

Evolving Regions

Ergebnisbericht

Klimawirkungsanalyse Kreis Steinfurt

Ziele | Anwendungsfälle | Methoden | Ergebnisse | Interpretationen



TU Dortmund | IRPUD

Autoren

Jörg Peter Schmitt | Juliane Wright | Alina Tholen | Stefan Greiving

Stand

April 2022

Inhalt

Das Projekt Evolving Regions	1
Einleitung zum Bericht	2
1 Ziele, Umfang und Anwendungsfälle der Klimawirkungsanalysen	3
1.1 Ziele und Prämissen	3
1.2 Inhaltlicher Umfang	5
1.3 Planerische Anwendungsfälle	6
2 Methodische Grundlagen der Klimawirkungsanalysen	9
2.1 Szenariobasierter Analyseansatz	9
2.2 Eingangsdaten und Indikatoren	11
2.3 Verfahren der Wertermittlung zur Klimawirkung	15
3 Kennblätter der Klimawirkungsanalysen	17
4 Ergebnisse der Klimawirkungsanalysen	29
4.1 Struktur der Datenbereitstellung	29
4.2 Zugang zu den Daten	30
5 Interpretation und Anwendung der Klimawirkungsanalysen	31
5.1 Arbeitshilfe zum Umgang mit Tableau	31
5.2 Interpretationsschritte	36
5.3 Exemplarische Ergebnisinterpretation	37
6 Weiterentwicklung der Klimawirkungsanalysen	48
Literatur	51

Das Projekt Evolving Regions

In dem Projekt Evolving Regions liegt der Fokus auf Anpassung an die Folgen des Klimawandels auf regionaler Ebene. Durch die Veränderungen des Klimas und die daraus resultierende Zunahme von extremen Wetterereignissen entstehen neue Herausforderungen und um diese zu bewältigen, müssen auch die Akteure abseits der urbanen Zentren für das Thema sensibilisiert und dazu befähigt werden, den Herausforderungen entsprechend zu handeln. Dafür entwickelt die Sozialforschungsstelle der TU Dortmund als Verbundkoordination in Zusammenarbeit mit weiteren Partnerinstitutionen ein Konzept, das in sieben Partnerregionen in NRW sowie einer Partnerregion in den Niederlanden angewendet und erprobt wird. Anhand der dadurch gewonnen Erkenntnisse soll eine Standardvorlage für regionale Klimaanpassungsstrategien in NRW und Europa entwickelt werden.

Ziele

- Die Verbesserung der Widerstandsfähigkeit der teilnehmenden Regionen gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels.
- Die Integration des Themas Klimaanpassung in die kommunalen und regionalen Planungsprozesse.
- Die Unterstützung der regionalen Akteure beim Erlangen von Kompetenzen sowie der Entwicklung eines Beratermarktes für Klimaanpassung.

Projektidee

Durch das Projekt Evolving Regions soll die Widerstandsfähigkeit sowie die Anpassung an den Klimawandel in den beteiligten Regionen erhöht werden. Dafür durchlaufen die Regionen einen 19-monatigen Prozess, in dem regionsspezifisch die Auswirkungen des veränderten Klimas analysiert werden. Darüber hinaus erfolgt eine fachliche Beratung zur Konkretisierung der Planungen zur Klimaanpassung sowie zu Möglichkeiten der Finanzierung von Maßnahmen.

Zielgruppe

Es werden planende, steuernde und handelnde Akteure angesprochen. Diese sollen mithilfe der Methode des Integrierten Roadmappings auf der Basis einer bestimmten Abfolge an Prozessschritten dazu befähigt werden, für ihre Region Strategien und Ziele sowie Maßnahmen zur Klimaanpassung zu erarbeiten.

Einleitung zum Bericht

Die Erstellung der Klimawirkungsanalysen stellt einen wichtigen Baustein des Projektes Evolving Regions dar. „Mit Hilfe von [...] Klimawirkungsanalysen können Schwerpunkte [...] der Betroffenheit durch den Klimawandel auf wissenschaftlicher Grundlage identifiziert werden“ (UBA 2017: 8). Für die beteiligten Kreise findet eine kreisweite Verschneidung von klimatischen Einflüssen mit räumlichen Sensitivitäten statt. Dabei werden die gegenwärtigen und möglichen zukünftigen Ausprägungen der klimatischen Einflüsse betrachtet.

Die Entwicklung der Methode ist ein dynamischer Prozess. Auf Grund dessen wird in diesem Bericht der derzeitige Arbeitsstand der Klimawirkungsanalysen (Stand Dezember 2021 - Version V2021.12) dargestellt. Da sowohl die methodische Herangehensweise als auch die Datengrundlage im Laufe des Projektes weiterentwickelt und verbessert wird, wird auch dieser Bericht bei Änderungen angepasst.

Der Bericht startet mit Ausführungen zu den Zielen, Prämissen und dem Umfang der Klimawirkungsanalysen (Kap.1). Darauf folgen Erläuterungen zu Methodik, Verfahren und Eingangsdaten der Klimawirkungsanalysen (Kap. 2) sowie Kennblätter zu allen Klimawirkungsanalysen bzgl. grundlegender Daten, Indikatoren und Rechenschritten zur Wertermittlung (Kap. 3). Informationen zur Datenaufbereitung und zum Zugang zu den Ergebnissen der Klimawirkungsanalysen befinden sich in Kapitel 4. Der Bericht enthält zusätzlich eine Arbeitshilfe zum Umgang mit Tableau, eine Interpretationshilfe und beispielhafte Interpretationen von Klimawirkungsanalysen (Kap. 5). Abschließend wird die Weiterentwicklung der Klimawirkungsanalysen als Ausblick thematisiert (Kap. 6).

1 Ziele, Umfang und Anwendungsfälle der Klimawirkungsanalysen

Klimawirkungsanalysen ermitteln die Wirkung verschiedener klimatischer Einflüsse (z.B. Hitze oder Starkregen) auf konkrete räumliche Gegebenheiten bzw. Sensitivitäten des Raumes (z.B. Wohnbevölkerung, Gebäude oder soziale/technische Infrastrukturen). Im Gegensatz zu Vulnerabilitätsanalysen wird im Rahmen von Klimawirkungsanalysen die Ebene der Anpassungskapazität (z.B. Willen, Wissen und Mittel zur Klimaanpassung) nicht mitbetrachtet. Durch die Ergebnisse der Klimawirkungsanalysen kann jedoch die Anpassungskapazität an sich gesteigert werden: 1. durch die Erstellung einer quantitativen Entscheidungsgrundlage für die Klimaanpassung, 2. durch eine Erhöhung der Sensibilität bei den handelnden Akteuren durch eine praxisorientierte Ergebnisaufbereitung (weitere Begriffsdefinitionen siehe Deliverable 10 - Der Klimawandel und seine Auswirkungen in NRW).

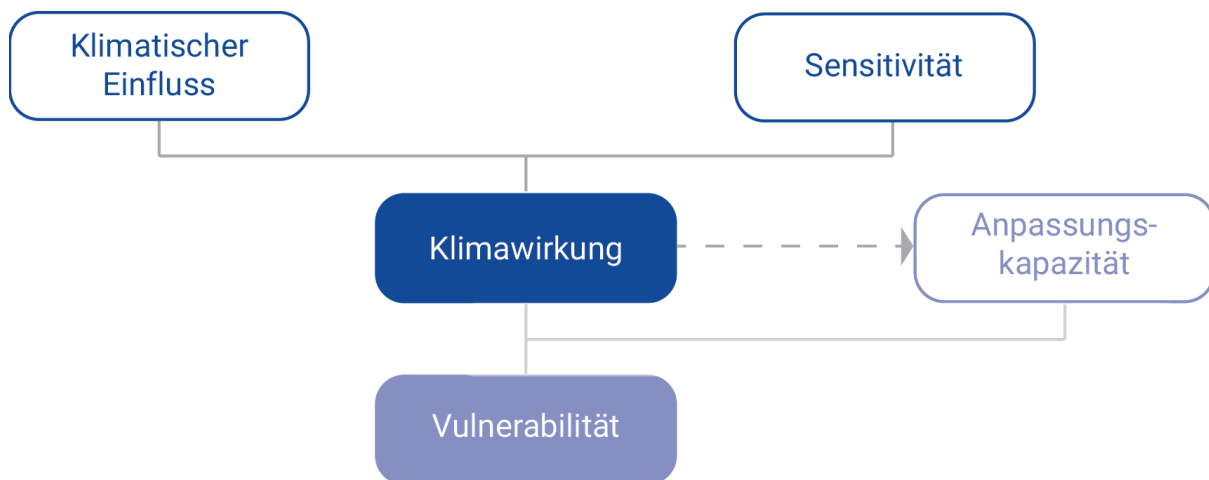


Abbildung 1: Definition Klimawirkung nach Umweltbundesamt

1.1 Ziele und Prämissen

Ziele der Klimawirkungsanalyse

Ziel der Analysen im Rahmen von Evolving Regions ist es, für die klimatischen Einflüsse Hitze, Starkregen, Dürre und Hochwasser die lokalen und kreisweiten Klimawirkungen aufzuzeigen. Daraus werden im Roadmap-Prozess Handlungsschwerpunkte identifiziert und Entscheidungsgrundlagen zu konkreten Handlungs- und Anpassungsmaßnahmen geliefert. Die Klimawirkungsanalysen unterstützen somit konkret die Arbeitsschritte im Roadmap-Prozess in den jeweiligen Landkreisen. Die Analysen sollen auch über das Projekt hinaus für die kreisweite und lokale Klimaanpassung genutzt werden.

Ermittlung der Klimawirkung

Die Klimawirkung zeigt die Verschneidung von klimatischem Einfluss mit Sensitivität. Die Klimawirkungsanalysen machen da weiter, wo der DWD und das LANUV aufhören. Es werden die klimatischen Einflüsse Hitze, Dürre, Starkregen und Hochwasser mit den Sensitivitäten des Raumes verschnitten.

Ermittlung räumlicher Handlungsschwerpunkte

Für die Priorisierung von Handlungsräumen findet eine Abstraktion und Normalisierung der Ergebnisse statt. Somit können vergleichsweise besonders starke Betroffenheiten ermittelt werden.

Ermittlung der konkreten Betroffenheit

Ziel ist es, konkret betroffene Räume zu identifizieren. Ein Beispiel sind starkregengegefährdete Baublöcke oder hitzegefährdete Siedlungsbereiche und Bevölkerungsgruppen. Somit kann eine Hilfestellung für konkrete Maßnahmenentwicklungen (lokal) geschaffen werden.

Konkrete Unterstützung im Roadmap-Prozess

Die Analysen liefern quantitative Entscheidungsgrundlagen und geben eine Hilfestellung bei der Priorisierung von regionalen und kommunalen Handlungsschwerpunkten. Die Ergebnisse sind ein integraler Bestandteil des Roadmap-Prozesses.

Prämissen der Klimawirkungsanalyse

Die Prämissen der Klimawirkungsanalysen zielen auf eine Übertragbarkeit der Analysemethode auf weitere Kreise und Regionen, eine intra- und interregionale Vergleichbarkeit der Klimawirkungen, eine stetige Weiterentwicklung der Analysemethode im Verlauf des Projektes und einen szenario-basierten Ansatz zur Abbildung verschiedener Entwicklungsszenarien ab.

Weiterentwicklung des methodischen Vorgehens

Die Analysen werden im Rahmen von Evolving Regions weiterentwickelt. Alle Regionen bekommen Ergebnisse der fortgeschrittensten Klimawirkungsanalyse zur Verfügung gestellt.

Übertragbarkeit der Analysen

Das Vorgehen der Klimawirkungsanalysen soll sowohl in weiteren Kreisen in NRW als auch darüber hinaus Anwendung finden. Die Nutzung zugänglicher und schematisch gleicher Daten sowie eine transparente Methodik sind daher essentiell.

Intra- und interregionale Vergleichbarkeit der Ergebnisse

Eine Vergleichbarkeit unterstützt die Einordnung und Interpretation der Ergebnisse. Als Vergleichsraum werden alle in Evolving Regions beteiligten Kreise betrachtet.

Szenario-basiertes Vorgehen

Eine Veränderung der klimatischen Situation sowie der räumlichen Nutzungen (Sensitivität) ist unumstritten, jedoch besteht eine Unsicherheit hinsichtlich des Ausmaßes und der Intensität der Veränderung. Daher ist es erforderlich, für die Zukunft mit verschiedenen Szenarien und Zeiträumen zu arbeiten.

1.2 Inhaltlicher Umfang

Im Rahmen des Projektes Evolving Regions werden allen Partnerregionen Klimawirkungsanalysen zur Verfügung gestellt, welche die im Folgenden beschriebenen Klimawirkungen umfassen. Diese stellen dabei eine im Projekt getroffene Auswahl dar und bilden keine abschließende Darstellung der tatsächlich möglichen Klimawirkungen ab. Für einen umfassenden Überblick über klimatische Veränderungen und die Auswirkungen in NRW, dient der Bericht "Der Klimawandel und seine Auswirkungen in NRW" (Deliverable 10) im Rahmen des Projektes Evolving Regions. Die Auswahl der in den Klimawirkungsanalysen betrachteten Klimawirkungen erfolgte anhand der folgenden Vorgehensweise:

1. Auseinandersetzung mit klimatischen und räumlichen Zusammenhängen anhand der Handlungsfelder der Deutschen Anpassungsstrategie (Bundesregierung 2008) und den Wirkungsketten des Umweltbundesamtes (UBA 2016a)
2. Identifizierung von Wirkungszusammenhängen, die für NRW eine Relevanz haben (siehe Deliverable 10 "Der Klimawandel und seine Auswirkungen in NRW")
3. Ermittlung von Klimawirkungen, die räumlich ausgewertet werden können
4. Auswahl von Klimawirkungen anhand der Datenverfügbarkeit

Der Umfang der hier beschriebenen Version der Klimawirkungsanalysen beinhaltet 13 Klimawirkungen, die sich mit den klimatischen Einflüssen Hitze, Dürre, Starkregen und Hochwasser und den entsprechenden räumlichen Sensitivitäten befassen:

KWA 1	Hitze Bevölkerung
KWA 2	Hitze Gewerbe
KWA 3	Hitze Soziale Infrastruktur
KWA 4	Hitze Landwirtschaft
KWA 5	Dürre Landwirtschaft*
KWA 6	Dürre Wald
KWA 7	Starkregen Bebauung
KWA 8	Starkregen Punktuelle Infrastrukturen
KWA 9	Starkregen Lineare verkehrliche Infrastruktur*
KWA 10	Starkregen Landwirtschaft
KWA 11	Hochwasser Bebauung
KWA 12	Hochwasser Punktuelle Infrastrukturen
KWA 13	Hochwasser Lineare verkehrliche Infrastruktur*

* Noch ausstehende Analysen, die von weiteren Datenlieferungen oder Datenaufbereitungen abhängig sind.

1.3 Planerische Anwendungsfälle

„Klimawandelfolgen erreichen zunehmend eine städtebauliche Dimension und werden infolgedessen vermehrt mit differenzierten Auswirkungen auf die Stadtentwicklung verbunden sein“ (UBA 2016b: 132). Die Klimawirkungsanalysen sollen für die Kommunen und Kreise einen praktischen planerischen Nutzen und Mehrwert - auch über das Projekt Evolving Regions hinaus - liefern. Neben den expliziten Hilfestellungen für den Roadmap-Prozess stellen die Analysen eine quantitative Datengrundlage als Unterstützung für formelle (1) als auch informelle Prozesse (2) im Bereich der Klimaanpassung dar und erleichtern oder befähigen Kommunen bei der Fördermittelakquise (3). Des Weiteren können Hinweise für den vorbeugenden Katastrophenschutz (4) gegeben werden.

Einbindung der Ergebnisse in formelle Prozesse

Die Ergebnisse der Klimawirkungsanalyse können im Bereich der formellen Planung insbesondere im Rahmen der Bauleitplanung und der Umweltprüfung genutzt werden.

Bauleitplanung

- In § 1 Abs. 5 S. 2 BauGB wird die Klimaanpassung als expliziter Planungsgrundsatz genannt: „[Die Bauleitpläne] sollen dazu beitragen, [...] die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern, [...].“
- Klimaschutzklausel § 1 a Abs. 5 BauGB, wonach den Erfordernissen des Klimaschutzes durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden soll (§ 1 a Abs. 5 BauGB).
- Durch die §§ 5 und 9 BauGB bestehen umfassende Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten, die auf der Ebene der vorbereitenden Bauleitplanung, also dem Flächennutzungsplan (FNP) und der verbindlichen Bauleitplanung, also dem Bebauungsplan (B-Plan), für die Anpassung an den Klimawandel angewendet werden können. Im FNP können bspw. Anlagen, Einrichtungen und sonstige Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, dargestellt werden (vgl. § 5 Abs. 2 S. 2c BauGB). So bietet sich durch den FNP u. a. die Möglichkeit der Sicherung von Freiflächen, die der Kaltluftproduktion dienen, sowie von Frischluftbahnen und Ventilationsbahnen. Nach § 8 Abs. 2 sind B-Pläne aus dem FNP heraus zu entwickeln, sodass die dort getroffenen Regelungen berücksichtigt werden müssen. B-Pläne bieten zusätzlich u. a. Festsetzungsmöglichkeiten, wie öffentliche und private Grünflächen, Dach- und Fassadenbegrünung oder das Maß der baulichen Nutzung, um den stadtklimatischen Anforderungen zu begegnen (vgl. § 9 Abs. 1 BauGB).

Umweltprüfung

- Im Rahmen einer Strategischen Umweltprüfung (SUP) für Pläne und Programme und einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für Projekte, wird überprüft, wie sich ein Projekt oder ein Plan auf unterschiedliche Schutzgüter, u. a. das Schutzgut Klima auswirkt (vgl. § 2 Abs. 1 UVPG). Eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), die ein „unselbständiger Teil verwaltungsbehördlicher Verfahren“ (0.1.1 UVPVwV) für bestimmte Projekte ist, wurde durch die Einführung der Richtlinie 2001/42/EG um die Strategischen Umweltprüfung ergänzt, um Umweltbelange auf einer vorgelagerten Planungs-

und Entscheidungsebene zu untersuchen (vgl. § 1 Abs. 1 UVPG).

- Wegen einer engen inhaltlichen Verknüpfung einer UVP und einer SUP werden beide Prüfungen im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) geregelt. Bezüglich der Prüfung des Schutzgutes Klima geht es dabei nicht um eine abstrakte globale Größe, sondern um "die Aufenthalts- und Lebensqualität des Menschen in seinem Umfeld." (Grauthoff 2008: 10). Das Schutzgut Klima wird also anhand seiner Bedeutung für das Leben des Menschen innerhalb einer Umweltprüfung beurteilt.
- Laut § 2 Abs. 4 BauGB können die SUP und UVP in einem Verfahren durchgeführt werden und somit eine integrierende Überprüfung beider Prüfinstrumente als PlanUP stattfinden: "Wird eine Umweltprüfung für das Plangebiet oder für Teile davon in einem Raumordnungs-, Flächennutzungs- oder Bebauungsplanverfahren durchgeführt, soll die Umweltprüfung in einem zeitlich nachfolgend oder gleichzeitig durchgeführten Bauleitplanverfahren auf zusätzliche oder andere erhebliche Umweltauswirkungen beschränkt werden" (§ 2 Abs. 4 BauGB)

Einbindung der Ergebnisse in informelle Prozesse

Für die Klimaanpassung werden neben formellen Instrumenten sinnvollerweise oftmals auch informelle Prozesse genutzt. Während die formellen, also die gesetzlich normierten Instrumente zur Umsetzung der Planung, insbesondere für die mittel- bis langfristigen Rahmensetzung der Raumentwicklung, angewendet werden, verfolgen informelle Instrumente das Ziel, unterschiedliche Akteure einzubinden und dabei einen Konsens oder zumindest Kooperationen zu etablieren. Diese können somit als Unterstützung, im Sinne von Vorbereitung, Ergänzung und Realisierung formeller Planung gesehen werden (UBA 2018: 49).

Beispiele für informelle Prozesse sind:

- Politische Meinungsbildung / Sensibilisierung
- Lokale und regionale Klimaanpassungskonzepte
- Bewertung und Priorisierung von Potenzialflächen
- Ableitung von Stadtentwicklungsgebieten Klimaanpassung (insb. Bestand)

Unterstützung bei Fördermittel-Akquise

In einer Studie des difu wurde herausgefunden, dass Maßnahmen der Klimaanpassung zu 64% aus kommunalen Mitteln und zu 33% aus öffentlichen Fördermitteln finanziert werden (difu 2019: 41). Fördermittel werden von der EU, vom Bund oder dem Land NRW zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse der Klimawirkungsanalyse unterstützen bei der Begründung des Fördererfordernisses und können somit dazu beitragen, öffentliche Fördermittel für die Klimaanpassung zu erhalten. Seit dem Jahr 2011 fördert das Bundesumweltministerium mit dem Programm "Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels" lokale und regionale Projekte, um sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen. Dabei wurden drei Förderschwerpunkte festgelegt (BMU 2019: 2):

- 1) Anpassungskonzepte für Unternehmen
- 2) Entwicklung von Bildungsmodulen zu Klimawandel und Klimaanpassung
- 3) Kommunale Leuchtturmvorhaben sowie Aufbau von lokalen und regionalen Kooperationen

Neben Förderprogrammen, die explizit der Klimaanpassung dienen, können jedoch auch weitere Förderprogramme, wie solche aus dem Wohnungs- und Städtebau, genutzt werden, um die Konzipierung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen voranzutreiben.

Vorsorgender Katastrophenschutz

Ein weiterer indirekter Anwendungsfall ist der vorsorgende Katastrophenschutz. Laut des Umweltbundesamtes bringen "die Auswirkungen des Klimawandels [...] neue Herausforderungen für die Katastrophenvorsorge und das Katastrophenmanagement mit sich, auf die sich der Bevölkerungsschutz einstellen muss" (UBA 2020). Diese Herausforderungen werden durch die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen verschärft. Neben der Vermeidung von materiellen Schäden geht es auch um den Schutz der menschlichen Gesundheit und des menschlichen Lebens. In diesem Kontext sind insbesondere die Funktionalität und die Kaskadeneffekte bei einem Ausfall von Kritischen Infrastrukturen (KRITIS), wie beispielsweise von "Energie- und Wasserversorgung, Transport und Verkehr sowie Telekommunikations- und Informationstechnik" (UBA 2020), zu betrachten. Die Klimawirkungsanalysen liefern in diesem Zusammenhang erste Hinweise, welche Infrastrukturen als auch Räume bei Extremwetterereignissen besonders betroffen sind. In Bezug auf Infrastrukturen können Ziel-, als auch Quellinfrastrukturen bezüglich ihrer Betroffenheit bewertet werden.

2 Methodische Grundlagen der Klimawirkungsanalysen

Die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse stellt ein elementares Qualitätsmerkmal von Klimawirkungsanalysen insbesondere bzgl. der Prämisse der Übertragbarkeit dar. Entsprechend werden in diesem Kapitel die genutzten Eingangsdaten, die abgeleiteten Indikatoren, die gewählten Szenarien bezüglich des klimatischen Einflusses und der Sensitivität sowie das Verfahren zur Ermittlung der Klimawirkung erläutert.

Im Rahmen der Analyse wurden viele Arbeitsschritte durchgeführt und eine große Anzahl an Expertengesprächen, insbesondere mit dem LANUV und den teilnehmenden Kreisen, geführt, um die methodische Herangehensweise sowohl aus fachlicher Sicht zu fundieren als auch einen deutlichen praktischen Nutzen für die kommunalen Akteure zu erzielen.

2.1 Szenariobasierter Analyseansatz

Bei den Analysen wird der vom Umweltbundesamt empfohlene Ansatz der parallelen Modellierung gewählt, bei dem, neben der heutigen Ausprägung des klimatischen Einflusses und der Sensitivitäten, auch die möglichen zukünftigen Ausprägungen für den Planungshorizont 2040 betrachtet werden.

Es gibt keine Gewissheit über die zukünftige Entwicklung, weder bei den Prognosen über die klimatischen Einflüsse noch bei Prognosen, welche die Ebene der Sensitivität betreffen. Durch den Ansatz der parallelen Modellierung wird ein sog. entscheidungstheoretischer "Möglichkeitsraum" mit unterschiedlichen Veränderungsszenarien aufgezeigt, in welchem sich die zukünftigen Ausprägungen vermuten lassen. Neben der heutigen Ausprägung der klimatischen Einflüsse und der Sensitivitäten (sog. Zeitfenster t_0) werden auch die möglichen zukünftigen Ausprägungen mit dem definierten zeitlichen Betrachtungshorizont 2040 modelliert (sog. Zeitfenster t_1). Die sozioökonomischen und baulichen Veränderungen werden dabei parallel zu den Veränderungen der klimatischen Einflüsse betrachtet (siehe Abbildung 2), um die zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels auf eine zukünftige Gesellschaft modellieren zu können (vgl. Greiving et. al 2018).

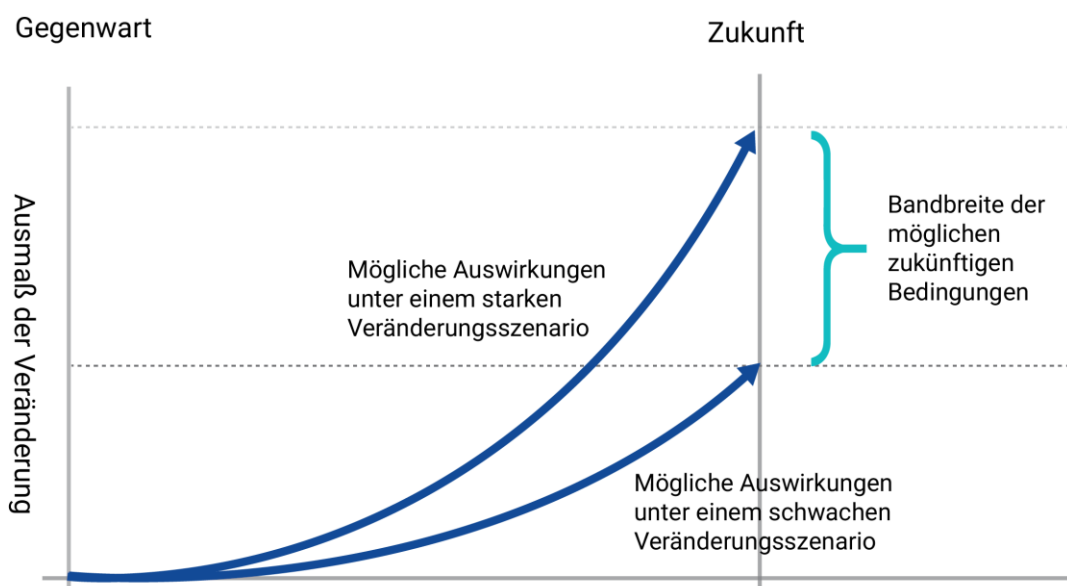


Abbildung 2: Ansatz der parallelen Modellierung

Szenarien des klimatischen Einflusses

Im Bereich des klimatischen Einflusses werden die folgenden Veränderungsszenarien als Möglichkeitsraum vor dem Hintergrund der parallelen Modellierungen dargestellt: schwaches Veränderungsszenario (schwacher bzw. moderater Klimawandel) und starkes Veränderungsszenario (stark ausgeprägter Klimawandel). Aufgrund der fachlichen Ungewissheit bezüglich der klimatischen Veränderungen liegt die Auswahl der Veränderungsszenarien bei dem Plangeber (Einschätzungsprärogative). Die Plangeber entsprechen in diesem Fall den Kernteams der Kreise von Evolving Regions. Die Kernteams aller Kreise haben sich mit der fachlichen Unterstützung des Projekt-Konsortiums von Evolving Regions auf einheitliche Veränderungsszenarien bzgl. der klimatischen Einflüsse verständigt, welche im Folgenden dargestellt werden (siehe Tabelle 1). Dadurch werden ein einheitliches Vorgehen und somit eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleistet.

	2040 (t1 min) Szenario „Schwacher Klimawandel“	2040 (t1 max) Szenario „Starker Klimawandel“
Hitze	RCP-Szenario 4.5 (15. Perzentil)	RCP-Szenario 8.5 (85. Perzentil)
Dürre	RCP-Szenario 4.5 (50. Perzentil)	RCP-Szenario 8.5 (50. Perzentil)
Starkregen	Starkregen-Abfluss-Modellierung KOSTRA-Werte 100a / 60min (entspricht Wert t0)	Starkregen-Abfluss-Modellierung mit einem Erhöhungsfaktor von 1,85 auf KOSTRA-Werte 100a / 60min
Hochwasser	Hochwassergefahrenkarte Überflutungsflächen Lastfall HQ100 (entspricht Wert t0)	Hochwassergefahrenkarte Überflutungsflächen Lastfall HQextrem

Abbildung 3: Klimaszenarien für die zukünftigen klimatischen Einflüsse

Szenarien der Sensitivität

Ein Einbeziehen von Veränderungsszenarien auf der Ebene der Sensitivität ist bislang in der Planungspraxis kaum durchgeführt worden. Im Rahmen von Evolving Regions wurden unterschiedliche Möglichkeiten für eine solche Modellierung erprobt. Da potentielle Veränderungen der baulichen Struktur jedoch auch Auswirkungen auf die Ausprägung sowie das Vorkommens von klimatischen Einflüssen (z.B. Verschattungen durch neuentstehende Gebäude) haben können, wird für die Klimawirkungsanalyse von einer solchen Modellierung abgesehen. Um diese zukünftigen Klimawirkungen abzubilden, wären daher zusätzliche Klimamodellierungen für alle klimatischen Einflüsse notwendig, die im Rahmen des Projektes nicht leistbar sind. Daher wurden für die Komponente der Sensitivität ausschließlich die Bevölkerungsprognosen auf die Wohn- und Mischbauflächen umgelegt, um den demografischen Wandel abzubilden. Im Projektjahr 2022 wird als Alternative eine Potentialflächenbewertung durchgeführt, die für die Kreise und Kommunen einen praktischen Nutzen für die zukünftige Planung ergeben wird (siehe Kap. 6).

2.2 Eingangsdaten und Indikatoren

Eine Klimawirkungsanalyse ist nur so gut, wie es die Qualität der Eingangsdaten erlaubt. Um eine gute Übertragbarkeit und Vergleichbarkeit der Klimawirkungsanalysen zu gewährleisten, wird nach Möglichkeit mit Datensätzen gearbeitet, welche NRW-weit in einem einheitlichen Schema vorliegen - idealerweise Open Data. In Bezug auf den klimatischen Einfluss werden zum Großteil die Daten des DWD (Deutscher Wetterdienst), des LANUV (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen) sowie des MULNV NRW (Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) verwendet und teilweise weiterverarbeitet. Im Bereich der Sensitivität werden als Grundlage vornehmlich Geobasisdaten verwendet, jedoch ist in Bezug auf eine vertiefende Analyse eine starke Mitwirkung der Kreise und Gemeinden in Bezug auf die punktuellen Infrastrukturen erforderlich.

Die Indikatoren beziehen sich auf den klimatischen Einfluss oder auf die Ebene der Sensitivität und bilden im Rahmen der Klimawirkungsanalysen die Grundlage der Ermittlung des Gesamtwerts bzw. Gesamtindikators dieser beiden Ebenen. Im Folgenden werden alle Datensätze ausführlich erläutert. Eine kompakte Zusammenstellung aller Daten, Indikatoren und Rechenschritte je Klimawirkung befindet sich in Kapitel 3.

Klimatischer Einfluss - Klimaanalyse NRW (LANUV)

Die Analyseergebnisse beruhen auf mesoskaligen Klimamodellierungen des LANUV aus dem Jahr 2018, bei denen ein "typischer Sommertag" als klimatische Eingangsdaten verwendet werden, um die gegenwärtige Ausprägung (t0) abzubilden. Zentraler Inhalt für Evolving Regions ist die Auswertungsebene der Klimatope der Klimaanalyse NRW, die in Siedlungsgebieten mit der Baublockebene vergleichbar ist. Die Analyse beinhaltet die folgenden Ausprägungen: PET-Werte (physiologisch äquivalente Temperatur) für den Tag (15:00 Uhr), nächtliche Temperaturen / nächtliche Überwärmungen (4:00 Uhr), Ausprägungen und Bedeutung von Kaltluftentstehungsgebieten und Kaltluftschneisen. Für zukünftige Ausprägungen bzgl. des Klimawandels (t1) wird seitens des LANUV eine generalisierte Erhöhung des PET-Werts um 15:00 von 1,5°C und eine generalisierte Erhöhung der nächtlichen Temperaturen von 1°C angenommen.

Die Daten der Klimaanalyse sind frei verfügbar und sowohl in Geodatenservern zu betrachten als auch als Geodaten frei zu beziehen. Dieser Datensatz bildet mit den Klimatopen die räumliche Auswertungs- und Darstellungsebene der Klimawirkungsanalysen.

Klimatischer Einfluss - Meteorologische Kenntage (DWD / LANUV)

Die Daten zeigen anhand von rasterbasierten Werten (1 km x 1 km) die absolute Anzahl für die meteorologischen Kenntage "Sommertage" und "Heiße Tage" für NRW an (Beobachtungsdaten für die Zeitspannen 1971-2000 und 1981-2010). Zusätzlich liegen sog. Projektionsdaten in einem 5 km-Raster vor, welche die zukünftigen absoluten Veränderungen der Kenntage anhand verschiedener Modellrechnungen aufzeigen (Projektionsdaten für die Zeitspannen 2021-2050 und 2071-2100).

Im Rahmen der Analysen von Evolving Regions werden die Beobachtungsdaten der Zeitspanne 1981-2010 als gegenwärtige Ausprägung (t0) der Kenntage betrachtet. Als Zeitspanne zukünftiger Ausprägungen werden die Projektionsdaten der Jahre 2021-2050 mit den

entsprechenden Ausprägungen der gewählten RCP-Szenarien für den schwachen und starken Klimawandel betrachtet (t1).

Die Daten sind frei über das Climate Data Center des DWD abrufbar, für NRW können aufbereitete Daten beim LANUV angefragt werden.

Klimatischer Einfluss - Dürreempfindlichkeit von Waldflächen (Geologischer Dienst/ LANUV)

Die Analyse des LANUV bildet die potenzielle Dürreempfindlichkeit aller Waldstandorte in NRW ab. Diese ergibt sich aus den Eigenschaften des Bodens (Wasser- und Wärmehaushalt), den Geländebedingungen sowie klimatischen Einflussfaktoren. Dabei handelt es sich um eine statische Berechnung, da das tatsächliche Auftreten einer meteorologischen oder hydrologischen Dürre nicht modelliert wird. Die Ergebnisse der Dürreempfindlichkeit werden in fünf Stufen von „gering“ bis „hoch, (sehr) trocken“ eingeteilt.

Die Auswertung basiert auf den Gesamtwasserhaushaltsstufen der Forstlichen Standortkarte im Maßstab 1 : 50.000 (FSK50) (GD NRW 2020). Für die FSK50 wurden folgende Datensätze ausgewertet:

- Bodenkarte 1 : 50.000 (BK50)
- Klimadaten des DWD, aufbereitet durch das LANUV, für den Zeitraum 1981-2010: Monatswerte für Niederschlag und klimatischer Wasserbilanz sowie Tagesmitteltemperaturen (1 km-Raster); Dauer der forstlichen Vegetationsperiode (Anzahl Tage > 10 °C, 5 km-Raster)
- Reliefanalysen auf Basis des digitalen Höhenmodells (DGM10)

Die Daten sind über das FIS des LANUV als auch über den Geologischen Dienst online und als WMS Dienst abrufbar.

Klimatischer Einfluss - Starkregen-Abfluss-Modellierung (IRPUD / DWD)

Für Evolving Regions werden kreisweite Starkregen-Abfluss-Modellierungen mit der ArcGIS-Applikation "Floodarea" mit einer räumlichen Auflösung von 5m durchgeführt. Zentrale Inhalte der Modellierungen für Evolving Regions ist die Ermittlung der überfluteten Bereiche, der Überflutungshöhen und der Fließgeschwindigkeiten (ab einer bestimmten Überflutungshöhe). Die Auswertungszeit ist hierbei die Situation nach 60 Minuten.

Die Modellierungen beruhen auf den Starkregen-Bemessungswerten der KOSTRA-DWD-Werte sowie auf einem Digitalen Höhenmodell, welches aus den Höhendaten NRW und den Gebäudeumringen NRW erstellt worden ist. Die Starkregen-Abfluss-Modellierung des IRPUD orientiert sich im Vorgehen und den genutzten Werten an der Arbeitshilfe Starkregen des MULNV NRW. Für die gegenwärtige Situation (t0) und das schwache Veränderungsszenario (t1 min) wird somit ein 100-jährliches Starkregenereignis modelliert (MUNLV NRW 2018).

Für die Modellierung eines extremen Szenarios wird in der Arbeitshilfe Starkregen eine ortsunabhängige, einheitliche Regenspende von 90 mm in 60 Minuten vorgeschlagen (MUNLV NRW 2018: 27). Diesem Ansatz wird fachlich ein ortsabhängiger Erhöhungsfaktor entgegengesetzt: „Da fachliche und juristische Bewertungen zum erforderlichen Überflutungsschutz über die ortsbezogene Starkregenstatistik erfolgen (müssen), könnte eine vorherige Zuordnung aufgetretener Starkregenereignisse [...] über ortsunabhängige Regenhöhen im Einzelfall

kontraproduktiv sein. Entsprechend sollte der Starkregenindex nach DWA-M 119 möglichst über ortsbezogene Werte der Starkregenstatistik zugeordnet werden." (Schmitt 2016: 965).

Bezogen auf die durchschnittlichen Regenspenden der KOSTRA-Werte für NRW ergibt sich ein Wert von ca. 48,7 mm. Bezüglich der in der Arbeitshilfe Starkregen vorgeschlagenen pauschalen 90 mm entspricht dies einem Erhöhungsfaktor von 1,85. Für das starke Veränderungsszenario (t1 max) wird eben dieser Erhöhungsfaktor von 1,85 auf die Regenspenden der ortsabhängigen KOSTRA-Werte modelliert.

Die Modellierungsergebnisse werden den Kreisen und Gemeinden zur Verfügung gestellt (siehe Kapitel 4).

Klimatischer Einfluss - NRW-weite Starkregen-Abfluss-Modellierung (BKG)

Die im Oktober 2021 veröffentlichte Starkregenabflussmodellierung des (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie) BKG beinhaltet zwei jeweils einstündige Niederschlagsszenarien, die in Anlehnung an die Arbeitshilfe NRW modelliert sind: a) Seltener Starkregen (TN = 100 a); b) Extremer Starkregen (90 mm/h). Während für das seltene Ereignis die ortsabhängige Regenmenge aus den KOSTRA-Daten die Grundlage sind, ist für das extreme Ereignis ein ortsunabhängiger Wert von 90 mm/h für das Modell angenommen. Das DGM1 des Landes NRW bildet die maßgebende topographische Datengrundlage dar. Durchlässe sind automatisch als auch manuell angepasst worden. Die Berechnungszeit beträgt 60 Minuten mit 60 Minuten Nachlaufzeit. Der Datensatz beinhaltet die maximalen Einstautiefen und maximalen Fließgeschwindigkeiten der Modellierungszeit für beide Szenarien in einem 1x1 m Raster.

Die Klimawirkungsanalyse beruht derzeit noch auf den Starkregenabflussmodellierungen des IRPUD, da die BKG Daten noch nicht als Geodaten vorliegen. Die Daten sind jedoch bereits als WMS Server in den Tableau-Dashboards eingebunden. Ein Ausblick bezüglich der Datennutzung befindet sich in Kapitel 6.

Klimatischer Einfluss - Hochwassergefahrenkarten (MULNV NRW)

Für NRW liegen landesweit Daten des MULNV zu Überflutungsflächen und überschwemmungsgefährdeten Gebieten (deichgeschützte Gebiete) für verschiedene Lastfälle bzw. Eintrittswahrscheinlichkeiten vor. Für Evolving Regions wurden die Ergebnisse der unterschiedlichen Flusseinzugsgebiete in einen zentralen Datensatz überführt, um weitere Auswertungsschritte durchführen zu können. Die Daten liegen in einer räumlichen Auflösung von 2m vor und liefern insbesondere Informationen zu den Überflutungsflächen, den Überflutungshöhen und (teilweise) den Fließgeschwindigkeiten.

Für die Abschätzung zukünftiger Hochwassergefahren unter Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels bieten die Ergebnisse des europaweiten LISFLOOD-Modells (Distributed Water Balance and Flood Simulation Model) erste Ansätze. Hierbei handelt es sich um eine Simulation der Auswirkungen verschiedener Klimaszenarien auf das Abflussverhalten größerer europäischer Flusseinzugsgebiete (zwölf verschiedene Szenarien). Als zentrales Ergebnis lässt sich für die Zukunft eine durchschnittliche Zunahme der Pegelstände für ein 100-jährliches Hochwasserereignis erwarten, welches den Pegelständen eines heutigen HQextrem nahekommmt.

Für das starke Veränderungsszenario (t1 max) werden daher die Überflutungsflächen des Lastfalls HQextrem betrachtet. Für die Darstellung der gegenwärtigen Ausprägung (t0) und für das schwache Veränderungsszenario (t1 min) werden die Überflutungsflächen des Lastfalls HQ100 genutzt.

Die Daten sind landesweit als georeferenzierte Rasterdaten verfügbar und können in GIS-Systeme eingebunden werden. Die aus den verschiedenen Flusseinzugsgebieten erstellte Gesamtbetrachtung der Überschwemmungsgebiete sind über das FIS zugänglich und werden den Kommunen zusätzlich als Geodaten und Karten zur Verfügung gestellt.

Sensitivität - Geobasisdaten (IT.NRW)

Für eine Vielzahl an Indikatoren bezüglich der Sensitivität werden Geobasisdaten des Landes NRW verwendet (ALKIS / ATKIS). Aufgrund ihres einheitlichen Schemas und der Detailtiefe eignen sich diese Daten gut für die Auswertungsebene der Klimawirkungsanalysen in Evolving Regions. Diese bezieht sich zum einen auf flächenhafte Daten der tatsächlichen Nutzung (z.B. Wohnbauflächen, gewerbliche Flächen), zum anderen auf den Datensatz der Bestandsgebäude. In den Gebäudedatensätzen sind neben den räumlichen Informationen insbesondere die Attribute zur Gebäudenutzung interessant, aus denen sich z.B. relevante Standorte von punktbezogenen Infrastrukturen ableiten lassen.

Geobasisdaten stehen als Open Data zur freien Nutzung bereit und werden regelmäßig aktualisiert.

Sensitivität - Bevölkerungsverteilung (IRPUD / IT.NRW)

Grundlage für diesen Datensatz bilden zum einen die Datentabellen der Landesdatenbank zur heutigen und prognostizierten Bevölkerungszahl auf Gemeindeebene, zum anderen der ALKIS-Datensatz der tatsächlichen Nutzungen für Wohnbauflächen und gemischt genutzte Flächen.

In den Datentabellen sind landesweit für jede Gemeinde unter anderem die absoluten Zahlen der Bevölkerung und relevanter Alterskohorten für die Gegenwart (2020) sowie auch für den Betrachtungshorizont der Zukunft (2040) gelistet. Die Bevölkerungsvorausberechnung von IT.NRW basiert dabei auf einem empirischen Basisbestand und schätzt auf der Grundlage von altersspezifischen Geburten- und Sterbewahrscheinlichkeiten sowie differenzierten Annahmen zum Volumen und der Reichweite der Wanderung, die zukünftige Bevölkerung in den kreisfreien Städten und Kreisen (IT.NRW 2020). Als relevante Alterskohorten werden in den Klimawirkungsanalysen aufgrund ihrer Sensitivität Personen unter 5 Jahren, Personen ab 65 Jahren und Personen ab 80 Jahren ausgewertet.

Über ein Disaggregationsverfahren werden die gemeindescharken Werte der Gesamtbevölkerung und der relevanten Alterskohorten gewichtet auf die Wohnbauflächen und die gemischten Bauflächen jeder Gemeinde verteilt sowie schließlich auf Ebene der Klimatope wieder aggregiert.

Die Daten können den Kreisen und Gemeinden auf Ebene der Klimatope oder als gemeindescharfer "Faktor-Werte" für die beiden relevanten Nutzungstypen (z.B. "Personen ab 65 Jahren je qm Wohnbaufläche") zur Verfügung gestellt werden.

2.3 Verfahren der Wertermittlung zur Klimawirkung

Im Folgenden werden die zentralen methodischen Schritte für die Wertermittlungen der Klimawirkung erläutert:

- 1) Wertermittlung der Merkmalsausprägungen für die Indikatoren des klimatischen Einflusses und der Sensitivität auf der räumlichen Ebene der Klimatope (z.B. Anzahl an Sommertagen oder der Anteil der überfluteten Fläche ab 50cm)
- 2) Normalisierung der Merkmalsausprägungen des klimatischen Einflusses und der Sensitivität auf Ebene der Klimatope anhand der Wertigkeiten aller Kreise und Szenarien von Evolving Regions
- 3) Ermittlung der Klimawirkung der Klimatope anhand der Gesamtbewertungen des klimatischen Einflusses und der Sensitivität

Wertermittlung der Merkmalsausprägungen auf Ebene der Klimatope

Klimatope stellen die zentrale Auswertungs- und Darstellungsebene der Klimawirkungsanalysen dar. Die grundlegenden Klimatope des LANUV wurden hierzu noch mit den räumlichen Abgrenzungen der Gemeinden verschnitten, um aggregierte Auswertungen auf Gemeindeebene erhalten zu können. Aufgrund der unterschiedlichen räumlichen Struktur und Flächengröße der Klimatope sind ausschließlich relative Werte der Indikatoren sinnvoll (z.B. Anteil der überfluteten Fläche ab 50cm), um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. So wurden für alle Indikatoren der Klimawirkungsanalysen die entsprechenden Werte auf dieser räumlichen Ebene ermittelt. Eine Auflistung aller Indikatoren je Klimawirkung befindet sich in Kapitel 3.

Normalisierung der Merkmalsausprägungen

Um die Indikatoren des klimatischen Einflusses und der Sensitivität miteinander zu verknüpfen sowie die Maße und Skalen aller Kennwerte zu vereinheitlichen, werden alle Werte auf einer dimensionslosen Skala zwischen 0 und 1, entsprechend des UBA Leitfadens für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen, normalisiert (UBA 2017, siehe Abbildung 4). Für die Analysen entspricht der Wert 1 dabei dem maximalen Wert eines Indikators, der Skalenwert 0 wird in den allermeisten Fällen dem Wertebereich 0 zugewiesen (lediglich bei den temperaturbezogenen Indikatoren wird der minimale Wert dem Wertebereich 0 zugewiesen).

Für die Normalisierung der Indikatoren in Evolving Regions wurden die Werte der insgesamt 287.000 Klimatope aller sieben Kreise berücksichtigt. Die Einbeziehung des gesamten Betrachtungsraums von Evolving Regions ist sehr sinnvoll, um die konkreten Ergebnisse einschätzen und interpretieren zu können. So können Räume lokalisiert werden, die eine vergleichsweise hohe Klimawirkung oder einen vergleichsweise hohen Wert des klimatischen Einflusses oder der Sensitivität vorweisen. Über die Höhe der Klimawirkung wird dementsprechend keine absolute, sondern eine vergleichende Aussage getroffen. Durch die Einbeziehung aller Kreise liegt der Wert 1 bei den Normalisierungen nicht in jedem Kreis vor, da sich der Maximalwert auch in einem anderen Kreis befinden kann.

Die Werte nach der Normalisierung weisen in ihrem Selbstverständnis einen abstrakten Charakter auf - daher werden die absoluten Wertigkeiten, welcher der Normalisierung zugrunde liegen, ebenfalls mit abgebildet. Dadurch können die Wertigkeiten besser abgeschätzt und folglich auch die Betroffenheit vergleichend besser eingeordnet werden.

Ermittlung der Klimawirkung

Für die beiden Ebenen des klimatischen Einflusses und der Sensitivität werden die Teilindikatoren zu einem normalisierten Gesamtwert zusammengefasst. Für die Ermittlung der konkreten Klimawirkung werden die bislang voneinander getrennten Ebenen des klimatischen Einflusses und der Sensitivität zusammengeführt, indem die normalisierten Gesamtwerte der beiden Ebenen miteinander multipliziert werden. Auch die so ermittelten Wertigkeiten der Klimawirkung werden der Normalisierung unterzogen. So weisen auch diese Werte einen eher abstrakten Charakter auf (siehe Abbildung 4).

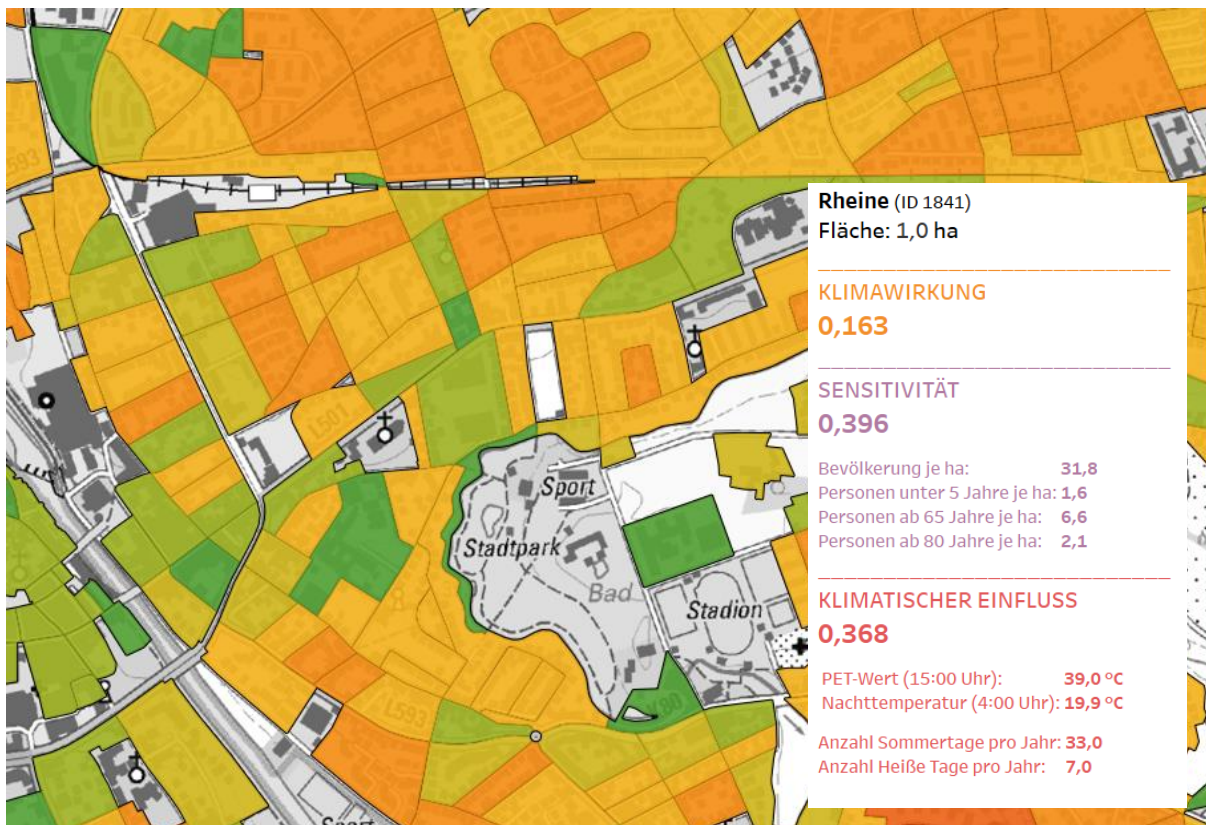


Abbildung 4: Ermittlung der Klimawirkung (Beispiel Hitze / Bevölkerung)

Die Werte der Klimawirkung werden in Form von Klassen für die jeweiligen Kreise dargestellt. Die Ermittlung der Klimawirkung dient somit insbesondere der Vergleichbarkeit der Ergebnisse auf Ebene der jeweiligen Kreise mit den zugehörigen Gemeinden sowie der Identifizierung von räumlichen Hotspots. Die Werte der Klimawirkungen sind auch kreisübergreifend vergleichbar.

3 Kennblätter der Klimawirkungsanalysen

Das folgende Dokument beinhaltet 10 Kennblätter zu den im Rahmen des Projektes Evolving Regions durchgeführten Klimawirkungsanalysen (KWA):

KWA 1	Hitze Bevölkerung
KWA 2	Hitze Gewerbe
KWA 3	Hitze Soziale Infrastruktur
KWA 4	Hitze Landwirtschaft
KWA 6	Dürre Wald
KWA 7	Starkregen Bebauung
KWA 8	Starkregen Punktuelle Infrastrukturen
KWA 10	Starkregen Landwirtschaft
KWA 11	Hochwasser Bebauung
KWA 12	Hochwasser Punktuelle Infrastrukturen

Die Kennblätter dienen der Schaffung von Transparenz und Nachvollziehbarkeit der KWA und enthalten Informationen zu den folgenden Aspekten:

- Die **Beschreibung** erläutert den in der Klimawirkung betrachteten klimatischen Einfluss sowie die Sensitivität und erläutert die Relevanz
- Die **Zusammensetzung der Klimawirkung aus den Indikatoren Sensitivität und klimatischer Einfluss** stellt dar, auf welchen Daten und Indikatoren die Berechnung der Sensitivität, des klimatischen Einflusses und der entsprechenden Klimawirkung basiert
- Die **Szenarien** bilden in dem Kontext der parallelen Modellierung jeweils zwei Zukunftsszenarien für den klimatischen Einfluss (schwacher und starker Wandel) ab
- Die **verwendeten Datensätze** beinhalten eine Aufzählung der Daten, die für die Berechnung der Klimawirkungsanalyse genutzt wurde

Es ist zu beachten, dass es sich bei den Klimawirkungsanalysen im Rahmen des Projektes um einen fortlaufenden Prozess handelt, in welchem die Methoden stetig verbessert werden. Dementsprechend bilden auch die Kennblätter den aktuellen Stand der Analysen ab und sind zukünftigen Änderungen vorbehalten.

Am Ende dieses Dokumentes ist ein Glossar angehängt, welches eine Beschreibung der verwendeten Datensätze enthält, um eine hohe Nachvollziehbarkeit gewährleisten zu können.

KWA 1 – HITZE | BEVÖLKERUNG

Beschreibung

Die Klimawirkung beschreibt den Zusammenhang zwischen Wärmebelastung und der (besonders empfindlichen) Wohnbevölkerung

- Städtische Wärmeinseln entstehen in verdichteten urbanen Gebieten. Die Temperaturdifferenzen zwischen In- und Umland zeigen sich nachts mit einem Unterschied von 10°C besonders stark
- Die Wohnbevölkerung ist insbesondere Nachts durch Hitze beeinträchtigt, da Hitze die Regenerationsfähigkeit und den Schlaf negativ beeinflussen kann
- Hitzeempfindlichkeit steigt mit zunehmendem Alter und gesundheitlichen Vorbelastungen. Eine differenzierte Betrachtung zwischen sensiblen Altersgruppen und weniger sensiblen Bevölkerungsgruppen ist somit erforderlich
- Die Bevölkerungsdaten auf Gemeindeebene wurden auf die Wohn- und Mischbauflächen disaggregiert

Szenarien

Klimatischer Einfluss

- 2020: Kenntage Hitze (1981-2010) | Klimaanalyse NRW: PET-Wert (15:00 Uhr) und Nachttemperatur (4:00 Uhr)
- 2040 - Szenario *Schwacher Wandel*: Kenntage Hitze (2031-2060), RCP 4.5, 15. Perzentil | Klimaanalyse NRW: Klimazuschlag von 0,75°C auf den PET-Wert (15:00 Uhr) und 0,5°C auf die Nachttemperatur (4:00 Uhr)
- 2040 - Szenario *Starker Wandel*: Kenntage Hitze (2031-2060), RCP 8.5, 85. Perzentil | Klimaanalyse NRW: Klimazuschlag von 1,5°C auf den PET-Wert (15:00 Uhr) und 1°C auf die Nachttemperatur (4:00 Uhr)

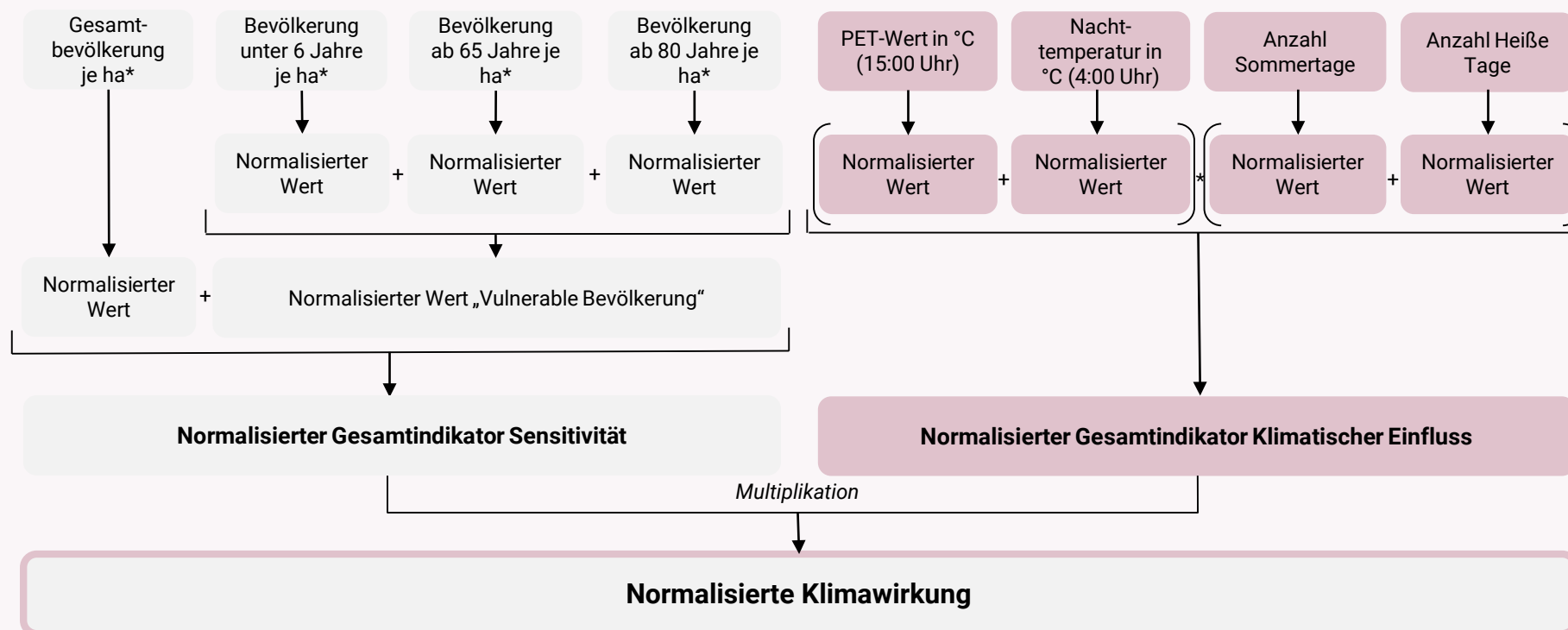
Sensitivität

- 2020: Umlegung Bevölkerungsdaten (Gemeindeebene) auf bestehende Wohn- und Mischbauflächen
- 2040: Umlegung Bevölkerungsprognosedaten (Gemeindeebene) auf bestehende Wohn- und Mischbauflächen

Verwendete Datensätze

- Bevölkerungsdaten (IT.NRW)
- Geobasisdaten NRW - ALKIS
- LANUV / DWD – Kenntage Hitze
- LANUV – Klimaanalyse NRW 2018

Zusammensetzung der Klimawirkung aus den Indikatoren Sensitivität und klimatischer Einfluss



* Aggregation der Bevölkerung in Wohnbauflächen mit dem Faktor 1,0 sowie in Mischbauflächen mit dem Faktor 0,5

Beschreibung

Die Klimawirkung beschreibt den Zusammenhang zwischen Wärmebelastung und der Arbeitsbevölkerung

- Neben der Überhitzung von Wohngebieten, spielt auch die Hitzebelastung in Industrie- und Gewerbegebieten eine Rolle
- Versiegelte Flächen mit oft wärmespeichernden dunklen Oberflächen, wie Beton und Asphalt und ein geringer Grünanteil verstärken die Überwärmung in Gewerbegebieten
- Die Hitzebelastung in Gewerbegebieten betrifft die Gesundheit und Konzentrations- und Leistungsfähigkeit der Arbeitsbevölkerung als auch Produktionsmittel und Maschinen, die bei dauerhafter Exposition gegenüber Hitze empfindlich reagieren können

Szenarien

Klimatischer Einfluss

- 2020: Kenntage Hitze (1981-2010) | Klimaanalyse NRW: PET-Wert (15:00 Uhr) und Nachttemperatur (4:00 Uhr)
- 2040 - Szenario *Schwacher Wandel*: Kenntage Hitze (2031-2060), RCP 4.5, 15. Perzentil | Klimaanalyse NRW: Klimazuschlag von 0,75°C auf den PET-Wert (15:00 Uhr) und 0,5°C auf die Nachttemperatur (4:00 Uhr)
- 2040 - Szenario *Starker Wandel*: Kenntage Hitze (2031-2060), RCP 8.5, 85. Perzentil | Klimaanalyse NRW: Klimazuschlag von 1,5°C auf den PET-Wert (15:00 Uhr) und 1°C auf die Nachttemperatur (4:00 Uhr)

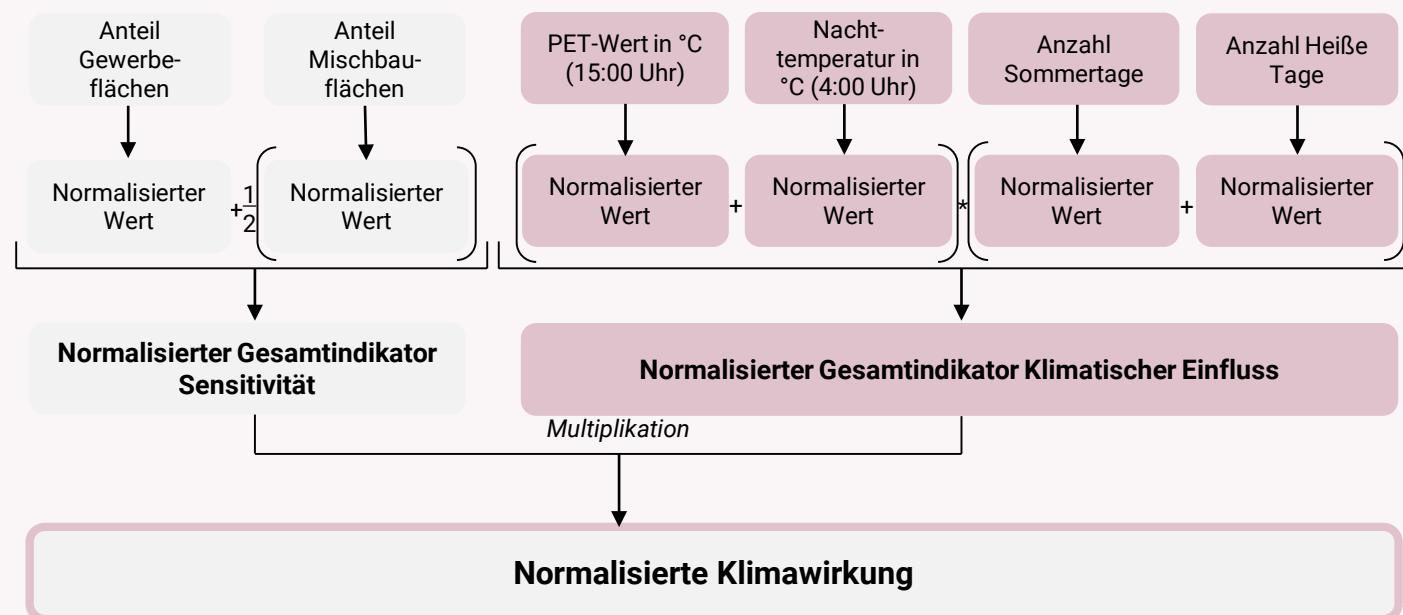
Sensitivität

- Keine unterschiedlichen Szenarien

Verwendete Datensätze

- Geobasisdaten NRW - ALKIS
- LANUV / DWD – Kenntage Hitze
- LANUV – Klimaanalyse NRW 2018

Zusammensetzung der Klimawirkung aus den Indikatoren Sensitivität und klimatischer Einfluss



KWA 3 – HITZE | SOZIALE INFRASTRUKTUR

Beschreibung

Die Klimawirkung beschreibt den Zusammenhang zwischen Wärmebelastung und besonders hitzeempfindlichen sozialen Infrastrukturen

- Der Begriff soziale Infrastruktur ist nicht einheitlich definiert, im Rahmen von Evolving Regions werden Schulen, Kindergärten, Pflege- und Altenheime und Krankenhäuser betrachtet
- Die Bevölkerungsgruppen, die die genannten sozialen Infrastrukturen nutzen, sind gegenüber Hitze auf Grund des Alters oder Erkrankungen besonders sensibel
- Aufgrund der sehr unterschiedlichen Sensitivitätswerte findet keine direkte Ableitung der Klimawirkung statt

Szenarien

Klimatischer Einfluss

- 2020: Kenntage Hitze (1981-2010) | Klimaanalyse NRW: PET-Wert (15:00 Uhr) und Nachttemperatur (4:00 Uhr)
- 2040 - Szenario *Schwacher Wandel*: Kenntage Hitze (2031-2060), RCP 4.5, 15. Perzentil | Klimaanalyse NRW: Klimazuschlag von 0,75°C auf den PET-Wert (15:00 Uhr) und 0,5°C auf die Nachttemperatur (4:00 Uhr)
- 2040 - Szenario *Starker Wandel*: Kenntage Hitze (2031-2060), RCP 8.5, 85. Perzentil | Klimaanalyse NRW: Klimazuschlag von 1,5°C auf den PET-Wert (15:00 Uhr) und 1°C auf die Nachttemperatur (4:00 Uhr)

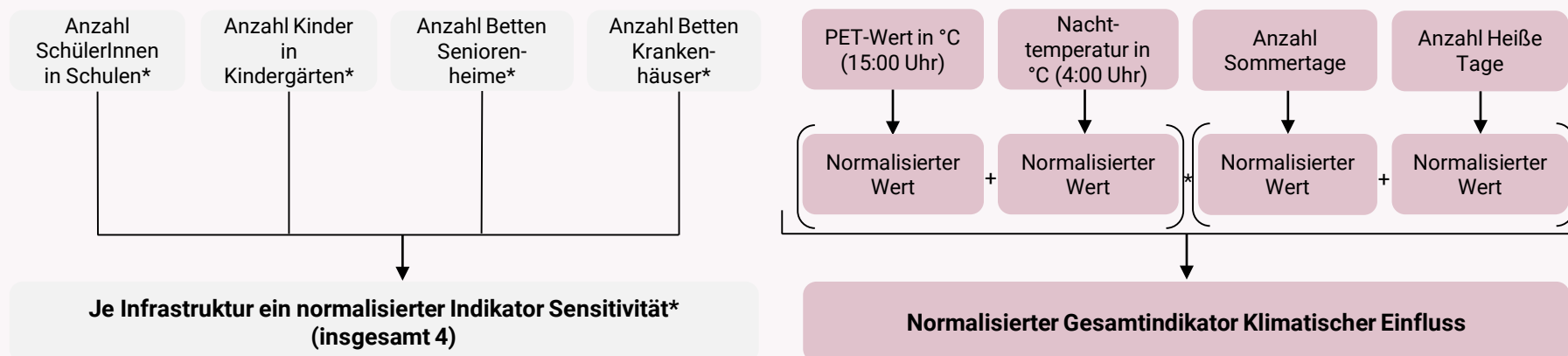
Sensitivität

- Keine unterschiedlichen Szenarien

Verwendete Datensätze

- Gesammelte Daten in den Kreisen: Die Sensitivitätsdaten wurden innerhalb der Kreise erhoben. Aufgrund dessen sind die Indikatoren bzw. die Qualität dieser von den gesammelten Daten der Kreise abhängig und somit nicht einheitlich
- LANUV / DWD – Kenntage Hitze
- LANUV – Klimaanalyse NRW 2018

Zusammensetzung der Klimawirkung aus den Indikatoren Sensitivität und klimatischer Einfluss



* Eine Normalisierung konnte nur bei der Verfügbarkeit der Sensitivitätsdaten durchgeführt werden

KWA 4 – HITZE | LANDWIRTSCHAFT

Beschreibung

Die Klimawirkung beschreibt den Zusammenhang zwischen Hitze und landwirtschaftlichen Nutzungen

- Hitze erhöht in der Viehhaltung die Morbidität sowie Mortalität und führt zu einer Abnahme der Produktivität, die mit geringeren wirtschaftlichen Erträgen einhergeht
- Zudem übernehmen landwirtschaftliche Flächen oftmals eine Erholungsfunktion für die Bevölkerung, welche durch Wärmebelastungen eingeschränkt wird

Szenarien

Klimatischer Einfluss

- 2020: Kenntage Hitze (1981-2010) | Klimaanalyse NRW: PET-Wert (15:00 Uhr) und Nachttemperatur (4:00 Uhr)
- 2040 - Szenario *Schwacher Wandel*: Kenntage Hitze (2031-2060), RCP 4.5, 15. Perzentil | Klimaanalyse NRW: Klimazuschlag von 0,75°C auf den PET-Wert (15:00 Uhr) und 0,5°C auf die Nachttemperatur (4:00 Uhr)
- 2040 - Szenario *Starker Wandel*: Kenntage Hitze (2031-2060), RCP 8.5, 85. Perzentil | Klimaanalyse NRW: Klimazuschlag von 1,5°C auf den PET-Wert (15:00 Uhr) und 1°C auf die Nachttemperatur (4:00 Uhr)

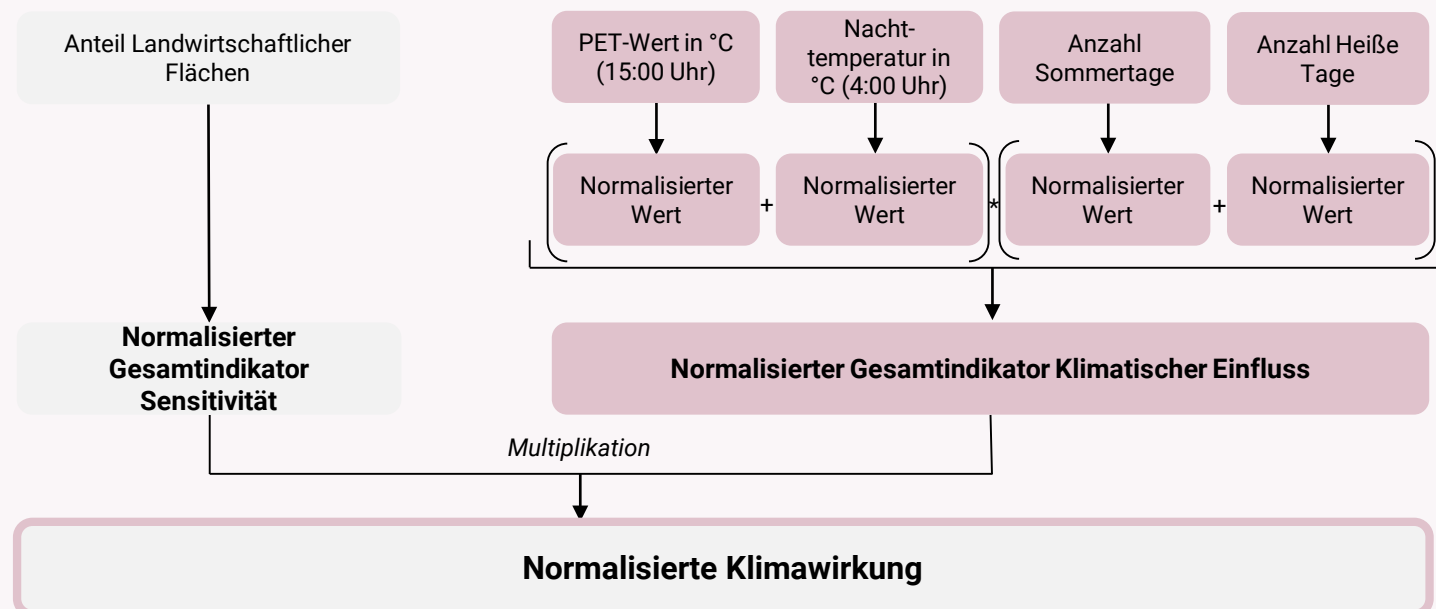
Sensitivität

- Keine unterschiedlichen Szenarien

Verwendete Datensätze

- Geobasisdaten NRW - ALKIS
- LANUV / DWD – Kenntage Hitze
- LANUV – Klimaanalyse NRW 2018

Zusammensetzung der Klimawirkung aus den Indikatoren Sensitivität und klimatischer Einfluss



Beschreibung

Die Klimawirkung beschreibt den Zusammenhang zwischen Dürre und Waldbeständen

- Eine Zunehmende Gefährdung von Wäldern durch Dürre konnte in den letzten Jahren beobachtet werden
- Durch den Wassermangel können Pflanzen sterben
- Es kommt zu Veränderungen der Artenvielfalt sowie von Wuchs- und Konkurrenzbedingungen für verschiedene Baumarten und somit von Wuchs- und Konkurrenzbedingungen für verschiedene Baumarten und somit zu Verschiebungen der Waldtypen
- Eine geringe Pflanzenvitalität erhöht die Anfälligkeit gegenüber Insektenbefall und kann zu Waldbränden führen
- Die vermehrte sommerliche Trockenheit in Verbindung mit niedrigen Grundwasserständen kann Lebensräume, die ganzjährig auf hohe Wasserstände angewiesen sind, erheblich beeinträchtigen
- Höhere Temperaturen tragen jedoch auch zu einer schnellen Pflanzenentwicklung und früheren Erntezeitpunkten bei

Szenarien

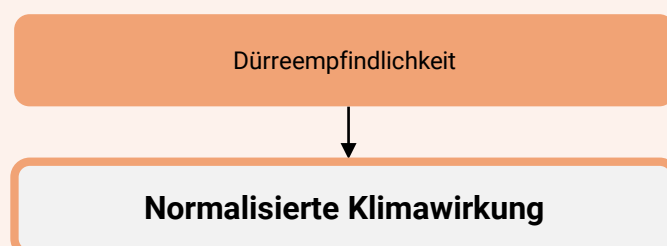
Klimawirkung

- 2020: Beobachtungsdaten
- 2040 - Szenario *Schwacher Wandel*: Projektionsdaten RCP 4.5, 50. Perzentil
- 2040 - Szenario *Starker Wandel*: Projektionsdaten RCP 8.5, 50. Perzentil

Verwendete Datensätze

- Dürreempfindlichkeit von forstlichen Standorten

Zusammensetzung der Klimawirkung aus den Indikatoren Sensitivität und klimatischer Einfluss



Beschreibung

Die Klimawirkung beschreibt den Zusammenhang zwischen Starkregenereignissen und den dadurch verursachten Schäden an Gebäuden

- Starregen sind problematisch, da sie jederzeit und überall auftreten und nur sehr kurzfristig vorhergesagt werden können
- Diese Klimawirkung fokussiert sich auf Gebäudeschäden
- Räume bzw. Gebäude, die sich in Senken befinden und nicht gegen Starkregen geschützt sind, sind bei einem Ereignis von hohen Sachschäden betroffen, insbesondere Erdgeschosse und Keller können geflutet werden
- Bezüglich Gewerbe führt eine zunehmende Verdichtung zu Problemen beim Wasserablauf und Technikräume liegen häufig noch in Kellern, wodurch es bei einer Überflutung zu einer Aneinanderkettung negativer Folgen kommen kann

Szenarien

Klimatischer Einfluss

- 2020: Modellierung mit KOSTRA-Werte 100a / 60min
- 2040 - Szenario *Schwacher Wandel*: Modellierung mit KOSTRA-Werte 100a / 60min (entspricht Gegenwartsszenario)
- 2040 - Szenario *Starker Wandel*: Modellierung mit einem Erhöhungsfaktor von 1,85 auf KOSTRA-Werte 100a / 60min

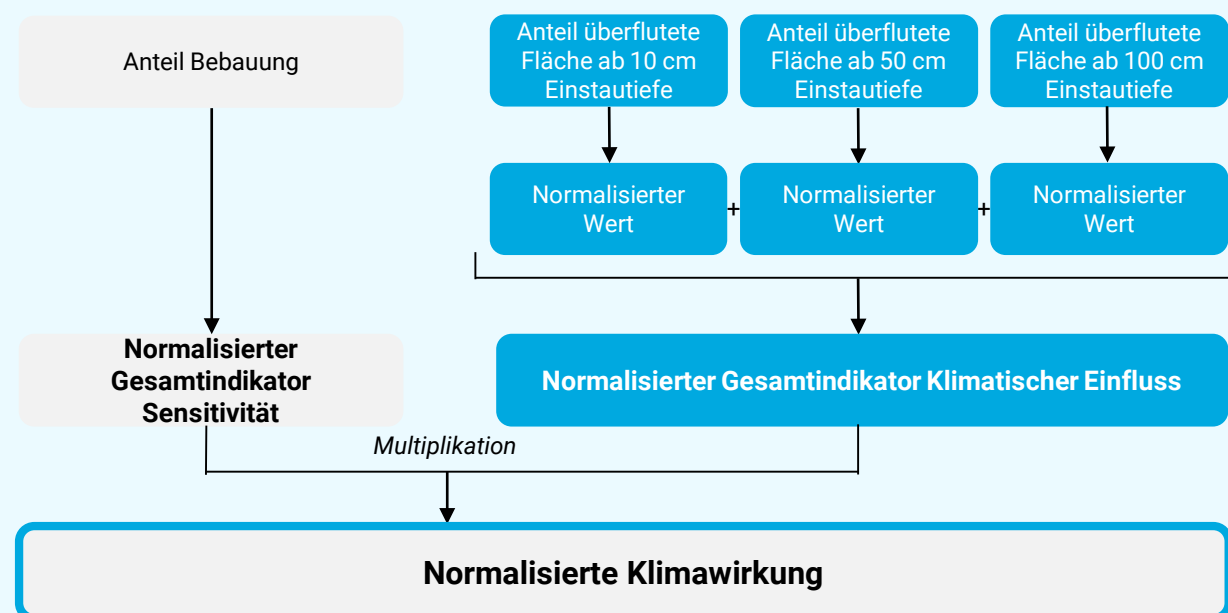
Sensitivität

- Keine unterschiedlichen Szenarien

Verwendete Datensätze

- Geobasisdaten NRW – ALKIS
- Geobasisdaten NRW – Höhendaten
- DWD - KOSTRA-Daten
- Darstellung: BKG-Starkregenmodellierung

Zusammensetzung der Klimawirkung aus den Indikatoren Sensitivität und klimatischer Einfluss



KWA 8 – STARKREGEN | PUNKTUELLE INFRASTRUKTUR

Beschreibung

Die Klimawirkung beschreibt den Zusammenhang zwischen Starkregenereignissen und (besonders empfindlichen) sozialen Infrastrukturen, technischen Infrastrukturen sowie Einrichtungen des Bevölkerungsschutzes

- Soziale Infrastrukturen sind nicht einheitlich definiert, im Rahmen von Evolving Regions werden Schulen, Kindergärten, Pflege- und Altenheime und Krankenhäuser betrachtet. In diesen Einrichtungen sind die Menschen in der Regel weniger mobil und besonders bei Starkregenereignissen auf die Hilfe Anderer angewiesen
- Die technische Infrastruktur umfasst die Wasser- und Abwasserversorgung, die Energieversorgung sowie die Kommunikations- und Verkehrsinfrastruktur. Die Erhaltung der Funktionsfähigkeit dieser ist somit von hoher Relevanz und kann von Starkregenereignissen durch Sachschäden am Gebäude sowie im Inneren gefährdet werden
- Im Fall eines Starkregenereignisses ist es zudem wichtig, dass Infrastrukturen des Bevölkerungsschutzes weiterhin agieren können. Dazu zählen insbesondere die Feuerwehr und Polizei
- Aufgrund der sehr unterschiedlichen Sensitivitätswerte findet keine direkte Ableitung der Klimawirkung statt

Szenarien

Klimatischer Einfluss

- 2020: Modellierung mit KOSTRA-Werte 100a / 60min
- 2040 - Szenario *Schwacher Wandel*: Modellierung mit KOSTRA-Werte 100a / 60min (entspricht Gegenwartsszenario)
- 2040 - Szenario *Starker Wandel*: Modellierung mit einem Erhöhungsfaktor von 1,85 auf KOSTRA-Werte 100a / 60min

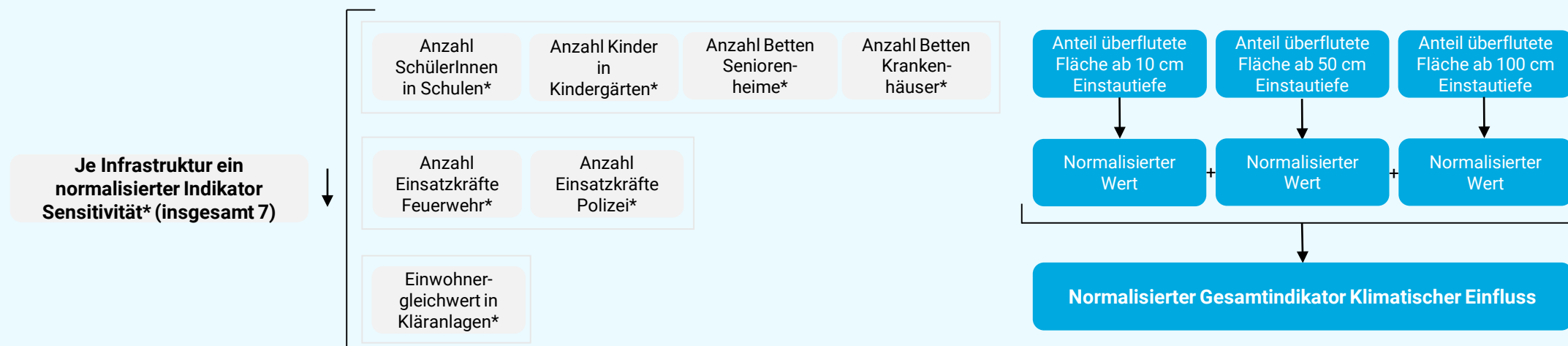
Sensitivität

- Keine unterschiedlichen Szenarien

Verwendete Datensätze

- Geobasisdaten NRW – ALKIS
- Geobasisdaten NRW – Höhendaten
- DWD - KOSTRA-Daten
- Gesammelte Daten in den Kreisen: Die Sensitivitätsdaten wurden innerhalb der Kreise erhoben. Aufgrund dessen sind die Indikatoren bzw. die Qualität dieser von den gesammelten Daten der Kreise abhängig und somit nicht einheitlich
- Darstellung: BKG-Starkregenmodellierung

Zusammensetzung der Klimawirkung aus den Indikatoren Sensitivität und klimatischer Einfluss



* Eine Normalisierung konnte nur bei der Verfügbarkeit der Sensitivitätsdaten durchgeführt werden

Beschreibung

Die Klimawirkung beschreibt den Zusammenhang zwischen Starkregenereignissen und landwirtschaftlichen Nutzungen

- Starkregenereignisse können insbesondere in Hanglagen Bodenverschlammung und Erosionsschäden verursachen
- Unwetter mit Starkregen können die Ernte verzögern und zu großflächigen Ernteaussfällen führen
- Durch starke Niederschläge kann es zum Umknicken der Pflanzen (Lagerbildung) und Kornverlust kommen, bei Obstbäumen können Pflanzenteile abbrechen oder das Erntegut herabfallen
- Indirekte Wirkung auf Viehhaltung sind möglich, da die Futtermittelproduktion beeinträchtigt wird

Szenarien

Klimatischer Einfluss

- 2020: Modellierung mit KOSTRA-Werte 100a / 60min
- 2040 - Szenario *Schwacher Wandel*: Modellierung mit KOSTRA-Werte 100a / 60min (entspricht Gegenwartsszenario)
- 2040 - Szenario *Starker Wandel*: Modellierung mit einem Erhöhungsfaktor von 1,85 auf KOSTRA-Werte 100a / 60min

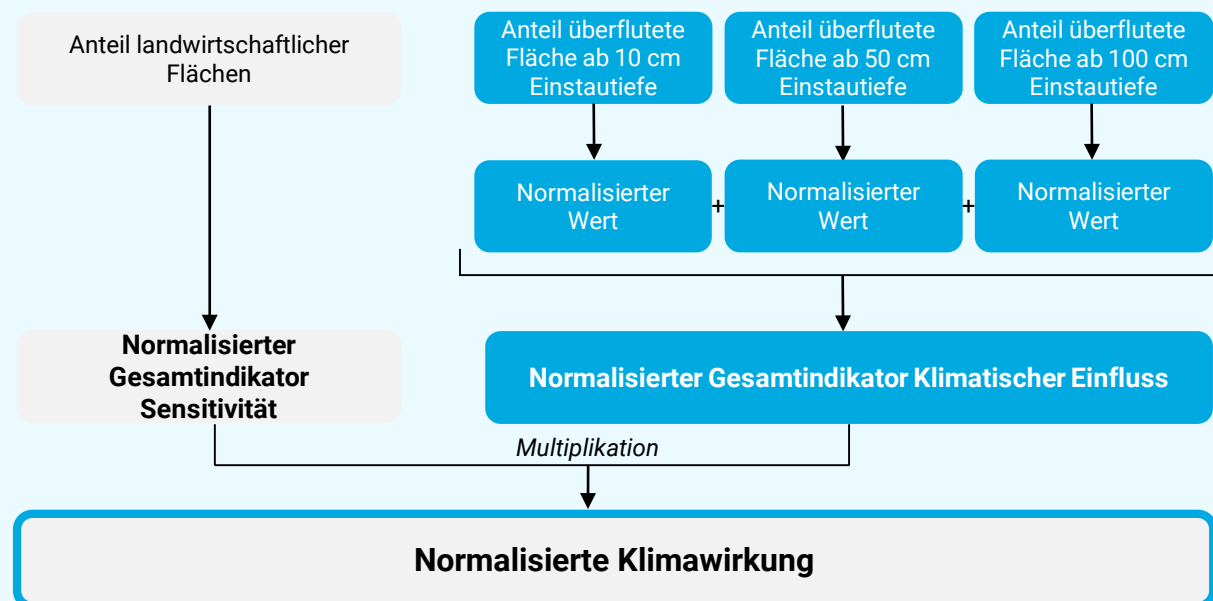
Sensitivität

- Keine unterschiedlichen Szenarien

Verwendete Datensätze

- Geobasisdaten NRW – ALKIS
- Geobasisdaten NRW – Höhendaten
- DWD- KOSTRA-Daten
- Darstellung: BKG-Starkregenmodellierung

Zusammensetzung der Klimawirkung aus den Indikatoren Sensitivität und klimatischer Einfluss



Beschreibung

Die Klimawirkung beschreibt den Zusammenhang zwischen den mit Flusshochwasser verbundenen Überflutungen und baulichen Infrastrukturen

- Es werden Bereiche identifiziert, welche bei einem HQ100 von einer Überflutung betroffen sind. Deichgeschützte Bereiche werden nicht mitbetrachtet
- Da in den meisten Bereichen ein ausreichender technischer Hochwasserschutz gegen HQ100-Ereignisse gegeben ist, zeigt diese Analyse nur wenige und leicht betroffene Bereiche
- Je nach Gebäudehöhe können, besonders bei Gebäuden in lokalen Senken, das Erdgeschoss und der Keller geflutet werden

Szenarien

Klimatischer Einfluss

- 2020: Hochwassergefahrenkarte NRW - Überflutungsflächen Lastfall HQ100
- 2040 - Szenario *Schwacher Wandel*: Hochwassergefahrenkarte NRW - Überflutungsflächen Lastfall HQ100 (entspricht Gegenwartsszenario)
- 2040 - Szenario *Starker Wandel*: Hochwassergefahrenkarte - Überflutungsflächen Lastfall HQextrem

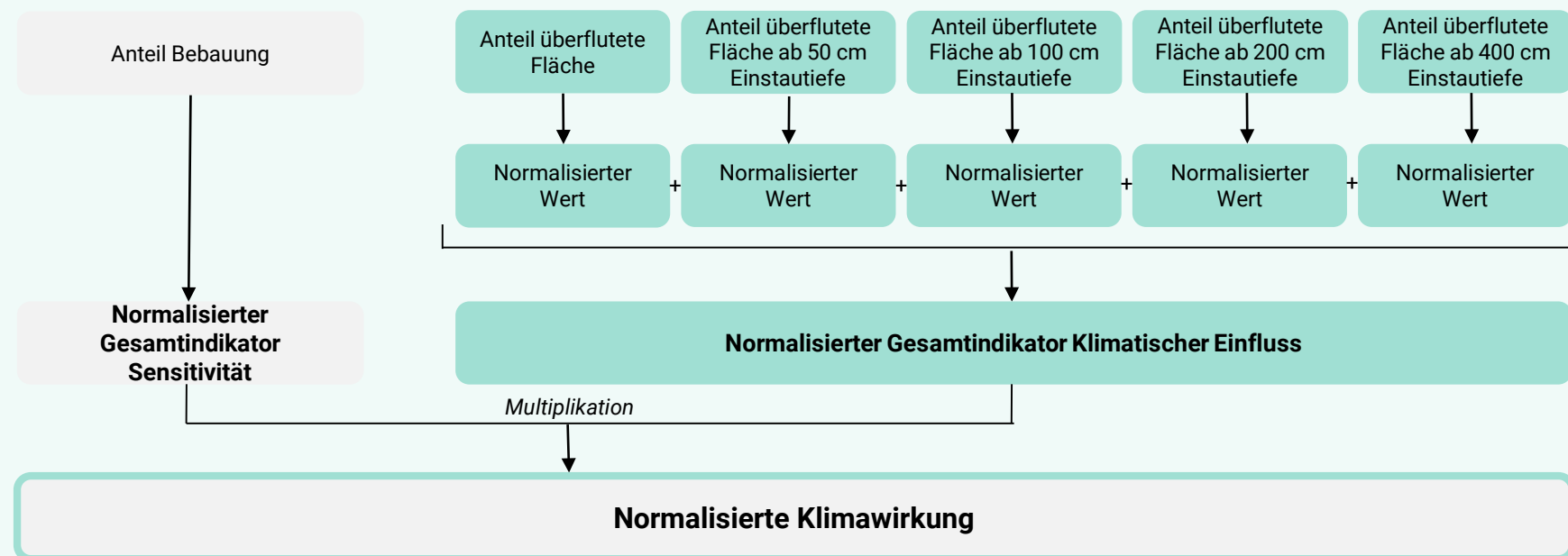
Sensitivität

- Keine unterschiedlichen Szenarien

Verwendete Datensätze

- Geobasisdaten NRW - ALKIS
- Hochwassergefahrenkarten NRW - MULNV NRW

Zusammensetzung der Klimawirkung aus den Indikatoren Sensitivität und klimatischer Einfluss



KWA 12 – HOCHWASSER | PUNKTUELLE INFRASTRUKTUR

Beschreibung

Die Klimawirkung beschreibt den Zusammenhang zwischen den mit Flusshochwasser verbundenen Überflutungen und besonders empfindlichen sozialen Infrastrukturen, technischen Infrastrukturen sowie Einrichtungen des Bevölkerungsschutzes

- Soziale Infrastrukturen sind nicht einheitlich definiert, im Rahmen von Evolving Regions werden Schulen, Kindergärten, Pflege- und Altenheime und Krankenhäuser betrachtet. In diesen Einrichtungen sind die Menschen in der Regel weniger mobil und besonders bei Flusshochwasserereignissen auf die Hilfe Anderer angewiesen
- Die technische Infrastruktur umfasst die Wasser- und Abwasserversorgung, die Energieversorgung sowie die Kommunikations- und Verkehrsinfrastruktur. Die Erhaltung der Funktionsfähigkeit dieser ist somit von hoher Relevanz und kann von Flusshochwasser durch Sachschäden am Gebäude sowie im Inneren gefährdet werden
- Im Fall eines Flusshochwasserereignisses ist es zudem wichtig, dass Infrastrukturen des Bevölkerungsschutzes weiterhin agieren können. Dazu zählen insbesondere die Feuerwehr und Polizei
- Aufgrund der sehr unterschiedlichen Sensitivitätswerte findet keine direkte Ableitung der Klimawirkung statt

Szenarien

Klimatischer Einfluss

- 2020: Hochwassergefahrenkarte NRW - Überflutungsflächen Lastfall HQ100
- 2040 - Szenario *Schwacher Wandel*: Hochwassergefahrenkarte NRW - Überflutungsflächen Lastfall HQ100 (entspricht Gegenwartsszenario)
- 2040 - Szenario *Starker Wandel*: Hochwassergefahrenkarte - Überflutungsflächen Lastfall HQextrem

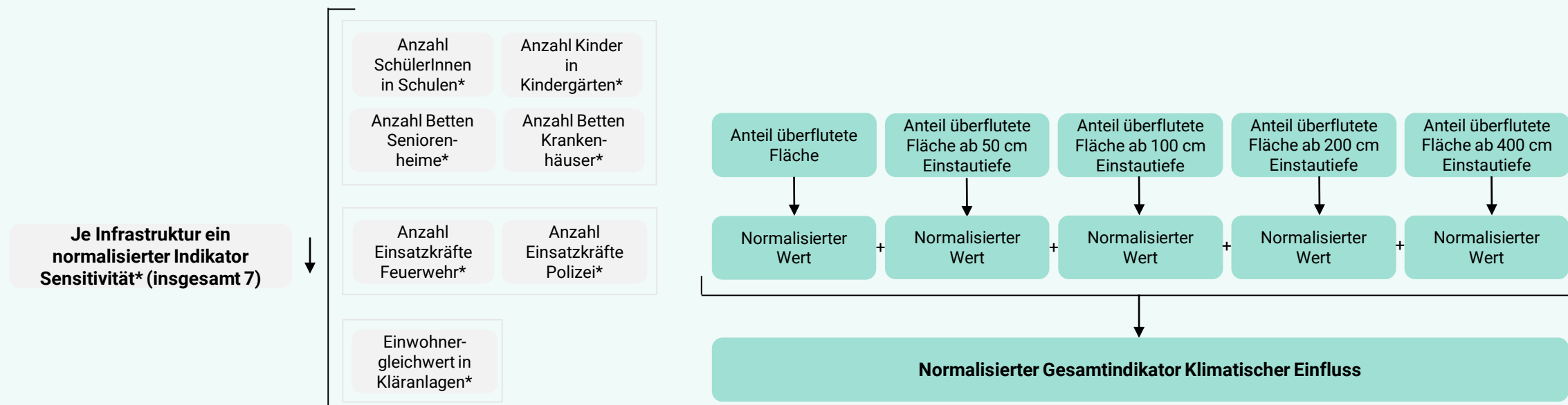
Sensitivität

- Keine unterschiedlichen Szenarien

Verwendete Datensätze

- Gesammelte Daten in den Kreisen: Die punktuellen Infrastrukturen wurden innerhalb der Kreise erhoben. Aufgrund dessen sind die Indikatoren bzw. die Qualität dieser von den gesammelten Daten der Kreise abhängig und nicht einheitlich.
- Hochwassergefahrenkarten NRW - MULNV NRW

Zusammensetzung der Klimawirkung aus den Indikatoren Sensitivität und klimatischer Einfluss



* Eine Normalisierung konnte nur bei der Verfügbarkeit der Sensitivitätsdaten durchgeführt werden

Glossar - Datensätze

Bevölkerungsdaten (IT.NRW)

- Absolute Zahlen der Bevölkerung und relevanter Alterskohorten für die Gegenwart (2020) sowie Betrachtungshorizont der Zukunft (2040) für jede Gemeinde landesweit
- Bevölkerungsvorausberechnung basiert auf empirischen Basisbestand und schätzt zukünftige Bevölkerung auf Grundlage von altersspezifischen Geburts- und Sterbewahrscheinlichkeiten sowie Annahmen zu Volumen und Reichweite von Wanderungen

Dürreempfindlichkeit von Waldflächen

- Dürreempfindlichkeit der forstlichen Standorte vom Geologischen Dienst NRW stellt die potenzielle Empfindlichkeit von Waldstandorten gegenüber meteorologischen Dürren dar
- Auswertung der Dürreempfindlichkeit von Forststandorten basiert auf Gesamtwasserhaushaltsstufen der Forstlichen Standortkarte im Maßstab 1:50.000, die auf folgenden Datensätzen basiert:
 - Bodenkarte 1:50.000
 - Klimadaten des DWD für den Zeitraum 1981-2010: Monatswerte für Niederschlag und klimatischer Wasserbilanz sowie Tagesmitteltemperaturen, Dauert der forstlichen Vegetationsperiode (Anzahl Tage >10°C)
 - Reliefanalysen auf Basis des digitalen Höhenmodells (DGM10)

DWD - KOSTRA-Daten

- Bezug: frei verfügbar; Format: Geodaten / Shape-Files
- Gleichförmige Rasterzellen mit einer Rastergröße von ca. 8 km
- Modellerte Niederschlagshöhen für Starkregenereignisse verschiedener Dauerstufen (5min bis 72h) und verschiedener statistischer Wahrscheinlichkeiten des Auftretens (1a bis 100a)

Geobasisdaten NRW - ALKIS

- Geobasisdaten des Landes NRW, die sich aufgrund ihres einheitlichen Schemas und Detailtiefe bzgl. der Sensitivität gut für die Auswertungsebene der Klimawirkungsanalysen in Evolving Regions eignen
- Bezieht sich zum einen auf flächenhafte Daten der tatsächlichen Nutzung (z.B. Wohnbauflächen, gewerbliche Flächen), zum anderen auf Datensatz der Bestandsgebäude

Geobasisdaten NRW - Höhendaten

- Daten werden zur Durchführung von Starkregen-Abflussmodellierungen benötigt (Ergebnis sind je nach Modellierungsverfahren Rasterdaten mit Überflutungshöhen und Fließgeschwindigkeiten nach verschiedenen Zeitspannen)
- Bezug: frei verfügbar; Format: geografische Rasterdaten
- Rastergröße: 1m

Hochwassergefahrenkarten NRW - MULNV NRW

- Bezug: frei verfügbar; Format: geografische Rasterdaten
- Rastergröße: 2m
- Überflutungshöhen und Fließgeschwindigkeiten verschiedener bemessener Hochwasserereignisse
- Überflutungsbereiche und gefährdete Bereiche (deichgeschützte Bereiche)

LANUV / DWD - Kenntage Hitze

- Bezug: für Deutschland open Data des DWD, beziehbar über Climate Data Center, für NRW aufbereitete Beobachtungsdaten über Anfrage beim LANUV, Projektionsdaten werden nur für Forschungsprojekte o.ä. weitergegeben
- Rastergröße: 1 km für Beobachtungsdaten; 5 km für Projektionsdaten
- Es werden die absolute Anzahl der durchschnittlichen Anzahl an Sommertagen und Heißen Tagen pro Jahr dargestellt
- Zeitspannen der Beobachtungsdaten 1981-2010
- Zeitspannen der Projektionsdaten 2031-2060 - die Projektionsdaten stellen die absolute Veränderung der Kenntage zur Zeitspanne 1981-2010 dar - Projektionsdaten für unterschiedliche Emissionsszenarien und Perzentile

LANUV - Klimaanalyse NRW 2018

- Bezug: frei verfügbar; Format: Geodaten / Shape-Files
- Inhalte: PET-Werte (physiologisch äquivalente Temperatur) für 15:00 Uhr und nächtliche Temperaturen für 4:00 Uhr anhand eines modellierten "typischen Sommertags"; Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftschneisen; generalisierte Klimatopkartierung
- Die PET-Werte für 15:00 und die nächtlichen Temperaturen eignen sich gut, um die derzeitigen und zukünftigen Auswirkungen von Sommertagen oder Heißen Tagen auf den konkreten Raum zu beurteilen

4 Ergebnisse der Klimawirkungsanalysen

Die Ergebnisdarstellung in den interaktiven Tableau Dashboards bündelt die Ergebnisse der Klimawirkungsanalyse mit Detailkarten zu den klimatischen Einflüssen. Da ggf. nicht alle Zugang zu Tableau erhalten, werden alle Geodaten zusätzlich dem Kreis übergeben, sodass die Ergebnisse über kreiseigene GIS-Server zur Verfügung gestellt werden können. Grundsätzlich kann zwischen Grundlagendaten und den Ergebnissen der Klimawirkungsanalysen unterschieden werden.

4.1 Struktur der Datenbereitstellung

Bezüglich der Ergebnisbereitstellung wird zwischen den Grundlagendaten und den Ergebnissen der Klimawirkungsanalyse unterschieden.

Grundlagendaten

Ziel: Identifizierung von lokalen Ausprägungen der klimatischen Einflüsse Auswertung der detaillierten Grundlagenkarten von klimatischen Einflüssen

Die Grundlagendaten beinhalten die Daten zu den klimatischen Einflüssen Hitze, Dürre, Starkregen und Hochwasser. Die klimatischen Grundlagendaten (siehe Kapitel 2.2) stehen im FIS des LANUV für alle zur Verfügung. Zusätzlich werden sie als Geodaten für die weitere Nutzung zur Verfügung gestellt.

Fachinformationssystem LANUV

- Grundlagenkarten zu den klimatischen Einflüssen
- Sammlung von Daten und Wissen zu Klimafolgen und der Anpassung an den Klimawandel in Nordrhein-Westfalen
- **Link:** <http://www.klimaanpassung-karte.nrw.de/>

Bereitstellung von Geodaten

- Geodaten für die Nutzung in GIS aller klimatischer Einflüsse und Klimawirkungen

Ergebnisse der Klimawirkungsanalysen

Ziel: Identifizierung von räumlichen Handlungsschwerpunkten in Bezug auf die Klimaanpassung & Betrachtung der Ausprägung von klimatischen Einflüssen und Sensitivitäten auf Klimatopebene

Die Klimawirkungsanalysen werden mit Hilfe der Software Tableau aufbereitet und zur Verfügung gestellt. Die Nutzung von Tableau für die Darstellung der Klimawirkungsanalysen ist innovativ, flexibel, interaktiv und kompakt. Durch Filter können die Ergebnisse der Fragestellung entsprechend ausgewählt werden. Dabei können beispielsweise nur bestimmte Räume oder vergleichsweise hohe Klimawirkungen ausgewählt und angezeigt werden.

Durch eine gleichzeitige Darstellung der Ebenen

- 1) Klimawirkung
- 2) Ausprägung klimatischer Einfluss und Sensitivität
- 3) Klimatische Grundlagendaten (als WMS Server)
- 4) (Klimatische) Zukunftsszenarien

wird eine hohe Informationsdichte kompakt und übersichtlich abgebildet. Eine eigenständige Auseinandersetzung mit den Ergebnissen wird durch diese Darstellungsweise ermöglicht und gezielt gefördert.

Bereitstellung der Klimawirkungsanalyse

- Geodaten: Klimatope mit allen Informationen zu den Gesamtwerten des klimatischen Einflusses, der Sensitivität und der Klimawirkung für alle Szenarien - diese Daten können zusätzlich über GIS-Server von den Kreisen zur Verfügung gestellt werden
- Daten „Tableau Reader“ über Sciebo-Link (sofern Installation und Nutzung möglich/ erlaubt): Download und Nutzung von lokalen Daten; Hinweis zum Datenschutz: die Tableau-Datei der Klimawirkungsanalyse enthält sensible Daten bezüglich der punktuellen Infrastrukturen. Diese dürfen nicht an Dritte weitergegeben werden.
- Export von „Tableau online“ Dashboards über regionale Promotoren: die regionalen Promotorinnen und Promotoren bekommen einen Zugangslink zur online-Version von Tableau. Statische Kartenexporte sind für alle Klimawirkungen und unterschiedliche räumliche Ausschnitte möglich

4.2 Zugang zu den Daten

Die Klimawirkungsanalysen in Tableau (ohne die Analysen der datenschutzrechtlich bedenklichen Inhalte der punktuellen Infrastrukturen) können über den folgenden Link heruntergeladen werden:

<https://tu-dortmund.sciebo.de/s/LDkdsGTGfnCg5fF>

Für die Nutzung der interaktiven Dashboards von Tableau wird der kostenlose Tableau-Reader benötigt. Für den Download des Readers ist eine Anmeldung erforderlich. Den Tableau Reader kann man sich über den folgenden Link herunterladen:

<https://www.tableau.com/de-de/products/reader>

Die kompletten Klimawirkungsanalysen (inklusive den punktuellen Infrastrukturen) in Tableau sowie die zugrundeliegenden Geodaten sind über einen passwortgesicherten Link zugänglich. Den Link und das Passwort können bei der zuständigen Promotorin bzw. Promotor des Kreises Lippe angefragt werden:

Sara Vollrodt | E-Mail: sara.vollrodt@kreis-steinfurt.de

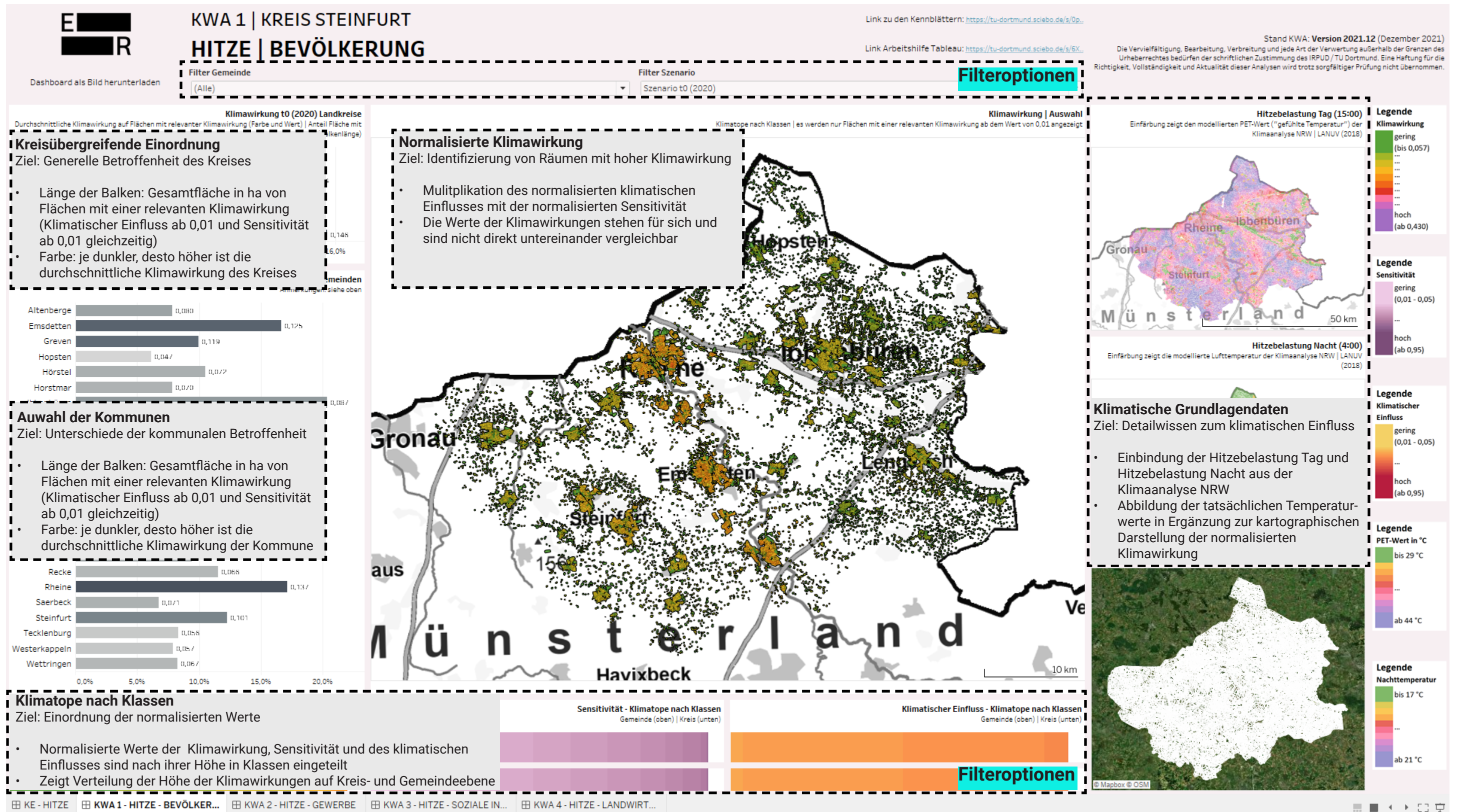
5 Interpretation und Anwendung der Klimawirkungsanalysen

Die Ergebnisse der Klimawirkungsanalysen werden in Tableau zur Verfügung gestellt. Um die Arbeit mit diesem Tool zu erleichtern, wurde eine Arbeitshilfe für den Umgang mit Tableau entwickelt. Des Weiteren werden im Folgenden die Interpretationsschritte und beispielhafte Interpretationen zur Verfügung gestellt. Somit können sich interessierte Akteure die Ergebnisse und die Interpretation dieser eigenständig aneignen.

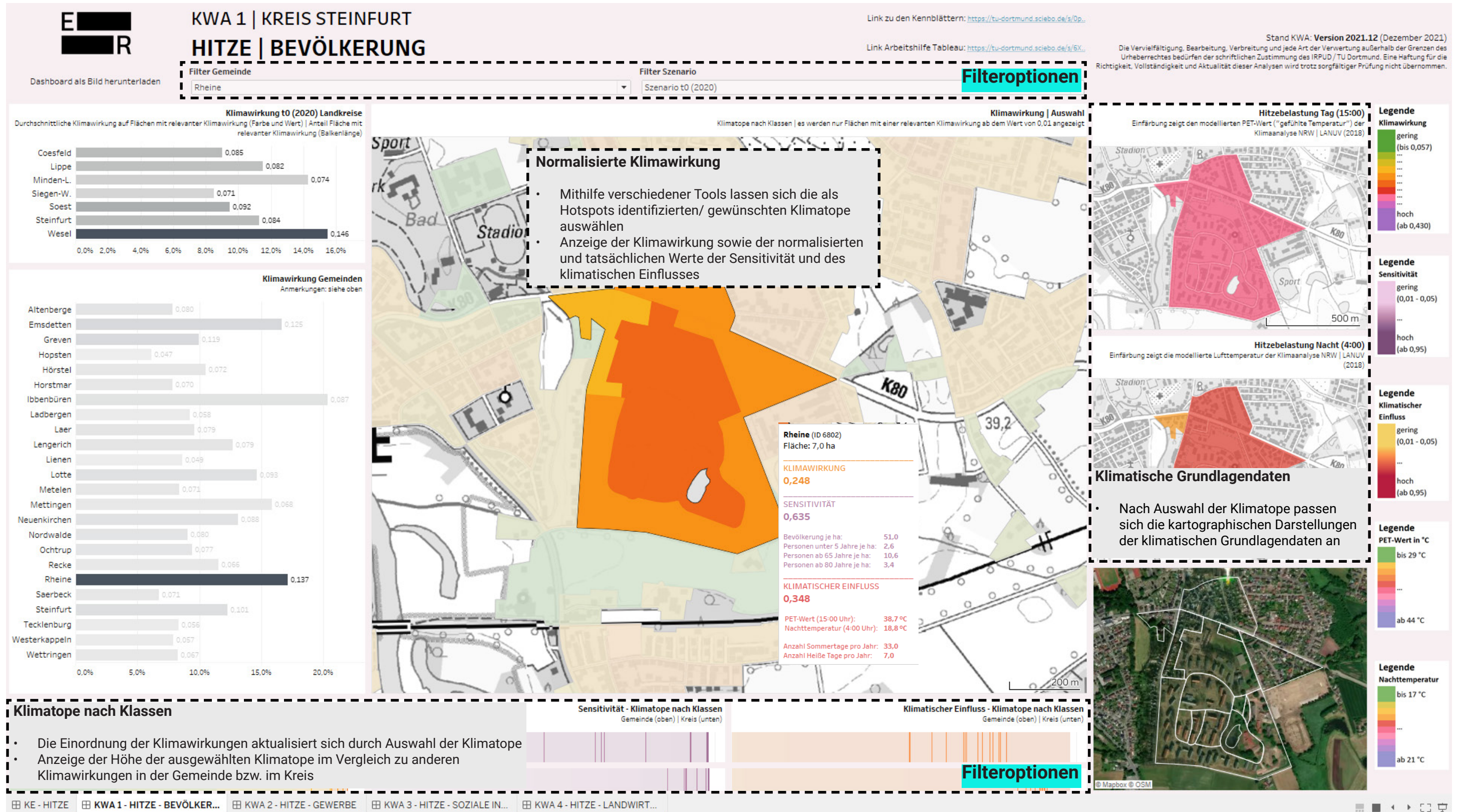
5.1 Arbeitshilfe zum Umgang mit Tableau

Die nachfolgende Arbeitshilfe unterstützt die Nutzer*innen bei der praktischen Bedienung von Tableau. Die Funktionen und Möglichkeiten der einzelnen Elemente der Dashboards werden kurz erläutert und Filterfunktionen sind gekennzeichnet. Die Arbeitshilfe umfasst zwei unterschiedliche Dashboards, um die flächenhaften als auch punktuellen Verschneidungen und Darstellungsweisen zu beschreiben.

Flächenhafte Verschneidung - Kreisansicht - Hitze und Bevölkerung



Flächenhafte Verschneidung - Zoomansicht - Hitze und Bevölkerung



KWA 8 | KREIS STEINFURT

STARKREGEN | PUNKTUELLE INFRASTRUKTUR

[Link zu den Kennblättern:](#)
<https://tu-dortmund.sciebo.de/s/Op3FtYH54bJ3Qg/>

Stand KWA: **Version 2021.12** (Dezember 2021)

Die Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtes bedürfen der schriftlichen Zustimmung des IRPUD / TU Dortmund. Eine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität dieser Analysen wird trotz sorgfältiger Prüfung nicht übernommen.

Dashboard als Bild herunterladen

[Link Arbeitshilfe Tableau:](#) <https://tu-dortmund.sciebo.de/s/6Xu...>

Filter Gemeinde
Lengerich

Filter Art Infrastruktur
(Alle)

Filter Szenario
Szenario t0 (2020)

Filteroptionen

Klimatischer Einfluss (nach Gemeinden)

Länge zeigt Anzahl der Infrastrukturen | Einfärbung zeigt Wert des klimatischen Einflusses (Klassen)

Altenberge	[Bar chart]
Emsdetten	[Bar chart]
Greven	[Bar chart]
Hopsten	[Bar chart]
Hörstel	[Bar chart]
Horstmar	[Bar chart]
Ibbenbüren	[Bar chart]
Ladbergen	[Bar chart]
Laer	[Bar chart]
Lengerich	[Bar chart]
Lienen	[Bar chart]
Wettingen	[Bar chart]

Auswahl der Kommunen

- Einordnung der normalisierten Werte aktualisiert sich mit Auswahl der gewünschten Infrastrukturen
- Gelbe Markierung: Anzeige, welche Kommune derzeit ausgewählt ist
- Farbige Balken: Ordnen Höhe der normalisierten Werte der ausgewählten Infrastrukturen im Vergleich zu allen klimatischen Einflüssen in der Kommune ein

Normalisierter klimatischer Einfluss

- Mithilfe verschiedener Tools lassen sich die gewünschten Infrastrukturen auswählen
- Anzeige der normalisierten und tatsächlichen Werte der Sensitivität und des klimatischen Einflusses

Klimawirkung | Auswahl

Symbol zeigt Art der Infrastruktur | Einfärbung zeigt Wert des klimatischen Einflusses (Klassen) | Größe zeigt Wert der Sensitivität (wenn kein Wert für die Sensitivität vorliegt, wird die Infrastruktur klein dargestellt)

Seniorenheim
Tagespflege Haus Widum

Lengerich
Handseilerei 5

SENSITIVITÄT

0,087 (normalisierter Wert)

18 (absoluter Wert)

KLIMATISCHER EINFLUSS

0,316

Anteil überfluteter Fläche

ab 10 cm: 74,2%

ab 50 cm: 20,6%

ab 100 cm: 0,0%

Überflutungstiefen Starkregen (seltenes Ereignis)

Grundlage der klimatischen Einflüsse 2020 und 2040 (Szenario: Schwacher Klimawandel) | © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2021) | **HINWEIS:** Darstellung entspricht nicht zwingend den Ergebnissen der Auswertung

Überflutungstiefen Starkregen (extremes Ereignis)

Grundlage des klimatischen Einflusses 2040 (Szenario: Starker Klimawandel) | © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2021) | **HINWEIS:** Darstellung entspricht nicht zwingend den Ergebnissen der Auswertung

Klimatische Grundlagendaten

- Nach Auswahl der Klimatope passen sich die kartographischen Darstellungen der klimatischen Grundlagendaten an Überflutungstiefen in Nähe der Infrastrukturen können abgelesen werden

Legende Klimatischer Einfluss

- nicht relevant (bis 0,01)
- gering (0,01 - 0,05)
- ...
- hoch (ab 0,95)

Legende Art der Infrastruktur

- Schule (ABS)
- Kindergarten
- Seniorenheim
- Krankenhaus
- Feuerwehr
- Polizei
- Kraftwerk
- Umspannwerk
- Kläranlage
- Störfallbetrieb

Legende Sensitivität

- ohne Wert
- gering (bis 0,05)
- ...
- hoch (ab 0,95)

Legende Überflutungstiefen

- 10 bis 50 cm
- 50 bis 100 cm
- 100 bis 200 cm
- 200 bis 400 cm
- ab 400 cm

Klimatischer Einfluss (nach Art)

Länge zeigt Anzahl der Infrastrukturen | Einfärbung zeigt Wert des klimatischen Einflusses (Klassen)

Schule (ABS)	[Bar chart]
Kindergarten	[Bar chart]
Seniorenheim	[Bar chart]

Auswahl der Infrastrukturen

- Einordnung der normalisierten Werte aktualisiert sich mit Auswahl der gewünschten Infrastrukturen
- Gelbe Markierung: Anzeige, welche Infrastruktur-Arten derzeit angezeigt werden
- Farbige Balken: Ordnen Höhe der normalisierten Werte der ausgewählten Infrastrukturen im Vergleich zu allen klimatischen Einflüssen/Sensitivitäten sortiert nach den Infrastruktur-Arten ein

Sensitivität (nach Art)

Länge zeigt Anzahl der Infrastrukturen | Einfärbung zeigt Wert der Sensitivität (Klassen)

Schule (ABS)	[Bar chart]
Kindergarten	[Bar chart]
Seniorenheim	[Bar chart]

Filteroptionen

KE - STARKREGEN KWA 7 | STARKREGEN | BEB... KWA 8 - STARKREGEN - PU... KWA 10 - STARKREGEN - LA...

5.2 Interpretationsschritte

Die folgende Interpretationshilfe stellt eine Unterstützung für die Auswertung und Nutzung der Analyseergebnisse dar. Für die Auswertung und Interpretation der Klimawirkungsanalysen für die Gegenwart (t0) und die zwei klimatischen Zukunftsszenarien (t1min und t1max) sind fünf Interpretationsschritte vorgesehen. Das Vorgehen ermöglicht es, für große Räume zunächst räumliche Handlungsschwerpunkte zu identifizieren, um in den nachfolgenden Schritten detaillierteres Wissen über die Ausprägung des klimatischen Einflusses und der Sensitivität zu erlangen:

1) Erste Einordnung der Klimawirkung

Wie ist mein Landkreis im Vergleich zu anderen Landkreisen von ER betroffen? Welche Gemeinden sind besonders betroffen?

2) Ermittlung von Hotspots

Welche Bereiche in den Gemeinden sind besonders betroffen?

3) Betrachtung der Wertigkeiten der Klimatope/ Hotspots

Warum sind diese Bereiche hoch betroffen (Klimatischer Einfluss und/oder Sensitivität)?

4) Detailbetrachtung Grundlagendaten

Betrachtung der Grundlagendaten (Hitze / Dürre / Starkregen / Hochwasser).

5) Qualitative Einschätzung

Einschätzung der quantitativen Aussagen durch lokale Expertise und weiteres Fachwissen.

5.3 Exemplarische Ergebnisinterpretation

Im Folgenden findet eine beispielhafte Darstellung und Interpretation der Ergebnisse für den Kreis Steinfurt statt. Dabei werden exemplarisch die Klimawirkungsanalysen **Hitze | Bevölkerung** sowie **Starkregen | Bebauung** im Rahmen der vorgeschlagenen Interpretationsschritte erläutert. Anhand des Szenario-Filters lassen sich auch die jeweiligen Zukunftsszenarien auswählen. Die Interpretation folgt den identischen Schritten und wird daher nicht separat erläutert.

KWA 1 - Hitze | Bevölkerung

Erste Einordnung der Klimawirkung

In einem ersten Schritt geht es darum, sich einen Überblick über die allgemeine Betroffenheit des Landkreises zu verschaffen. Dazu wird zunächst ermittelt, inwieweit der Kreis Steinfurt im Vergleich zu den anderen Landkreisen im ER-Untersuchungsraum von Klimawirkungen bezüglich **Hitze | Bevölkerung** betroffen ist.

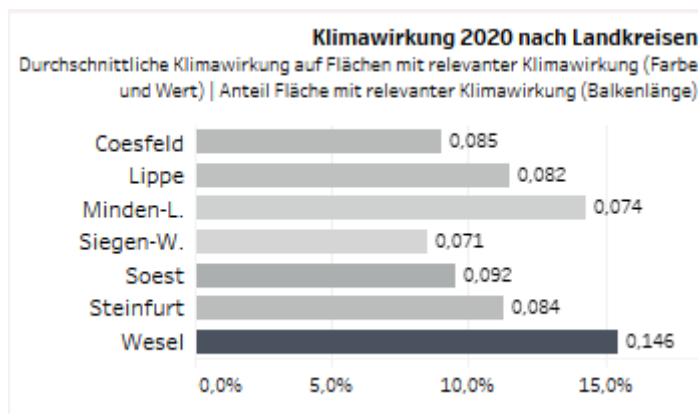


Abbildung 5: Kreisvergleich Klimawirkung Hitze | Bevölkerung

Insgesamt weisen 86.203 ha eine relevante Klimawirkung von über 0,01 für die Klima-wirkung Hitze | Bevölkerung auf. Dies entspricht rund 11,37 % der Flächen aller einbezogenen Klimatope (867.200 ha). Die kreisübergreifende durchschnittliche Klimawirkung beträgt 0,09. Zum Vergleich: Im Landkreis Steinfurt weisen ca. 11,3 % der Fläche eine relevante Klimawirkung von mindestens 0,01 auf, während sich für die Klimawirkung ein Wert von 0,084 ergibt. Beide Werte liegen somit im durchschnittlichen Bereich im Vergleich aller Kreise im ER-Untersuchungsraum. Da es sich jedoch um eine durchschnittliche und vergleichsweise Betroffenheit handelt, lässt sich daraus nicht schließen, dass es im gesamten Kreisgebiet nur geringe Klimawirkungen vorliegen, da trotz durchschnittlicher Werte einzelne Hotspots mit hohen Klimawirkungen durchaus vorliegen können.

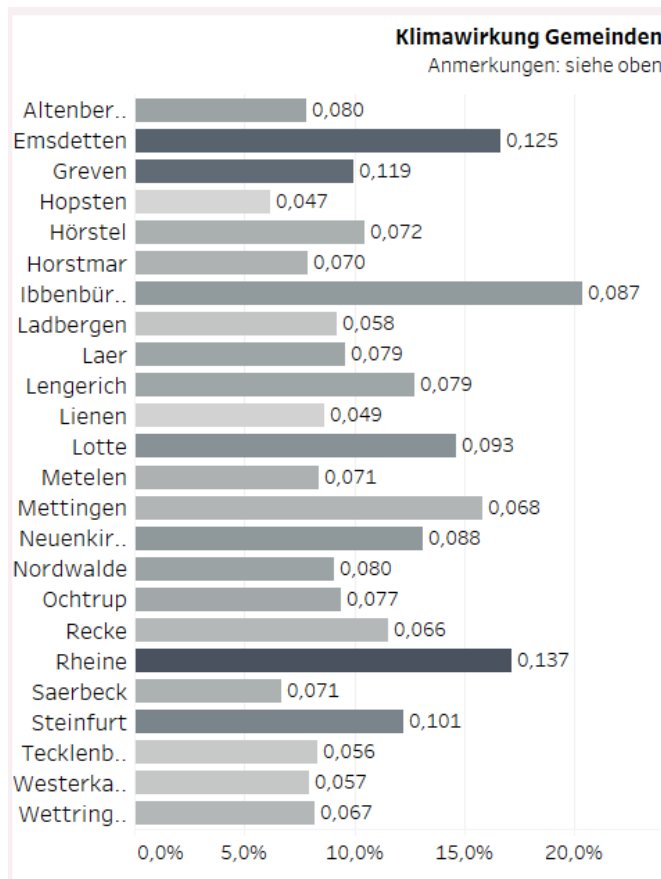


Abbildung 6: Gemeindevergleich Klimawirkung Hitze | Bevölkerung

Zur weiteren Einordnung der Klimawirkungen eignet sich anschließend die Betrachtung des Anteils der Fläche mit relevanter Klimawirkung differenziert nach den einzelnen Gemeinden im Kreisgebiet. Dadurch lässt sich auf einen Blick einordnen, welche Gemeinden im Vergleich zu anderen von höheren, durchschnittlichen Klimawirkungen in Bezug auf **Hitze | Bevölkerung** betroffen sind. Im Kreis Steinfurt treten beispielsweise in Rheine mit Werten der Klimawirkung von 0,137 sowie Emsdetten mit 0,125 vergleichsweise hohe Klimawirkungen auf. In diesen Gemeinden sind mit 17,1 % bzw. 16,6 % prozentual gesehen, nach der Gemeinde Ibbenbüren, auch besonders viele Flächen von einer relevanten Klimawirkung betroffen (siehe Abbildung 6). Dies ist jedoch nicht gleichbedeutend damit, dass in den Gemeinden mit geringeren durchschnittlichen Werten kein Anpassungsbedarf besteht, da auch dort Hotspots mit hohen Klimawirkungen vorliegen können.

Ermittlung von Hotspots

Nachdem im Rahmen der ersten Einordnung ein grober Überblick über die ermittelten Klimawirkungen im Kreis entstanden ist, erfolgt in einem zweiten Schritt die Identifizierung vergleichsweise stark betroffener Bereiche („Hotspots“) innerhalb der Gemeinden. Für deren Ermittlung bieten sich je nach Fragestellung verschiedene Herangehensweisen an:

- Anhand der kreisweiten, kartographischen Darstellung der Klimawirkung
- Anhand des Gemeindefilters (z.B. Auswahl einer besonders betroffenen Gemeinde oder Auswahl einer für die jeweilige Fragestellung relevanten Gemeinde)

- Anhand des Balkendiagramms, welches die Klimawirkungen nach ihrer Höhe in Klassen einteilt (Auswahl der Klasse mit vergleichsweise hohen Klimawirkungen)

In diesem Beispiel erfolgt die Ermittlung durch den Gemeindefilter. Dabei wird beispielsweise die stärker betroffene Gemeinde Rheine ausgewählt.

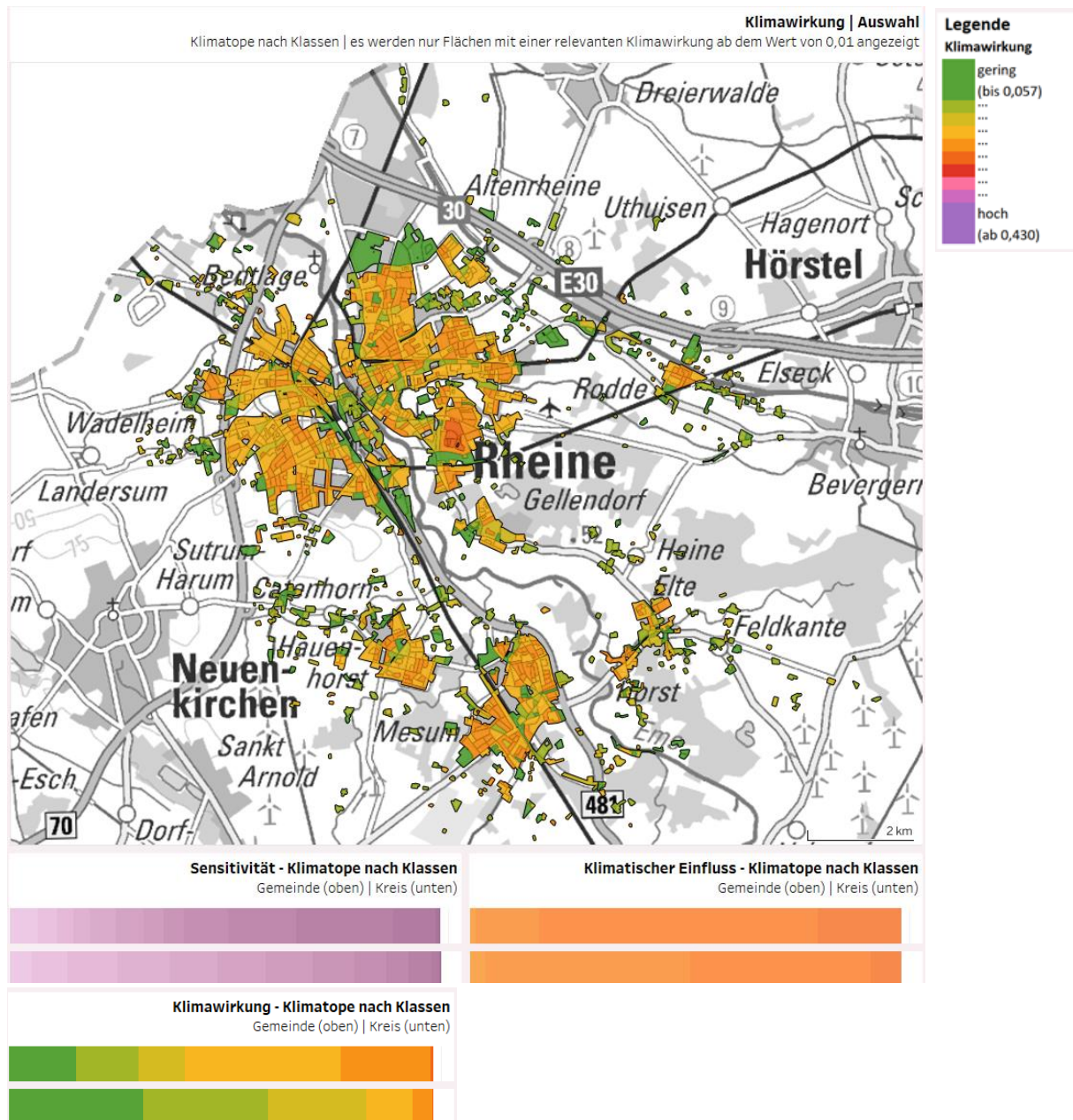


Abbildung 7: Beispielhafter Auszug Karte Klimawirkung Hitze | Bevölkerung (Gemeindeebene)

Für Rheine ergibt sich ein Wertebereich für die Klimawirkungen von 0,010 bis 0,255 für das Gegenwartsszenario. Bei Betrachtung der kartographischen Darstellung wird ersichtlich, dass in der Gemeinde vor allem in den städtischen Ortslagen großflächig höhere Klimawirkungen auftreten und sich kein kleinräumiger Schwerpunkt abgrenzen lässt (siehe Abbildung 7). Für Klimawirkungen mit dem klimatischen Einfluss Hitze ist dies typisch, da Hitzebelastungen häufig relativ homogen verteilt sind. Die unter der Karte abgebildeten Balkendia-

gramme zeigen zudem die Verteilung der Klimatope bezüglich Klimawirkung, Sensitivität sowie klimatischen Einfluss für die Kreisebene sowie die gewählte Gemeinde Rheine an. Dadurch lässt sich auf einen Blick entnehmen, wie sich die Verteilung/Betroffenheit in der Gemeinde im kreisweiten Vergleich darstellt.

Betrachtung der Wertigkeiten der Klimatope

In einem dritten Schritt werden die zuvor identifizierten Hotspots auf Klimatopebene genauer betrachtet. Dazu wird der gewünschte Bereich durch eines der Filtertools in Tableau ausgewählt.

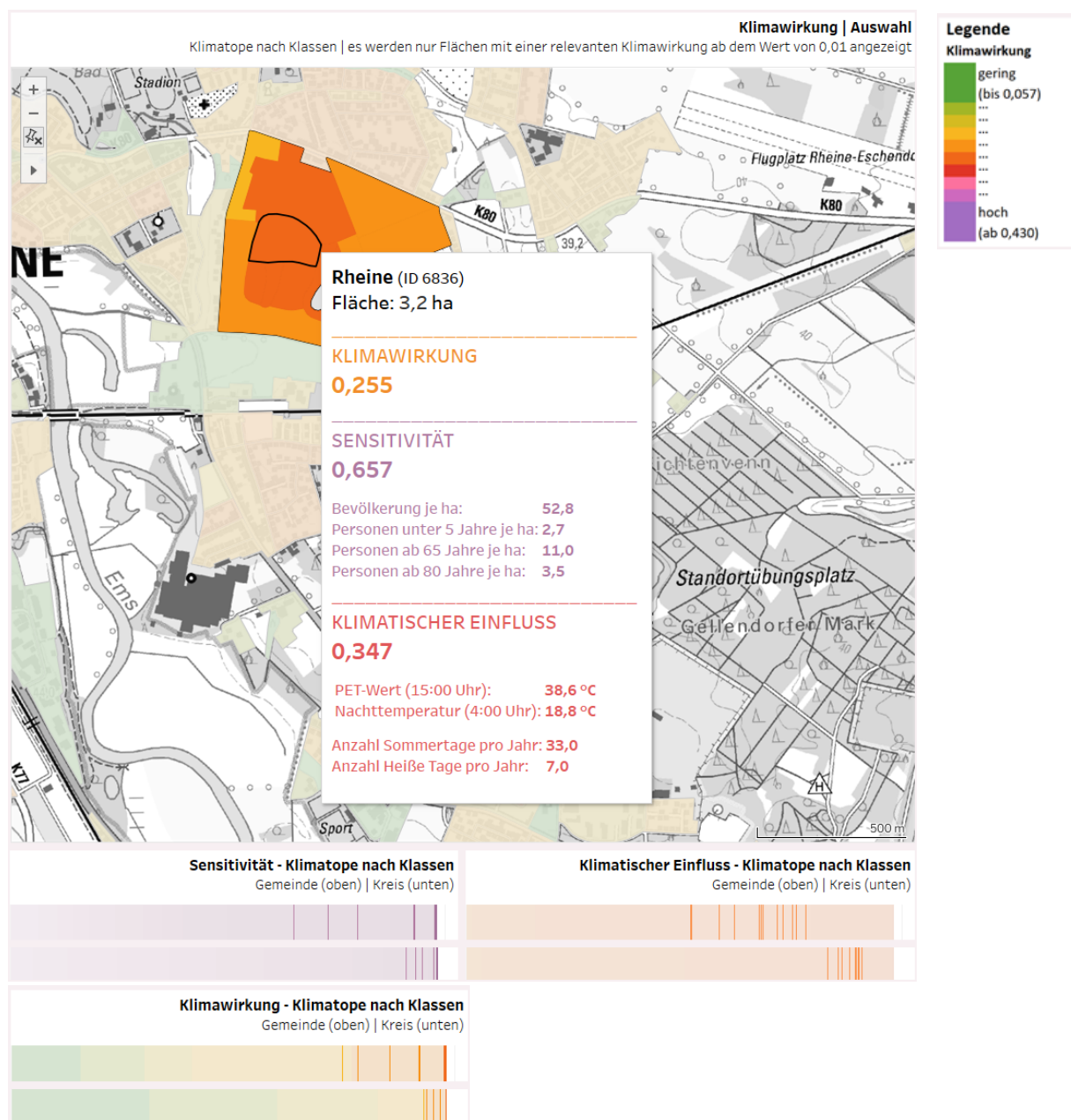


Abbildung 8: Beispielhafter Auszug Karte Klimawirkung Hitze I Bevölkerung (Auswahl)

In diesem Beispiel handelt es sich um Klimatope im innerstädtischen Bereich der Gemeinde Rheine südöstlich vom Stadtpark und Stadion. Durch Bewegen des Mauszeigers über das gewünschte Klimatop öffnen sich die zugehörigen Wertigkeiten. Dies ermöglicht auf einem Blick die Anzeige der normalisierten Werte der Klimawirkung, des klimatischen Einflusses sowie der Sensitivität. Zudem werden auch die absoluten Werte des klimatischen Einflusses und der Sensitivität angezeigt. Für das gewählte Klimatop sind normalisierte Werte der Klimawirkung von 0,255, des klimatischen Einflusses von 0,347 sowie der Sensitivität von 0,657 ermittelt worden (siehe Abbildung 8). Diese Werte dienen ausschließlich der Ermittlung von Hotspots und sind immer mit den dahinterliegenden Werten des klimatischen Einflusses und der Sensitivität zu interpretieren. Bei PET-Werten gelten beispielsweise schon Temperaturen ab 35°C als starke Hitzebelastung und nächtliche Temperaturen über 18,5°C als mäßige Hitzebelastung (LANUV 2018). In dem gewählten Beispiel liegen Werte von 38,6°C (PET-Wert) sowie 18,8°C (Nachttemperatur) vor, welche bereits zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen können. Die vergleichsweise hohen Sensitivitätswerte sind in der relativ hohen Bevölkerungsdichte (disaggregierte Verteilung von Daten auf Gemeindeebene anhand Wohn- und Mischflächen) im Gebiet begründet.

Die unter der Karte abgebildeten Balkendiagramme passen sich der Klimatopauswahl an und zeigen wie die Werte der Sensitivitäten, der klimatischen Einflüsse und der Klimawirkungen der ausgewählten Klimatope im gemeinde- und kreisweiten Vergleich einzuordnen sind.

Detailbetrachtung Grundlagendaten

In einem vierten Schritt erfolgt eine detaillierte Betrachtung der Grundlagendaten des klimatischen Einflusses. Der modellierte PET-Wert (physiologisch äquivalente Temperatur) sowie die modellierte Nachttemperatur sind dazu als zusätzliche Karten im Tableau-Dashboard integriert.

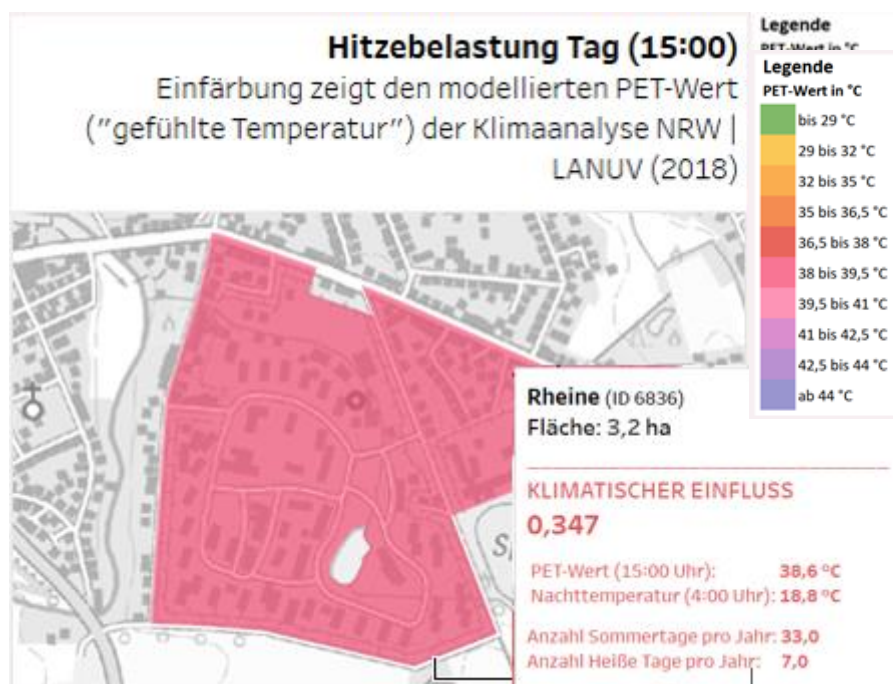


Abbildung 9: Beispielhafter Auszug Grundlagendaten zu Hitzebelastung Tag (Auswahl)

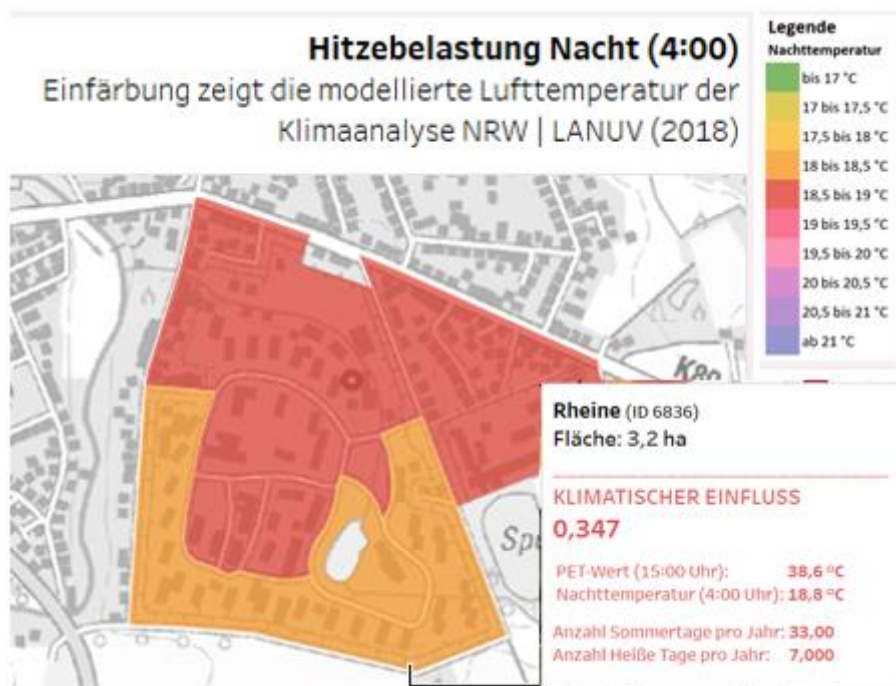


Abbildung 10: Beispielhafter Auszug Grundlagendaten zu Hitzebelastung Nacht (Auswahl)

Durch die Auswahl eines Klimatops werden auch hier neben den genauen Wertigkeiten des PET-Wertes und der Nachttemperatur, die normalisierten Werte des klimatischen Einflusses, die Anzahl Heiße Tage und Sommertage für das Gegenwartsszenario abgebildet (siehe Abbildung 9 und 10). Die klimatischen Kenntage (Heiße Tage, Sommertage) des DWD wurden vom LANUV für NRW aufbereitet. Die Klimawirkungsanalyse NRW wurde 2018 für das gesamte Bundesland modelliert. Da diese Modellierung bereits auf Klimatopebene durchgeführt wurde, sind für Hitze keine detaillierteren/tiefergehenden Informationen zu entnehmen.

Zusätzlich zur kartographischen Darstellung des PET-Wertes sowie der Nachttemperatur ist es sehr empfehlenswert, dieses Wissen durch weitere klimatische Grundlagendaten, wie beispielsweise Informationen zum Kaltluftvolumenstrom oder Schwellenwerten, zu ergänzen. Diese sind über das Fachinformationssystem Klimaanpassung (FIS) des LANUV abrufbar: <http://www.klimaanpassung-karte.nrw.de/>. Ein Teil der dort eingebundenen Grundlagendaten wird den Kreisen und Kommunen zusätzlich auch als Geodaten durch das IRPUD zur Verfügung gestellt. Die Grundlagendaten stellen somit die detaillierte Grundlage für die Entwicklung geeigneter Anpassungsmaßnahmen auf lokaler Ebene dar.

Qualitative Einschätzung

In den nächsten Schritten müssen die quantitativen Aussagen durch qualitative Einschätzung weiter ausdifferenziert werden. Dafür ist die lokale Kenntnis und weiteres Fachwissen unerlässlich.

KWA 7 - Starkregen | Bebauung

Erste Einordnung der Klimawirkung

In einem ersten Schritt geht es darum, sich einen Überblick über die allgemeine Betroffenheit des Landkreises zu verschaffen. Dazu wird zunächst ermittelt, inwieweit der Kreis Steinfurt im Vergleich zu den anderen Landkreisen im ER-Untersuchungsraum von Klimawirkungen bezüglich **Starkregen | Bebauung** betroffen ist.

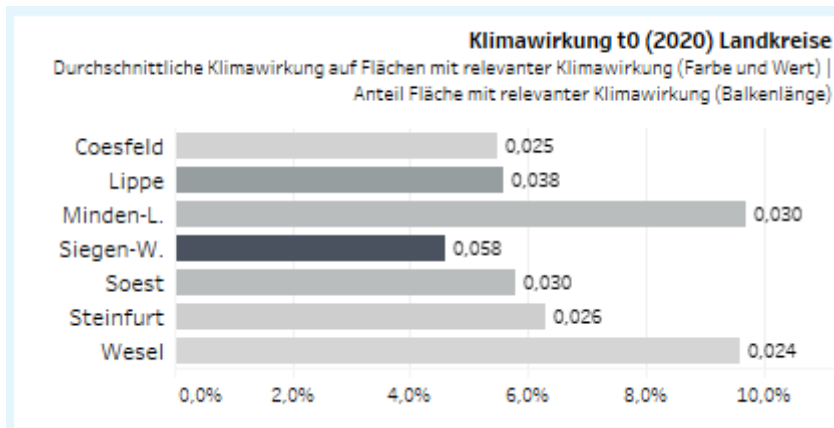


Abbildung 11: Kreisvergleich Klimawirkung Starkregen | Bebauung

Im ER-Untersuchungsraum weisen 57.464 ha eine relevante Klimawirkung von über 0,01 für die Klimawirkung **Starkregen | Bebauung** auf. Das sind ca. 6,61 % der Fläche aller einbezogenen Klimatope mit einer Gesamtfläche von 867.200 ha. Zum Vergleich: im Kreis Steinfurt weisen ca. 6,3 % der Fläche eine relevante Klimawirkung von über 0,01 auf - es sind also im Vergleich durchschnittlich viele Flächen betroffen. Dabei ergibt sich auf den relevanten Flächen des Kreises ein durchschnittlicher Wert von 0,026. Dieser Wert gehört zu den niedrigeren in allen ER-Regionen (siehe Abbildung 11). Aus dieser Auswertung lässt sich allerdings nicht schließen, dass im gesamten Kreisgebiet nur geringe Klimawirkungen vorliegen, da trotz durchschnittlicher Werte einzelne Hotspots mit hohen Klimawirkungen vorhanden sein können.

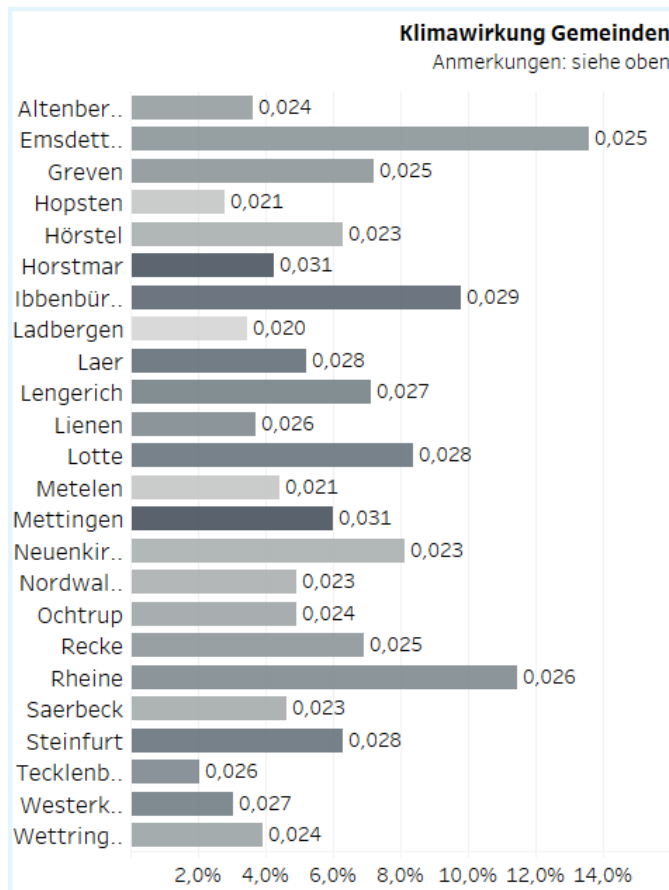


Abbildung 12: Gemeindevergleich Klimawirkung Starkregen | Bebauung

Zur weiteren Einordnung der Klimawirkungen eignet sich anschließend die Betrachtung des Anteils der Fläche mit relevanter Klimawirkung differenziert nach den einzelnen Gemeinden im Kreisgebiet. Dadurch lässt sich auf einen Blick einordnen, welche Gemeinden im Vergleich zu anderen von höheren, durchschnittlichen Klimawirkungen in Bezug auf **Starkregen | Bebauung** betroffen sind. Hohe Klimawirkungen treten beispielsweise in den Gemeinden Mettingen und Horstmar mit jeweils 0,031 auf (siehe Abbildung 12). Wie bei der kreisübergreifenden Einordnung, lässt sich aus dieser Auswertung nicht schließen, dass in den anderen Gemeinden kein Anpassungsbedarf vorliegt, da trotz durchschnittlich geringer Werte einzelne Hotspots mit hohen Klimawirkungen durchaus vorliegen können.

Ermittlung von Hotspots

Nachdem im Rahmen der ersten Einordnung ein grober Überblick über die ermittelten Klimawirkungen im Kreis entstanden ist, erfolgt in einem zweiten Schritt die Identifizierung vergleichsweise stark betroffener Bereiche („Hotspots“). Für die Ermittlung bieten sich je nach Fragestellung verschiedene Herangehensweisen an:

- Anhand der kreisweiten, kartographischen Darstellung der Klimawirkung
- Anhand des Gemeindefilters (z.B. Auswahl einer besonders betroffenen Gemeinde oder Auswahl einer für die jeweilige Fragestellung relevanten Gemeinde)
- Anhand des Balkendiagramms, welches die Klimawirkungen nach ihrer Höhe in Klassen einteilt (Auswahl der Klasse mit vergleichsweise hohen Klimawirkungen)

In diesem Beispiel erfolgt die Ermittlung mithilfe des Gemeindefilters. Dabei wird die Gemeinde Mettingen ausgewählt, da für diese im Rahmen der ersten Einordnung vergleichsweise hohe Klimawirkungen im Bereich **Starkregen | Bebauung** festgestellt werden konnten.

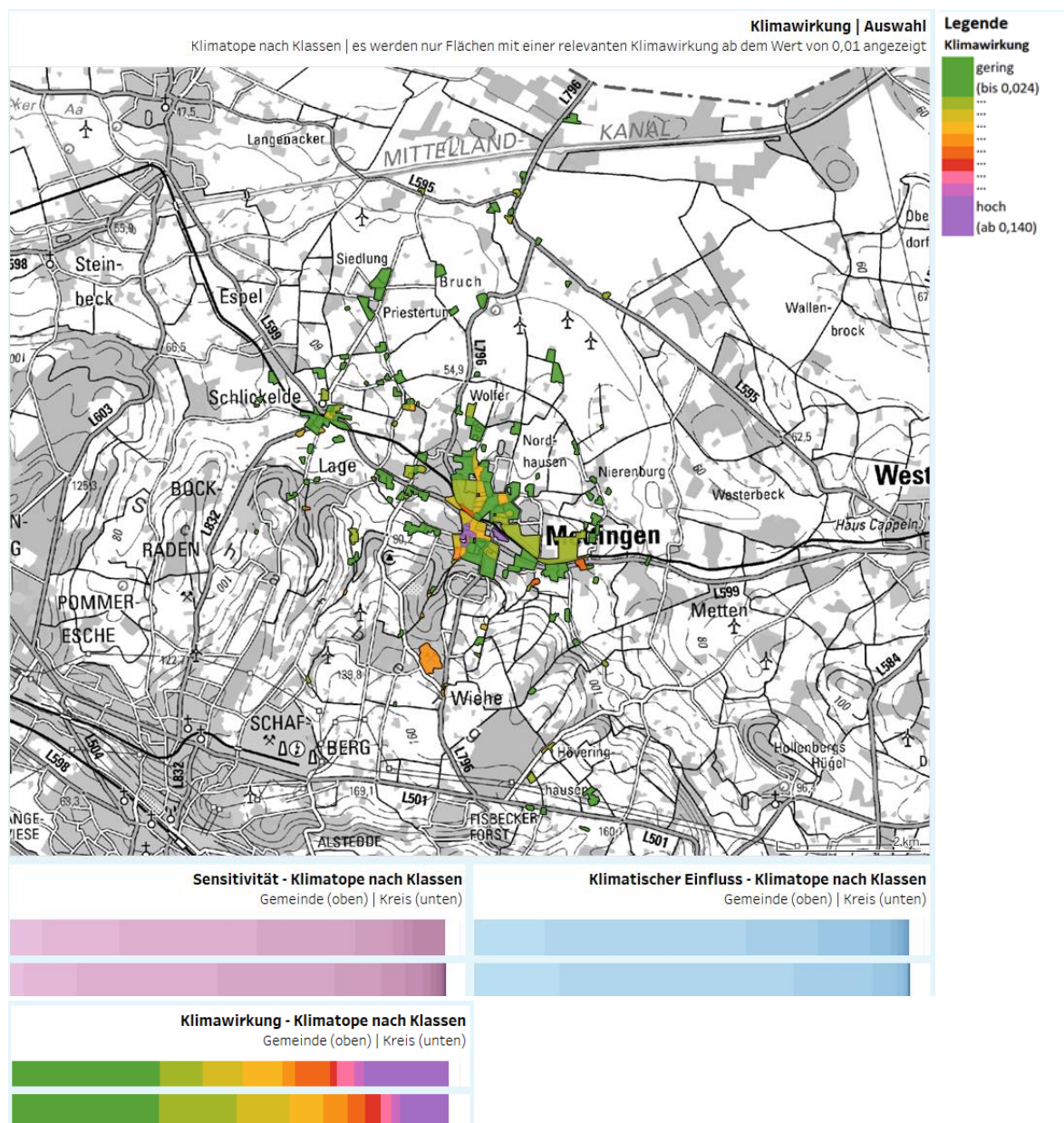


Abbildung 13: Beispielhafter Auszug Karte Klimawirkung Starkregen | Bebauung (Gemeindeebene)

Für Mettingen ergibt sich ein Wertebereich für die Klimawirkungen von 0,01 bis 0,293 für das Gegenwartsszenario. Anhand der kartographischen Darstellung wird ersichtlich, dass im Gegensatz zu Hitzebelastungen, die großflächiger und in ihrer räumlichen Verteilung homogener auftreten, für Starkregen eine starke räumliche Konzentration besteht. Dabei liegen in Mettingen vor allem in Klimatopen im zentralen Bereich der Gemeinde höhere Klimawirkungen vor (siehe Abbildung 13). Somit besteht dort potentiell der größte Handlungsbedarf für Klimaanpassungsmaßnahmen. Da es sich bei den Berechnungen um vergleichende Auswertungen handelt, bedeutet dies jedoch nicht, dass in den als weniger betroffen abgebildeten Gemeinden und Klimatopen kein Anpassungsbedarf besteht.

Die unter der Karte abgebildeten Balkendiagramme zeigen zudem die Verteilung der Klimatope bezüglich Klimawirkung, Sensitivität sowie klimatischen Einfluss für die Kreisebene sowie die gewählte Gemeinde Mettingen an. Dadurch lässt sich auf einen Blick entnehmen, wie sich die Verteilung/Betroffenheit in der Gemeinde im kreisweiten Vergleich darstellt.

Betrachtung der Wertigkeiten der Klimatope

In einem dritten Schritt werden die zuvor identifizierten Hotspots auf Klimatopebene genauer betrachtet. Dazu wird der gewünschte Bereich durch eines der Filtertools in Tableau ausgewählt.

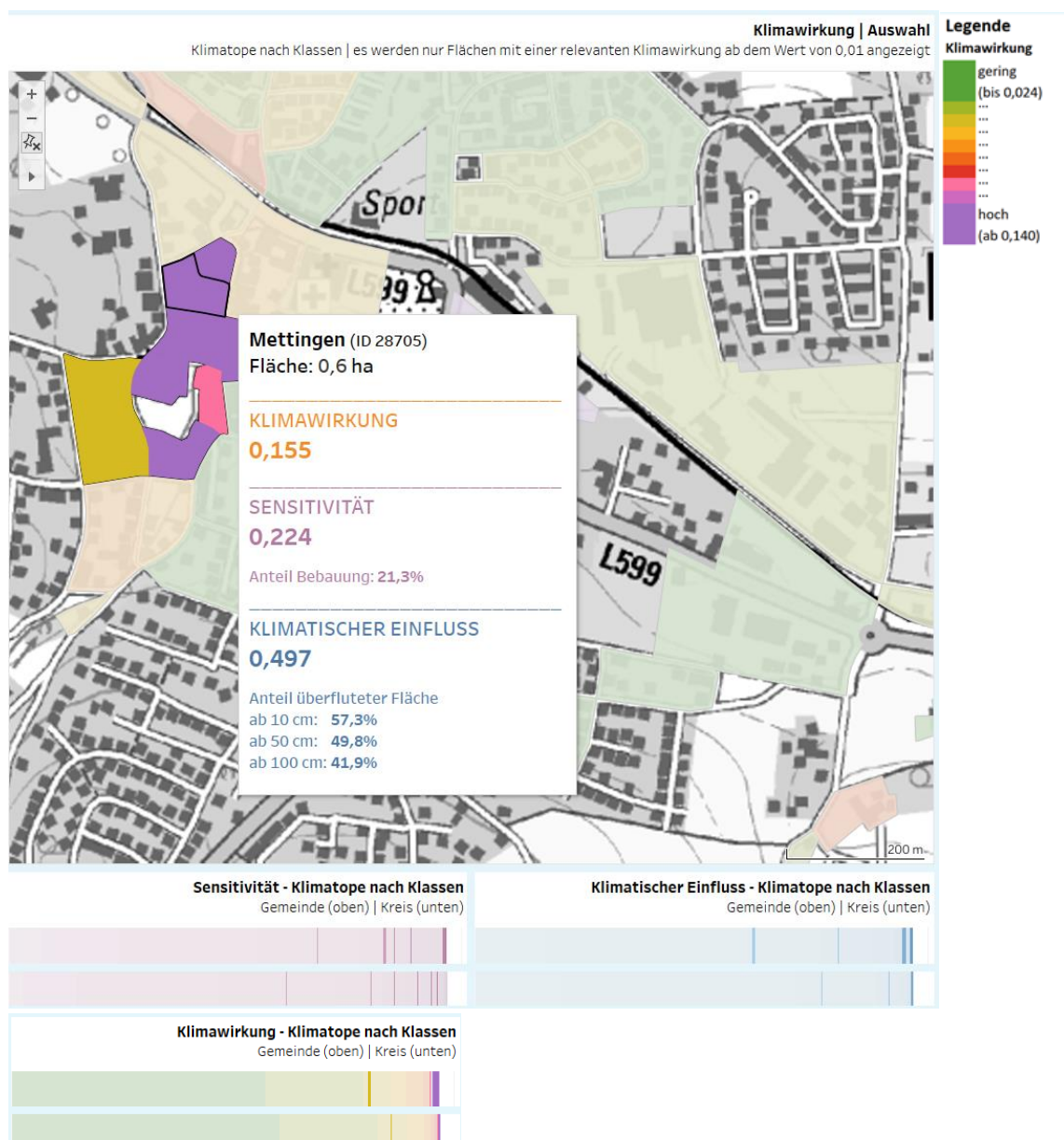


Abbildung 14: Beispielhafter Auszug Karte Klimawirkung Starkregen | Bebauung (Auswahl)

In diesem Beispiel handelt es sich um Klimatope in Ortslage der Gemeinde Mettingen. Durch Bewegen des Mauszeigers über das gewünschte Klimatop öffnen sich die zugehörigen Wertigkeiten. Dies ermöglicht auf einem Blick die Anzeige der normalisierten Werte der Klimawirkung, des klimatischen Einflusses sowie der Sensitivität für das Gegenwartsszenario. Zudem werden auch die absoluten Werte, aus denen sich Sensitivität und klimatischer Einfluss ergeben, angezeigt. Für das gewählte Klimatop sind normalisierte Werte der Klimawirkung von 0,155, des klimatischen Einflusses von 0,497 sowie der Sensitivität von 0,224 ermittelt worden (siehe Abbildung 14). Diese Werte dienen der Ermittlung und Einschätzung von Betroffenheiten und sind vor allem mit den dahinterliegenden Werten des klimatischen Einflusses und der Sensitivität zu interpretieren. Bei Betrachtung dieser zeigt sich, dass ein Großteil (57,3 %) der Gesamtfläche des Klimatops bei einem 100-jährlichen Starkregenereignis mit mehr als 10 cm überflutet wird und 41,9 % der Fläche sogar von Einstautiefen über 100 cm betroffen ist. Somit liegt hier bei einem möglichen Starkregenereignis ein durchaus hohes Schadenspotenzial vor. Dem normalisierten Sensitivitätswert von 0,224 liegt ein Anteil bebauter Fläche des Klimatops von 21,3 % zugrunde.

Die unter der Karte abgebildeten Balkendiagramme passen sich der Klimatopauswahl an und zeigen wie die Werte der Sensitivitäten, der klimatischen Einflüsse und der Klimawirkungen der ausgewählten Klimatope im gemeinde- und kreisweiten Vergleich einzuordnen sind.

Detailbetrachtung Grundlagendaten

In einem vierten Schritt erfolgt eine detaillierte Betrachtung der Grundlagendaten des klimatischen Einflusses. Die Überflutungstiefen bei einem seltenen sowie extremen Starkregenereignis (Gegenwarts- und Zukunftsszenario) sind dazu als zusätzliche Karten im Tableau-Dashboard integriert. Diese basieren auf den Modellierungen des BKG, die für ganz NRW in einem 1x1 m Raster berechnet und im November 2021 veröffentlicht wurden. Aus diesen Modellierungen lässt sich dementsprechend detailliert entnehmen, an welchen Orten (innerhalb eines Klimatops) die Einstautiefen zu erwarten sind.

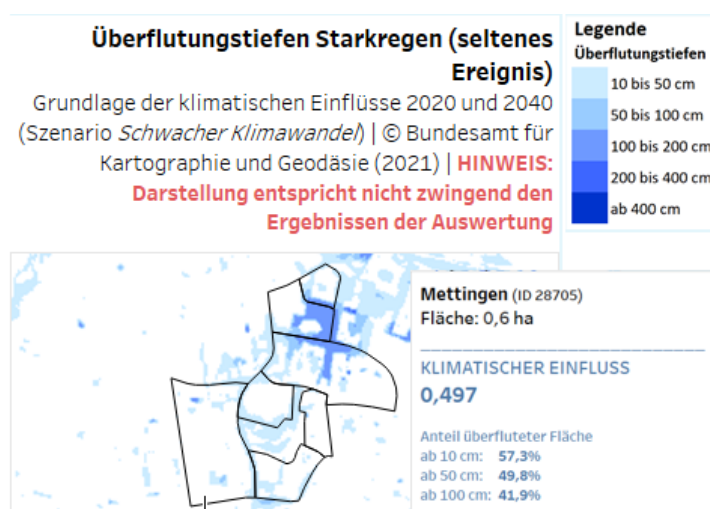


Abbildung 15: Beispielhafter Auszug Grundlagendaten zu Starkregen – seltenes Ereignis (Auswahl)

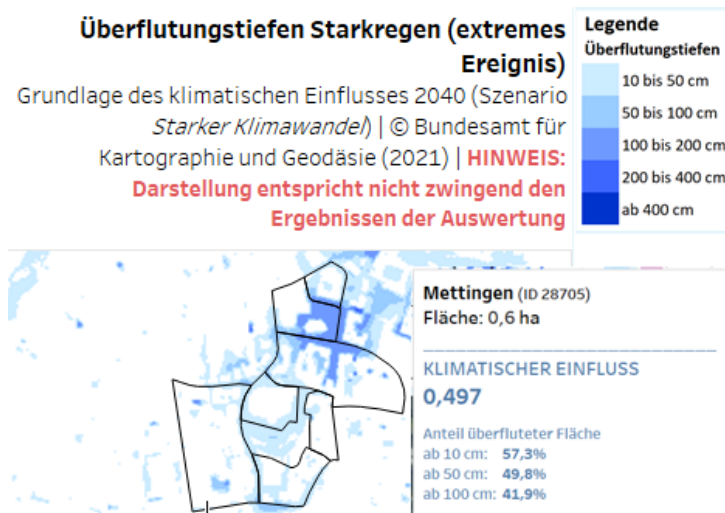


Abbildung 3: Beispielhafter Auszug Grundlagendaten zu Starkregen – extremes Ereignis (Auswahl)

In den Karten lassen sich die genauen Einstautiefen ablesen. Zudem werden bei der Auswahl eines Klimatops auch hier die Werte der Klimawirkung, des klimatischen Einflusses und der Sensitivität für das Gegenwarts- sowie Zukunftsszenario angezeigt.

In dem ausgewählten Gebiet zeigen sich für ein seltenes Ereignis gegenwärtig bereits in direkter Nähe zum Gebäudebestand großflächig Einstautiefen von bis zu 200 cm. (siehe Abbildung 15). Bei einem extremen Ereignis sind in Gebäudenähe ähnliche Einstautiefen zu 200 cm zu erwarten (siehe Abbildung 16). Überflutungstiefen von bis zu 100 cm können bereits zu Wassereintritt in Keller und erhöhte Eingänge führen und somit zu erheblichen Sachschäden führen. Zudem besteht bei derartigen Einstautiefen bereits Gefahr für die menschliche Gesundheit, beispielsweise durch Treibgut oder Unebenheiten unter der Wasseroberfläche. Auch eine Gefahr des Ertrinkens für Kinder und Erwachsene ist nicht mehr auszuschließen. Bei Überflutungstiefen, die 100 cm übersteigen, werden diese Gefahren durch das mögliche Versagen von Wänden verstärkt. (Quelle Arbeitshilfe NRW) Daraus ergibt sich folglich ein hoher Anpassungsbedarf, der sich mithilfe der vorliegenden Analysen lokalisieren lässt. Zusätzlich zu den in Tableau eingebundenen Überflutungstiefen sind die Fließgeschwindigkeiten eine weitere relevante Größe. Diese lassen sich über das FIS des LANUV aufrufen: <https://www.klimaanpassung-karte.nrw.de/>. Für die Interpretation ist es zudem empfehlenswert, die Arbeitshilfe kommunales Starkregenmanagement NRW zu nutzen.

Hinweis: Da die Daten des BKG neu veröffentlicht wurden, basieren die angezeigten Wertigkeiten derzeit momentan noch auf den durch das IRPUD durchgeführten Starkregenabflussmodellierungen und stimmen nicht vollständig mit den eingebundenen Karten der Überflutungstiefen überein. Dies wird im weiteren Projektverlauf angepasst. Die kleinen Unterschiede zeigen jedoch auch, dass es eine Bandbreite an möglichen Ausprägungen gibt und diese von den Szenarien und Modellen abhängen.

Qualitative Einschätzung

In den nächsten Schritten müssen die quantitativen Aussagen durch qualitative Einschätzung weiter ausdifferenziert werden. Dafür ist die lokale Kenntnis und weiteres Fachwissen unerlässlich.

6 Weiterentwicklung der Klimawirkungsanalysen

Wie anfangs erläutert, stellt der Bericht den gegenwärtigen methodischen und inhaltlichen Stand der Klimawirkungsanalysen dar (Version V2021.12). Der Umfang, die Verfahrensschritte, die Qualität der Daten und Indikatoren sowie die Ergebnisaufbereitung sollen im weiteren Projektverlauf von Evolving Regions stetig optimiert werden.

Dürreempfindlichkeit von landwirtschaftlich genutzten Flächen

In Bezug auf Dürre werden in künftigen Versionen der Klimawirkungsanalysen landwirtschaftlich genutzte Flächen betrachtet. Im Rahmen dieser Thematik werden die Ergebnisdaten des LANUV bzgl. der Dürreempfindlichkeit von landwirtschaftlicher Flächen genutzt und vorerst keine weiteren (bzw. eigenen) Berechnungen zur Ermittlung der Klimawirkung innerhalb von Evolving Regions durchgeführt. Die Ergebnisse der Analyse zur Dürreempfindlichkeit der Landwirtschaft sollen zeitnah durch das LANUV zur Verfügung gestellt werden.

Einbindung der NRW-weiten Starkregen-Abfluss-Modellierung des BKG

In der nächsten Version der KWA wird die Starkregenabflussmodellierung des BKG voraussichtlich die neue Datengrundlage für den klimatischen Einfluss Starkregen, um der Prämisse der Übertragbarkeit der Methode gerecht zu werden sowie möglichst aktuelle und räumlich detaillierte Datengrundlagen zu nutzen. Jedoch ist aus Projektsicht eine kritische Auseinandersetzung mit der Modellierung des extremen Ereignisses und somit auch der NRW-Arbeitshilfe „Kommunales Starkregenrisikomanagement“, die dieses vorschlägt, notwendig. Grund dafür ist, dass ein ortsunabhängiger Faktor aus fachlicher Sicht fraglich ist.

Verschneidung der klimatischen Einflüsse Starkregen und Hochwasser mit linearen Infrastrukturen

Neben den punktuellen Infrastrukturen werden in Zukunft Verschneidungen mit linearen Infrastrukturen durchgeführt. Darunter fällt der Schienenverkehr als auch Straßen ab Landesstraßen.

Nutzung aktuellerer meteorologische Kenntage bezüglich Hitze und Bezug zum 50. Perzentil

Da es zeitlich aktuellere Kenntage gibt, werden diese als Datengrundlage für die nächste Version verwendet. Außerdem soll synchron zu der Berechnung der Dürreempfindlichkeit des LANUV das 50. Perzentil für beide Klimaszenarien genutzt werden. Somit sind die Projektionen homogener und der schwachen Klimawandel unterscheidet sich stärker von dem Gegenwartsszenario.

Potentialflächenbewertung

Da die Ebene der zukünftigen Sensitivität nur durch die Bevölkerungsprognosen abgebildet werden konnte, wird für das Projektjahr 2022 eine Potentialflächenbewertung angestrebt. Im Zuge dessen sollen Flächen aus den Regionalplänen bezüglich ihrer potenziellen Betroffenheiten durch das Klima und den Klimawandel analysiert werden. Für die Gemeinden entsteht dadurch ein direkter geldwerter Vorteil, da erste (Vor-)Bewertungen von Flächen im Sinne einer klimawandelangepassten Siedlungsentwicklung gegeben werden können. Dabei ist eine Unterscheidung zwischen dem Belang "Klima" (§ 1 Abs. 6 Nr. 7 a BauGB) und "Katastrophenrisiken" (§ 1 Abs. 6 Nr. 7 j BauGB) erforderlich. "Für die Belange des Umweltschutzes nach § 1 Absatz 6 Nummer 7 und § 1a wird eine Umweltprüfung durchgeführt, in der die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen ermittelt werden und in einem Umweltbericht beschrieben und bewertet werden" (§ 2 Abs. 4 BauGB). Durch die Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie in deutsches Recht (Richtlinie 2014/52/EU) ist "eine sorgfältige Auseinandersetzung mit raumplanungsrelevanten Risiken in Planungsprozessen erforderlich" (Greiving 2019).

Datenaufbereitung und -darstellung

Bezüglich der Datenaufbereitung und Datenbereitstellung werden die Darstellungsmöglichkeiten in Tableau und die Bereitstellung der Daten auf kreiseigenen Servern weiter vorangetrieben:

- Mit einigen Kreisen wird über Möglichkeiten der Datenbereitstellung über Tableau online gesprochen
- Mit einigen Kreisen wurde bereits über die Einbindung der Analyseergebnisse in die kreisweiten Geodatenserver gesprochen. Diese Einbindung wird in Zukunft weiter vorangetrieben
- Im Projektjahr 2022 wird über Möglichkeiten der Ergebnisveröffentlichung in dem Fachinformationssystem (FIS) des LANUV diskutiert

Literatur

Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung vom 03. November 2017 (BGBl. I S. 3634), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 08. August 2020 (BGBl. I S. 1728)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) 2019: Bekanntmachung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) über die Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Abgerufen von https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Foerderprogramme/das_foerderbekanntmachung_2019_bf.pdf (zugegriffen am 16.02.2021)

Bundesregierung 2008: Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen

Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in der Fassung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 03. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2694)

Grauthoff, Manfred 2008: Die Klimaanalyse in Zeiten des Klimawandels: Werkzeug zur klimagerechten Stadtplanung. In: Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung SRL E.V. (Hg.): Planerin: Tief durchatmen. Berlin, 10–12

Greiving, Stefan; Arens, Sophie; Becker, Dennis; Fleischhauer, Mark 2018: Improving the Assessment of Potential and Actual Impacts of Climate Change and Extreme Events Through a Parallel Modeling of Climatic and Societal Changes at Different Scales. Journal of Extreme Events . Vol. 04, No. 04

IT.NRW 2020: Bevölkerungsvorausberechnung. Amtliche Statistiken zum Thema: Bevölkerungsvorausberechnung. Abgerufen von <https://www.it.nrw/statistik/gesellschaft-und-staat/gebiet-und-bevoelkerung/bevoelkerungsvorausberechnung> (zugegriffen am 16.02.2021)

MUNLV NRW (Hrsg.) 2018: Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement. Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW. Düsseldorf. Stand November 2018.

Schmitt, T. G. 2016: Ortsbezogene Regenhöhen im Starkregenindexkonzept SRI12 zum Anwendungskontext Risikokommunikation in DWA-M 119. In: Korrespondenz Abwasser, Abfall 2016 (63) Nr. 11

Umweltbundesamt (UBA) 2016a: Klimawirkungsketten. Stand November 2016. eurac research und bosch & partner. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/380/dokumente/klimawirkungsketten_umweltbundesamt_2016.pdf (zugegriffen am 16.02.2021)

Umweltbundesamt (UBA) 2016b: Klimaanpassung in der räumlichen Planung: Starkregen, Hochwasser, Massenbewegung, Hitze, Dürre. Korrigierte Fassung vom 06.02.2020. Dessau-Roßlau

Umweltbundesamt (UBA) 2017: Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen: Empfehlungen der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel der Bundesregierung

Umweltbundesamt (UBA) 2018: Klimaanpassung im Raumordnungs-, Städtebau- und Umweltfachplanungsrecht sowie im Recht der kommunalen Daseinsvorsorge. Grundlagen, aktuelle Entwicklungen und Perspektiven. Dessau-Roßlau, 2018

Umweltbundesamt (UBA) 2019: Umfrage Wirkung der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) für die Kommunen. Teilbericht. Dessau-Roßlau, 2019

Umweltbundesamt (UBA) 2020: Anpassung: Handlungsfeld Bevölkerungs- und Katastrophenschutz. Abgerufen von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-laenderebene/handlungsfeld-bevoelkerungs-katastrophenschutz> (zugegriffen am 02.12.2021)