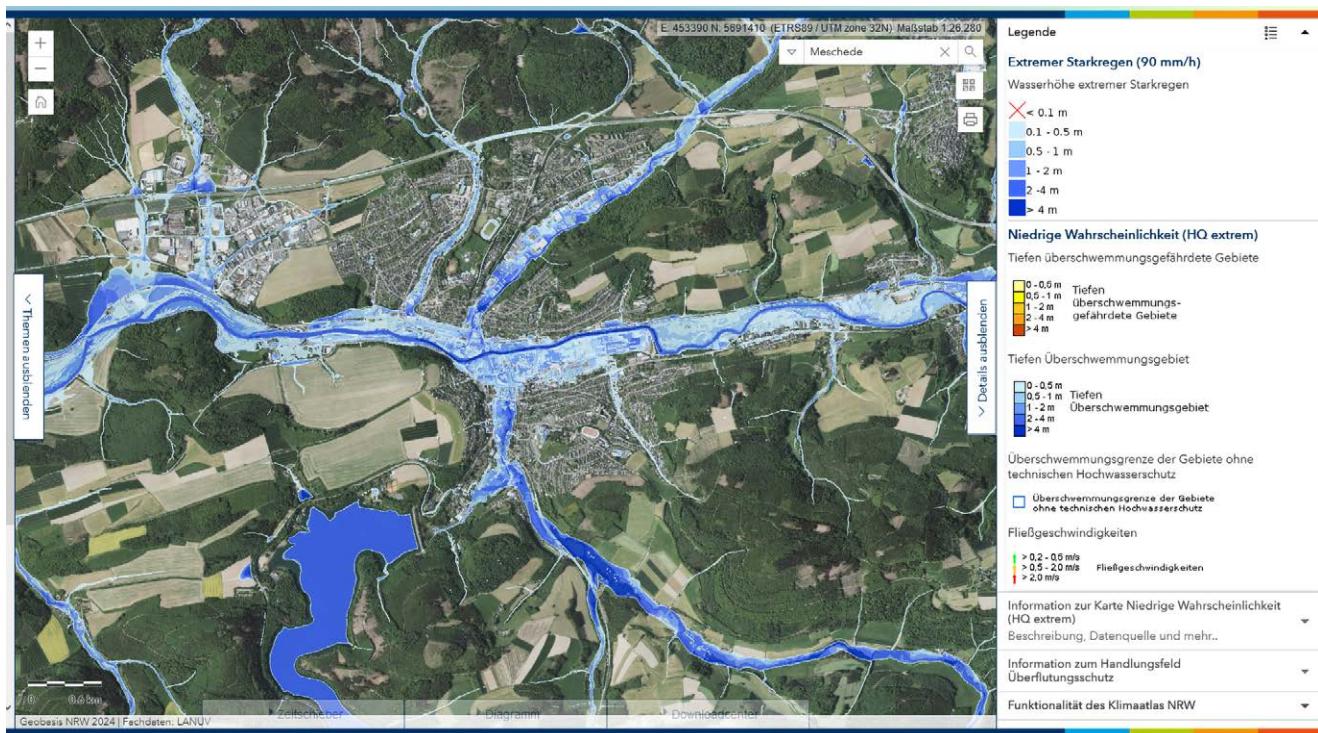


Abb. 3: Kombination der Überflutungsflächen der BKG-Karte mit den Hochwassergefahrenkarten (LANUV 2024a)

Die landesweite Starkregenengefahrenhinweiskarte zeigt, basierend auf einem Digitalen Geländemodell (DGM) von  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ , Überflutungsflächen, Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten u. a. für einen »Seltenen Starkregen« – das »100-jährliche Ereignis« sowie für einen »Extremen Starkregen«, d. h. 90 mm/h an. Zoomt man in einen beliebigen Ort in NRW, so werden potenzielle Auswirkungen der beiden durch die »Arbeitshilfe Kommunales Starkregenrisikomanagement NRW (MULNV 2018)« festgelegten Bemessungsergebnisse deutlich. Blaue Flächen stellen Überflutungsbereiche unterschiedlicher Tiefe dar. Zonen mit hohen und somit potenziell gefährlichen Fließgeschwindigkeiten sind gelb bis rot dargestellt. Den Kommunen werden damit Bereiche aufgezeigt, die bei Starkregen potenziell überflutungsgefährdet sind und in denen Klimaanpassungsmaßnahmen sinnvoll sein können. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass genauere Untersuchungen vor Ort zur Abklärung empfohlen werden, da aufgrund der landesweiten Betrachtungsebene der Karten im Klimaatlas nicht alle ortsspezifischen Gegebenheiten bei der Erstellung der Karten berücksichtigt werden konnten. Dies gilt insbesondere für die konkrete Abfluss situation vor Ort.

Um zu wissen, welche Größe ein jeweils 100-jährliches Starkregenereignis vor Ort hat, bietet es sich an, die Zusatzkarte »Einstündige Niederschlagsmenge Wiederkehr-intervall 100 Jahre« zu betrachten. Diese zeigt anhand der Kostra-DWD-Daten (Malitz und Ertel 2015) für NRW auf, welche Intensität ein solches Ereignis in welcher Region hat.

Starkregenereignisse treten nicht immer nur lokal und punktuell auf, das hat z. B. das Tief »Bernd« im Juli 2021 leidvoll gezeigt. Sie können auch regionale und überregionale Auswirkungen haben. Daher bietet das Handlungs-

feld »Überflutung« den Service, dass man die Daten der Starkregenengefahrenhinweiskarte mit denen der gesetzlich verankerten Hochwassergefahrenkarten (Abb. 3) und den Hochwasserrisikokarten (jeweils für HQ häufig, HQ 100 und HQ extrem), die für Gewässer ab einer bestimmten Größe von den Bezirksregierungen erstellt werden müssen, kombinieren kann. Einerseits sind alle kleineren Zuflüsse zu den größeren Flüssen über die BKG-Karte abgedeckt. Andererseits können durch die Kombination der Karten die Überlappungs- oder Rückstaubereiche, die entstehen, wenn der Starkregen in den Vorflutern ankommt und dadurch dort zeitlich leicht verzögert Hochwasser entsteht, sehr genau dargestellt werden. Daher ist eine gemeinsame Betrachtung dieser Kartenlayer sehr sinnvoll, um Katastrophenschützern und Planern ein bestmögliches Bild darüber zu geben, welche Bereiche und Ortslagen bei einem Großschadensereignis zusätzlich überflutet werden. Das gilt insbesondere für die Mittelgebirgslagen, in denen Starkregenereignisse kleinere Flüsse sehr schnell zum Anschwellen bringen.

In diesem Handlungsfeld sind nachrichtlich außerdem die gesetzlich festgelegten und die sonstigen Überschwemmungsgebiete hinterlegt.

### 2.3 Handlungsfeld »Planung und Bau«

Das Handlungsfeld »Planung und Bau« bietet Grundlagen, die dabei helfen, die Belange des Klimawandels im Zuge kommunaler Planungen zu berücksichtigen. Es umfasst die Klimaanalyse NRW, das INKAS-Tool zur hitzeangepassten Quartiersplanung sowie ein Gründachkataster für Nordrhein-Westfalen.

## Landesweite Klimaanalyse

Die Zunahme der Durchschnittstemperatur führt letztlich auch zu höheren Spitzentemperaturen, die sich in mehr Sommertagen und vor allem mehr heißen Tagen ausdrücken. Dadurch steigt die Hitzebelastung vorrangig in den Städten. Um die am stärksten belasteten Bereiche in den Städten herauszuarbeiten und darauf aufbauend Anpassungsmaßnahmen ergreifen zu können, lassen viele Kommunen in NRW Stadtclimaanalysen erstellen. Für alle Kommunen, die bisher keine eigene Stadtclimaanalyse haben, bietet das LANUV mit der landesweiten Klimaanalyse

tung der Tag- und Nachtsituation hinsichtlich ihrer thermischen Belastung und Ausgleichsfunktion bewertet. Als zusätzliche Ergebnisse der Klimaanalyse wurden eine Karte für die Regionalplanung (überörtliche Kaltluftschneisen, Ausgleichsräume) und eine Karte, die den Anteil der hitzelasteten Bevölkerung pro Kommune aufzeigt, erstellt. Neben der Betrachtung eines typischen Sommertages wurde für alle Karten der Klimaanalyse auch ein sogenannter »Klimawandel-Vorsorge-Bereich« ausgewiesen. Dieser beschreibt, welche Flächen bei einem Temperaturanstieg von pauschal einem Grad Celsius bis Mitte des Jahrhunderts in die nächst höhere Klasse eingestuft werden würden.

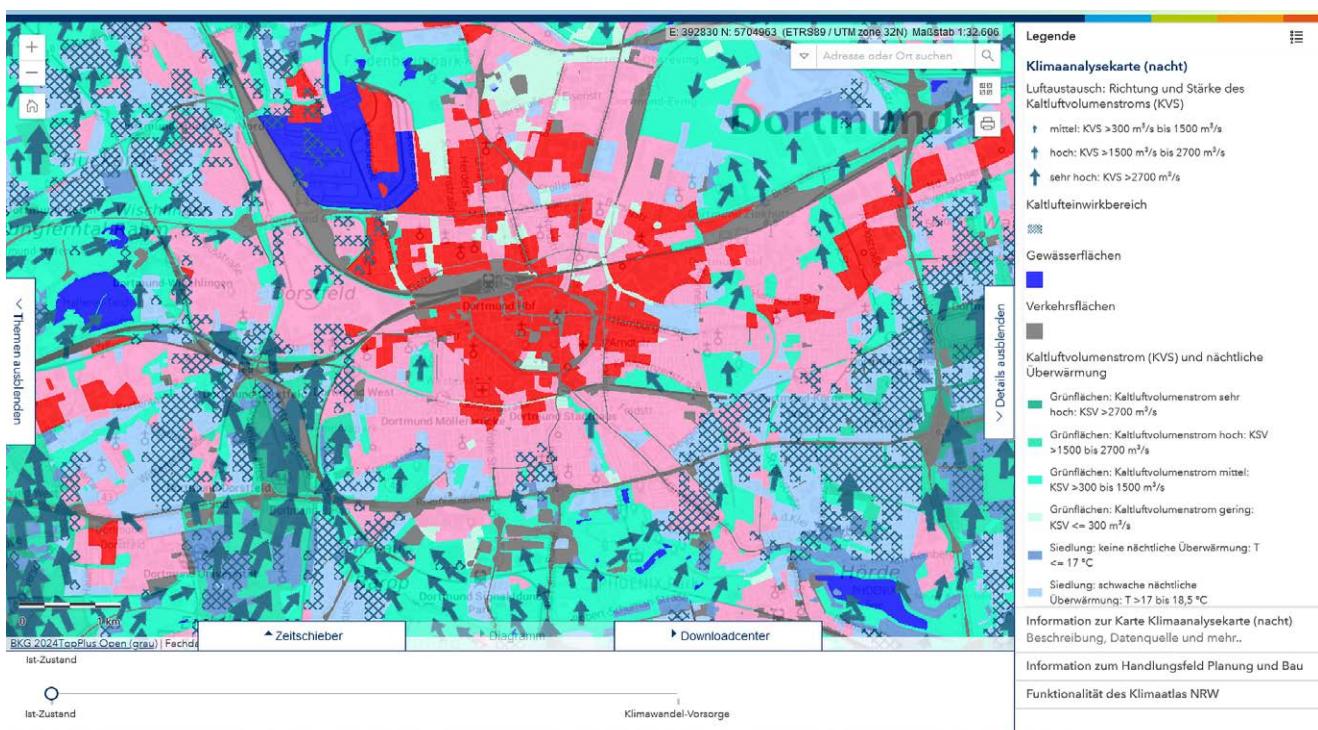


Abb. 4: Klimaanalyse NRW – Nachtbetrachtung inkl. Kaltluftströmungen (LANUV 2024a)

eine Alternative an. So wurde in der Klimaanalyse aus dem Jahr 2018 auf einer Maßstabsebene von 100 m × 100 m mit Hilfe des Stadtclimamodells FITNAH 3D untersucht, welche thermische Belastung sich am Tag und in der Nacht bei einer autochthonen (austauscharm – ohne übergeordnete Winde) Wetterlage mit u.a. der meteorologischen Startbedingung 20 °C um 21 Uhr in den Siedlungsräumen für die Menschen ergibt. In der Tagesbetrachtung zeigt sich, dass viele dicht besiedelte Bereiche, die entsprechend hoch versiegelt sind, häufig stark wärmebelastet sind und dazu insbesondere Wälder auch tagsüber eine wichtige Erholungsfunktion wahrnehmen. In der Klimaanalysekarte Nacht wird visualisiert, wo sich nächtliche Wärmeinseln ausbilden. Durch die zusätzlich hier berücksichtigten Kaltluftabflüsse konnten regional bedeutsame Kaltluftströme identifiziert und zusätzlich die Siedlungsräume herausgearbeitet werden, die nachts von Frischluft erreicht und somit gekühlt werden (Abb. 4). Alle Flächen werden darüber hinaus im Rahmen einer kombinierten Gesamtbetrach-

Derzeit wird die Klimaanalyse für Nordrhein-Westfalen überarbeitet. Die voraussichtlich ab Mitte 2025 zur Verfügung stehende neue Klimaanalyse wird mit 25 m × 25 m sehr viel besser aufgelöst sein als ihre aktuelle Vorgängerin. Zudem wird neben dem »normalen« ein »extremer« Sommertag berechnet und anstatt einer Gesamtbetrachtung soll eine Planungshinweiskarte erstellt werden.

## INKAS-NRW – Planungstool zur Hitzeangepassten Quartiersplanung

Um die Kommunen Nordrhein-Westfalens bei der Planung von Anpassungsmaßnahmen an die Folgen des Klimawandels zu unterstützen, beteiligte sich das LANUV zusammen mit der Stadt Bonn an einem Kooperationsprojekt mit dem Deutschen Wetterdienst namens »INKAS-NRW«. Im Rahmen des Projekts wurde ein online-basiertes Werkzeug zur hitzeangepassten Quartiersplanung entwickelt, welches es Kommunen ermöglicht, die bestmögliche Anpassungs-

maßnahme an Hitzebelastung für ein Stadtquartier auszuwählen.

Mit Hilfe des Tools können interaktiv verschiedene Anpassungsmaßnahmen und ihre Wirkung in einem frei wählbaren Stadtquartier geprüft und so unter den jeweiligen Gegebenheiten die effektivste Anpassungsmaßnahme abgeleitet werden. Im Fokus steht hierbei die Anpassung an sommerliche Hitzeepisoden durch städtebauliche Maßnahmen, wie beispielsweise die Erhöhung des Grünflächenanteils, der Dachbegrünung oder Veränderungen der Materialeigenschaften (Albedo).

In der Karte kann über die Adresseingabe oder Klick in die Karte ein Untersuchungsgebiet ausgewählt werden. Für dieses wird zunächst der Bebauungs- und Umgebungstyp angezeigt, da dieser Einfluss auf das lokale Stadtklima hat. Danach wird man zur Auswahl der Anpassungsmaßnahmen automatisch zum Informationsportal Klimaanpassung, kurz INKAS-NRW, beim Deutschen Wetterdienst weitergeleitet. Dort können für das ausgewählte Untersuchungsgebiet verschiedene Anpassungsmaßnahmen geprüft und die Ergebnisse visualisiert werden.

In die Klassifizierung der Bebauungs- und Freiflächentypen flossen die Daten zur Flächennutzung des ATKIS Basis-DLM, die amtlichen Hauskoordinaten, die amtlichen Hausumringe, das 3D-Gebäudemodell LoD1 sowie der Copernicus Imperviousness Layer als Grundlagendaten ein. Da die Klassifizierung sowohl die Landnutzung als auch Bebauungsstruktur abbildet, wurde zunächst die tatsächliche Nutzung aus dem ATKIS-Basis-DLM bestimmt. Im nächsten Schritt wurden anhand einer Bodenbedeckungsanalyse und der Imperviousness-Daten die Anteile überbauter, anderweitig versiegelter und unversiegelter

Flächen auf Baublockebene ermittelt. Zusätzlich wurde aus den LOD1-Daten die durchschnittliche Gebäudehöhe auf Baublockebene abgeleitet.

### Gründachkataster NRW

Eine mögliche Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel stellt die Dachbegrünung dar. Gründächer sind Multitalente: Sie kühlen die Gebäude, halten Regenwasser bei Starkregen zurück, schützen das Klima durch Einsparung von Energie durch Dämmung des Daches und Bindung von CO<sub>2</sub>, filtern außerdem Feinstaub usw. Im Gründachkataster NRW, welches ebenfalls im Handlungsfeld »Planung und Bau« zu finden ist, wird für alle verfügbaren Dachflächen Nordrhein-Westfalens angezeigt, ob grundsätzlich eine Dachbegrünung möglich ist (Abb. 5). Grundlage des Gründachkatasters ist eine landesweite Scannerbefliegung. Bei der Beurteilung der Eignung der mehr als 11 Mio. Dächer in NRW wurden Parameter wie Dachneigung, Exposition und Verschattung herangezogen. Statistische Informationen zu den Dächern liegen nicht vor und sind individuell für jede potenziell geeignete Dachteilfläche zu prüfen. Ein integrierter Gründachrechner berechnet weitere Parameter für das ausgewählte Dach, u. a. wird eine Kostenschätzung (Basiswerte von 2020) angegeben.

Das Gründachkataster hilft Kommunen dabei einzuschätzen, welches Potenzial vorhanden ist und was es kostet, dieses zu heben. Es unterstützt darüber hinaus aber auch jeden Hauseigentümer und jede Hauseigentümerin dabei abzuschätzen, welche Vorteile ein Gründach auf dem eigenen Gebäude oder der Garage haben kann.

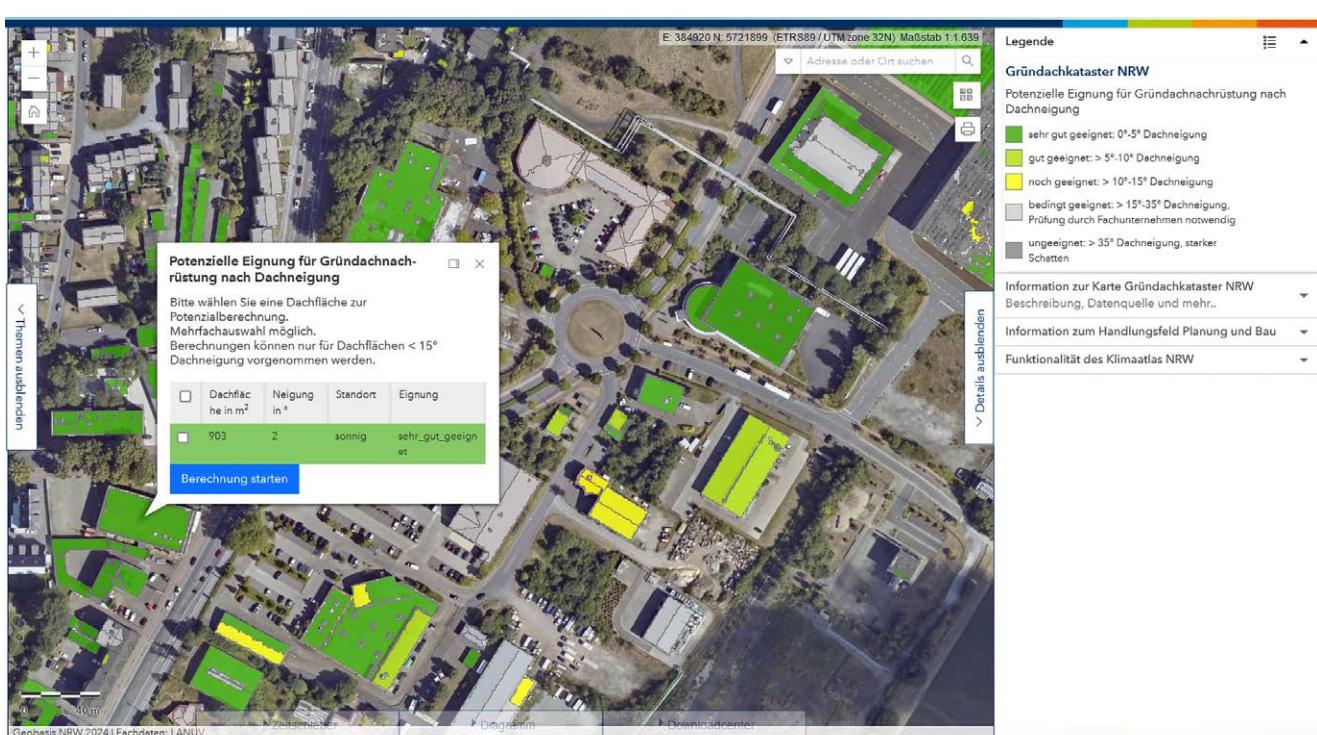


Abb. 5: Ausschnitt aus dem Gründachkataster NRW (LANUV 2024a)

## 2.4 Überblick über ausgewählte weitere Handlungsfelder

Neben den vorgestellten Handlungsfeldern und deren einzelnen Anwendungen und Tools umfasst die Kartenanwendung Klima NRW.Plus zahlreiche weitere aufschlussreiche Karten. So lassen sich im Handlungsfeld »Wasserwirtschaft« viele Daten zur Wasserverfügbarkeit finden, z. B. zur Grundwasserneubildung, zum Netto-Gesamtabfluss, zur Tatsächlichen Evapotranspiration und zur Klimatischen Wasserbilanz. Diese Daten liegen jeweils für die Klimanormalperioden seit 1961 vor und projizieren in die Zukunft bis zum Ende des 21. Jahrhunderts. Das Handlungsfeld »Boden« beinhaltet u. a. eine Aufbereitung des UFZ-Dürremonitors (UFZ = Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung) für Nordrhein-Westfalen, der fast tagesaktuell sowohl das pflanzenverfügbare Wasser im Oberboden als auch den Bodenfeuchteindex für den Oberboden und den Gesamtboden abbildet. Ergänzend hierzu wird das pflanzenverfügbare Bodenwasser im Ober- und Gesamtboden seit kurzem auch in einer deutlich höheren Auflösung für vorgestern, gestern und heute dargestellt. Diese Daten stammen aus dem Kooperationsprojekt »Wasserhaushalts- und Dürremonitor (WHDM)«, welches vom Forschungszentrum Jülich gemeinsam mit dem LANUV durchgeführt wird. Außerdem gibt es im Handlungsfeld »Boden« Daten zum Bodenversiegelungsgrad als Rasterdaten in einer Zeitreihe von 2006 bis 2018 sowie die Entwicklung des Bodenversiegelungsgrades pro Gemeinde in diesem Zeitraum und eine Karte zur natürlichen Erosionsgefährdung durch Wasser. Des Weiteren umfasst das Handlungsfeld »Landwirtschaft« statische Karten zur Dürreempfindlichkeit von Grün- und Ackerland. Diese gibt es für den Wald auch im Handlungsfeld »Wald- und Forstwirtschaft«. Dort lässt sich u. a. auch die Entwicklung der Waldbrandgefahr in den Waldbrandindexstufen 4 und 5 sowohl in den Beobachtungen als auch den Klimaprojektionen für die unterschiedlichen betrachteten Szenarien nachvollziehen (siehe dazu auch LANUV-Fachbericht 157).

Interessante Informationen umfasst z. B. auch der Themenbereich »Konzepte vor Ort«. Hier gibt das Fachzentrum Klima, unterteilt sowohl für Städte und Gemeinden als auch für Landkreise, einen möglichst aktuellen Überblick darüber, welche Kommunen in NRW bereits über Klimaanpassungskonzepte, eigene Starkregen Gefahrenkarten, eigene Stadt-Klimaanalysen oder eigene Förderprogramme zur Begrünung, Entsiegelung etc. verfügen oder wo diese derzeit in Erarbeitung sind. Alle Karten und Konzepte werden dabei nach Möglichkeit verlinkt, um den Akteurinnen und Akteuren der Klimafolgenanpassung in NRW eine Hilfestellung zu geben, wie diese Konzepte und Karten in anderen Kommunen bereits erstellt oder umgesetzt wurden.

## 3 Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring NRW

Neben der Kartenanwendung beherbergt der Klimaatlas NRW u. a. seit seiner Neustrukturierung im Jahr 2022 auch das Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring (KFAM), welches in § 9 des Klimaanpassungsgesetz NRW verankert ist. Das KFAM baut auf dem seit 2011 bestehenden Klimafolgenmonitoring NRW auf und wird in regelmäßigen Abständen überprüft und erweitert. Das KFAM zeigt einerseits – wie auch die Kartenanwendung – die Klimaentwicklung selbst oder deren direkte Folgen, andererseits enthält es auch solche Indikatoren, die die Reaktionen der Natur oder Maßnahmen der Gesellschaft auf beobachtete Wirkungen des Klimawandels aufzeigen und somit Anhaltspunkte für eine Anpassung an den Klimawandel liefern. Gegliedert ist das KFAM in die fünf Cluster »Klima«, »Umwelt«, »Mensch«, »Planung und Bau« sowie »Wirtschaft«. In diesen Clustern sind die drei Grundlagenfelder der Klimaentwicklung sowie die 16 Handlungsfelder der Klimafolgenanpassung, wie sie im Klimaschutzplan NRW (MULNV 2015) definiert wurden, aggregiert (Abb. 6). Insgesamt umfasst das KFAM derzeit 79 Indikatoren, die – nach Möglichkeit – einmal jährlich aktualisiert werden. Die Darstellung und Beschreibung der Indikatoren erfolgt dabei immer gleich. Zentrales Element ist die Daten-Visualisierung via eines Highchart-Diagramms, das die mal längeren und mal kürzeren Datenreihen jedes Indikators anschaulich aufbereitet. Dabei liegen die Daten der Indikatoren entweder für ganz NRW oder für einzelne ausgewählte Stationen vor. Teilweise werden die Daten auch gesondert auf die Jahreszeiten unterteilt dargestellt (z. B. Indikator 4.3 Klimatische Wasserbilanz). Neben einigen »technischen« Daten wie Datenstand, Messgröße, räumliche Abdeckung, Datenquelle usw. wird für jeden Indikator der Bezug zum Klimawandel, die Definition und Berechnung, die Beschreibung der Entwicklung und des möglichen Trends erläutert sowie die Legende der entsprechenden Trendpfeile aufgezeigt. Für alle Indikatoren erfolgt eine Trendberechnung und Signifikanzprüfung nach der Methode des Umweltbundesamtes (UBA 2019). Wenn Parameter sowohl als Karte als auch als Indikator vorliegen, sind die passenden Indikatoren des KFAM in den Begleitinformationen der entsprechenden Layer der Kartenanwendung verlinkt. Umgekehrt wird im Abschnitt »Definition und Berechnung« der jeweiligen Indikatoren auf die Karten verwiesen, um eine bestmögliche Verknüpfung der Daten untereinander zu gewährleisten.

Aufgrund von Beschränkungen in der Datenverfügbarkeit können derzeit noch nicht alle relevanten Themen in den jeweiligen Handlungsfeldern abgebildet werden. Im Handlungsfeld »Industrie und Gewerbe« betrifft dies z. B. finanzielle Verluste durch die Unterbrechung von Lieferketten. Zudem erschweren häufig noch kurze Zeitreihen die Interpretation der Indikatorentwicklung vor dem Hintergrund des Klimawandels.

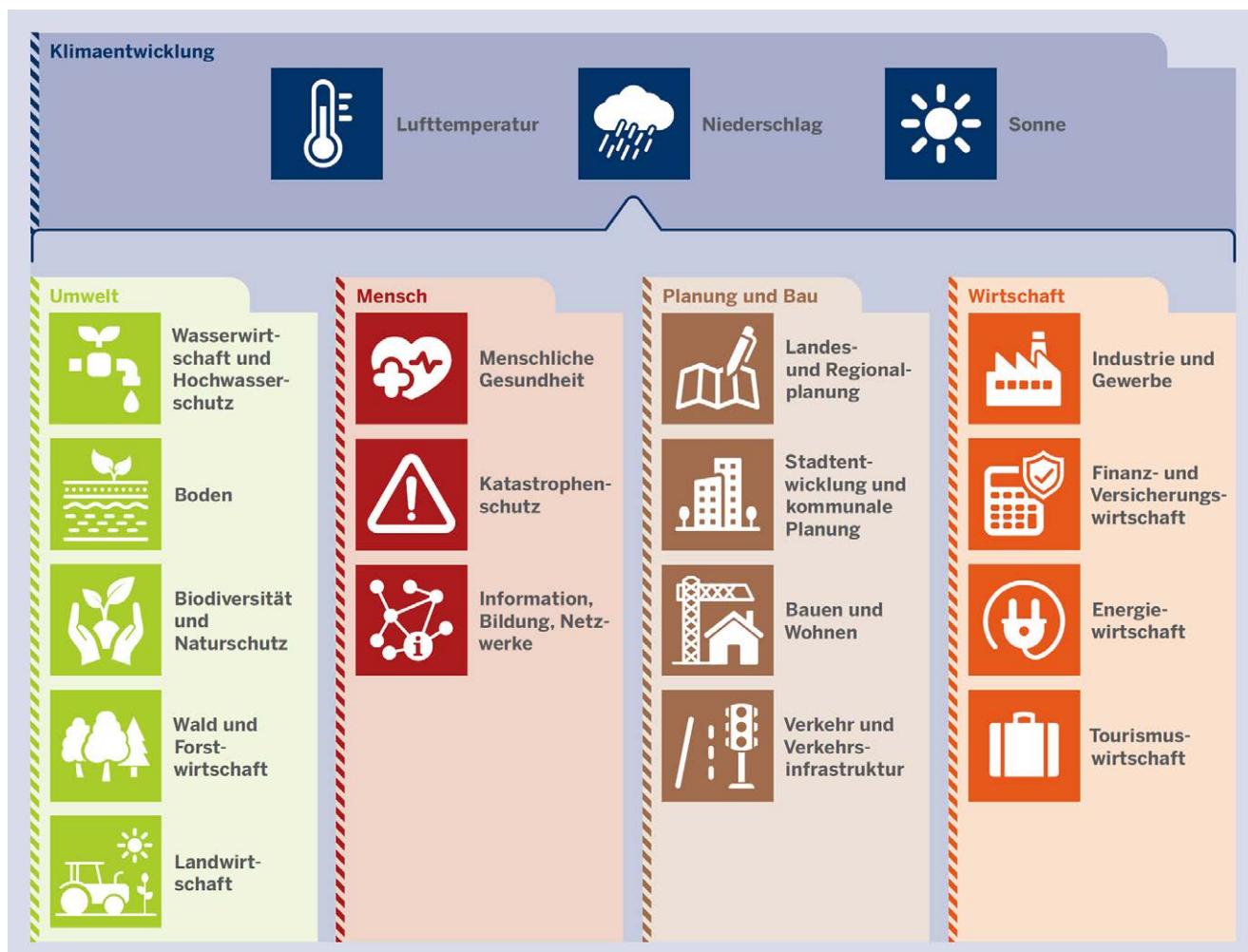


Abb. 6: Überblick über die Cluster und Handlungsfelder des Klimafolgen- und Anpassungsmonitorings NRW (LANUV 2021)

Auch spiegelt die Anzahl an Indikatoren in einzelnen Handlungsfeldern nicht unbedingt deren Relevanz wider. So umfasst das Handlungsfeld »Wasser« zwar zehn Indikatoren, das Handlungsfeld »Industrie und Gewerbe« dagegen nur einen. Des Weiteren geben Indikatoren oft nur einzelne Messstationen wieder, es fehlen häufig noch Messnetze für eine landesweite Aussage, z.B. zur Entwicklung von Tropennächten in Innenstädten. Schwierig ist auch die Erfassung der fortschreitenden Klimafolgenanpassung, diese ist in vielen Handlungsfeldern in der Fläche kaum messbar.

Dennoch vermittelt das KFAM, trotz der hier beschriebenen Einschränkungen in der Aussagekraft, einen breiten Einblick in die derzeit messbaren Folgen des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen.

#### 4 Service rund um den Klimaatlas NRW

Neben der ausführlich dargestellten Kartenanwendung und dem KFAM gibt es im Klimaatlas NRW zusätzlich den Bereich der **Kommunalberatung Klimafolgenanpassung NRW**, einen ausführlichen Bereich »**Klima erklärt**« und einen großen **Servicebereich** mit zahlreichen Infomaterialien und Hintergrundinformationen.

Die Kommunalberatung bietet den Kommunen Nordrhein-Westfalens Unterstützung beim Einstieg in den Klimaanpassungsprozess, aber auch bei der Verfestigung des Themas innerhalb der Kommune und gibt Tipps zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Im Zuge einer Förderberatung wird zudem Orientierungshilfe gegeben, welches Förderprogramm für welche Maßnahme das passende sein könnte. Hier liefert den Akteurinnen und Akteuren zusätzlich auch das neu aufgebaute Förder-Navi zur kommunalen Klimafolgenanpassung wichtige Informationen. Darüber hinaus unterstützt die Kommunalberatung die Akteurinnen und Akteure der Klimaanpassung in NRW mit verschiedenen Vernetzungsangeboten. Dabei stellt der Klimaatlas (Kartenanwendung und KFAM) stets die Basis für die individuelle Beratungsleistung dar.

Im Bereich »**Klima erklärt**« werden in den drei Kapiteln »**Klimawandel erklärt**«, »**Klimaanpassung erklärt**« und »**Klimaschutz erklärt**« wichtige Grundlageninformationen und Erläuterungen für die Anwenderinnen und Anwender des Klimaatlas gegeben.

Im großen Servicebereich stehen sämtliche Publikationen und Hintergrundinformationen zum Klimaatlas zum Download bereit. Dies umfasst u. a. sowohl den kürzlich erschienenen Fachbericht zur klimatischen Zukunft in Nordrhein-Westfalen als auch sogenannte Factsheets für die

klimatischen Großlandschaften NRWs sowie Fachbeiträge zur Klimaentwicklung für die Regionalplanungsbehörden. Dort finden sich auch die sogenannten Klimastreifen für NRW zum Download. Einen besonderen Service liefert das Team des Klimaatlas NRW dabei für die Kommunen und Gebietskörperschaften: Auf Anfrage werden die Warming Stripes und die Precipitation Stripes, die die Temperaturentwicklung und die Niederschlagsentwicklung in einer anschaulichen Form aufzeigen, für die jeweilige Gebietskörperschaft individuell aufbereitet und zur Verfügung gestellt.

Außerdem gibt es auf der Startseite des Klimaatlas einen Newsblog, über den aktuelle Meldungen zum Klimawandel oder zur Klimaanpassung, interessante Veranstaltungen und der monatliche Witterungsverlauf in NRW kommuniziert werden. Zusätzlich erscheint einmal monatlich der Klimaatlas-Newsletter. Dieser informiert über Neuerungen im Klimaatlas, Meldungen zur Klimaanpassung oder Veranstaltungen.

## 5 Fazit und Ausblick

Der Klimaatlas NRW stellt einen sehr breiten und tiefgehenden Datenpool zum Klimawandel in Nordrhein-Westfalen sowie zur Klimafolgenanpassung für Nordrhein-Westfalen dar und hilft damit, das Bewusstsein zu den Folgen des Klimawandels zu stärken. Er hat sich in den letzten Jahren als Erstinformationsquelle für die Akteurinnen und Akteure der Klimafolgenanpassung in Nordrhein-Westfalen etabliert. Mit über 50 Karten und Tools sowie derzeit 79 beobachteten Indikatoren hält er sowohl für Laien als auch für Fachanwender die passenden Daten bereit. Daher lohnt es sich, sich einen tiefergehenden Überblick über die Möglichkeiten, die der Klimaatlas bietet, zu verschaffen. Regelmäßig stattfindende Anwenderschulungen helfen dabei, diesen Überblick zu erlangen.

Dabei stellt der Klimaatlas NRW kein statisches System dar. Fortlaufend werden Daten aktualisiert, kommen neue Karten hinzu, werden neue Inhalte freigeschaltet. Der Klimaatlas NRW ist ein lebendes Fachinformationsystem. Das Klimaatlas-Team im Fachzentrum Klima des LANUV NRW ist bestrebt, den Klimaatlas stets aktuell zu halten und immer die neuesten verfügbaren Daten frei und ohne Einschränkungen als Open Data zur unbeschränkten Nachnutzung zur Verfügung zu stellen. Wer über aktuelle Entwicklungen informiert bleiben möchte, der sollte sich für den monatlichen Klimaatlas-Newsletter anmelden.

## Literatur

- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) (Hrsg.) (2018): Klimaanalyse Nordrhein-Westfalen. LANUV-Fachbericht 86. Recklinghausen.
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) (Hrsg.) (2021): Klimabericht NRW 2021. Klimawandel und seine Folgen – Ergebnisse aus dem Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring. LANUV-Fachbericht 120. Recklinghausen.
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) (Hrsg.) (2024a): [www.klimaatlas.nrw.de](http://www.klimaatlas.nrw.de), Abbildungen 1–5, letzter Zugriff 20.08.2024.
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) (Hrsg.) (2024b): Klimaentwicklung und Klimaprojektionen in Nordrhein-Westfalen – Datengrundlage und Wissenschaftlicher Hintergrund der Klimaanpassungsstrategie, LANUV-Fachbericht 157. Recklinghausen. [www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3\\_fachberichte/LANUV-Fachbericht\\_157.pdf](http://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV-Fachbericht_157.pdf).
- Malitz, G., Ertel, H. (2015): KOSTRA-DWD-2010 Starkniederschlags-höhen für Deutschland. (Bezugszeitraum 1951 bis 2010) – Abschlussbericht -. DWD. Offenbach a. Main. [www.dwd.de/DE/leistungen/kostra\\_dwd\\_rasterwerte/download/bericht\\_kostra\\_dwd\\_2010\\_pdf.pdf;jsessionid=06DD370A25698028CB57335A98F66A2B.live11052?\\_\\_blob=publicationFile&v=11](http://www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/download/bericht_kostra_dwd_2010_pdf.pdf;jsessionid=06DD370A25698028CB57335A98F66A2B.live11052?__blob=publicationFile&v=11).
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz (MKULNV) (Hrsg.) (2015): Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen. Klimaschutz und Klimaanpassung. Düsseldorf.
- Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz NRW (MULNV) (Hrsg.) (2018): Arbeitshilfe Kommunales Starkregenrisikomanagement. Düsseldorf. [www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/arbeitshilfe\\_kommunales\\_starkregen\\_risikomanagement\\_2018.pdf](http://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/arbeitshilfe_kommunales_starkregen_risikomanagement_2018.pdf).
- Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz NRW (MULNV) (2021): Klimaanpassungsgesetz Nordrhein-Westfalen (KlAnG). Düsseldorf.
- Umweltbundesamt (UBA) (2019): Quantitative Bewertung vom Umweltindikatoren. Dessau.

## Kontakt

Dr. Tobias Kemper | Dr. Ingo Wolff  
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen  
Fachzentrum Klimafolgenanpassung, Klimaschutz, Wärme und Erneuerbare Energien  
40208 Düsseldorf  
[tobias.kemper@lanuv.nrw.de](mailto:tobias.kemper@lanuv.nrw.de) | [ingo.wolff@lanuv.nrw.de](mailto:ingo.wolff@lanuv.nrw.de)

Dieser Beitrag ist auch digital verfügbar unter [www.geodaezie.info](http://www.geodaezie.info).