

Handlungsfeld Infrastruktur

Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit von Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser“

1. Was ist unter dieser Klimawirkung zu verstehen?

Mit der Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit von Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser“ wird der Zusammenhang zwischen Flusshochwassern, die zukünftig häufiger und intensiver auftreten können, und den baulichen Strukturen – hier: Verkehrsinfrastruktur in Form von Straßen und Schienen – beschrieben. Die Karte der Klimawirkungen zeigt, welche Städte und Gemeinden der Region Köln/Bonn (bzw. Stadtbezirke in den kreisfreien Städten) eine stärkere und welche eine weniger starke Betroffenheit gegenüber den Folgen von Hochwasserereignissen haben und wie sich diese Betroffenheit zukünftig im Vergleich zur Gegenwart verändern kann.

2. Wie kommt es in der Region Köln/Bonn zu räumlichen Unterschieden bei dieser Klimawirkung?

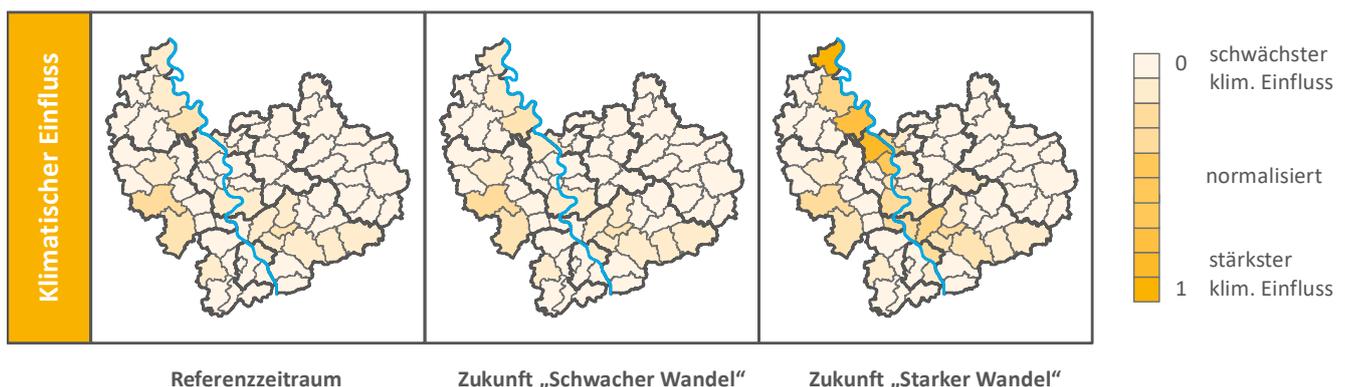
Die Kartensequenz zum klimatischen Einfluss (Abb. 1) zeigt, in welchen Städten, Gemeinden (bzw. Stadtbezirken der kreisfreien Städte) sich mehr und in welchen sich eher weniger potenzielle Überschwemmungsflächen befinden, und zwar für die Gegenwart sowie für zwei Szenarien in der Zukunft (schwacher und starker Wandel). Eine Differenzierung wird in Form von zwei Szenarien von Hochwasserereignissen vorgenommen. Dabei wurde angenommen, dass das Szenario eines zukünftigen schwachen Wandels der gegenwärtigen Situation entspricht. Im Szenario „Schwacher Wandel“ werden daher die Überschwemmungsbereiche eines 100-jährlichen Hochwasserereignisses (HQ_{100}) betrachtet, wobei die auf dieses Bemessungsereignis ausgerichteten Hochwasserschutzeinrichtungen ihre Schutzfunktion entfalten. Um die Bandbreite zukünftiger Entwicklungen abzubilden, wird im Szenario „Starker Wandel“ ein „katastrophales“ Ereignis näherungsweise abgebildet, indem die überschwemmunggefährdeten Bereiche bei

Inhalt:

1. Was ist unter dieser Klimawirkung zu verstehen?
2. Wie kommt es in der Region Köln/Bonn zu räumlichen Unterschieden bei dieser Klimawirkung?
3. Welche Auswirkungen sind für die Region Köln/Bonn bei dieser Klimawirkung zu erwarten?
4. Bedeutung für die räumliche Entwicklung und die Anpassung an den Klimawandel
5. Hintergrundinformation: Welche Eingangsdaten wurden betrachtet?
6. Kennblatt zur Berechnung der Klimawirkung

Stand: August 2018

Abb. 1: Potenzielle Überschwemmungsflächen in der Region Köln/Bonn (vergleichende Darstellung auf Gemeinde-/Stadtbezirksebene) (eigene Darstellung)



einem HQ_{100} dargestellt werden, also die Bereiche, die bei einem Versagen der Hochwasserschutzeinrichtungen potenziell überschwemmt werden könnten. Je dunkler der gelbe Farbton, desto höher ist die Hochwassergefahr.

Bei diesem Handlungsfeld flossen in die Betrachtung der Sensitivität (Abb. 2) zwei Indikatoren ein, die miteinander kombiniert wurden: Der Anteil der Verkehrsinfrastruktur an der Gesamtsiedlungsfläche sowie die Stärke der Berufspendlerströme (Ein- und Auspendler pro Stadt oder Gemeinde). Je dunkler der blaue Farbton, desto mehr und desto intensiver genutzte Verkehrsinfrastruktur befindet sich in der Stadt oder Gemeinde (bzw. bei den kreisfreien Städten im Stadtbezirk).

Die Karten zur Klimawirkung (Abb. 3) ergeben sich aus der Kombination des klimatischen Einflusses (Abb. 1) mit der Sensitivität (Abb. 2). In den Kommunen, in denen eine große Hochwassergefahr besteht und sich gleichzeitig ein hoher Anteil an überschwemmungsgefährdeter Verkehrsinfrastruktur sowie starke Berufspendlerverflechtungen zeigen, ist auch die Klimawirkung am höchsten. Umgekehrt ist die Klimawirkung in den Bereichen am niedrigsten, in denen eine geringe Hochwassergefahr besteht und sich nur wenige überschwemmungsgefährdete Verkehrsinfrastrukturflächen bzw. schwache Pendlerverflechtungen befinden. Je dunkler der violette Farbton, desto stärker ist die Klimawirkung.

Abb. 2: Verkehrsinfrastrukturflächen und Pendlerströme in der Region Köln/Bonn (vergleichende Darstellung auf Gemeinde-/Stadtbezirksebene) (eigene Darstellung)

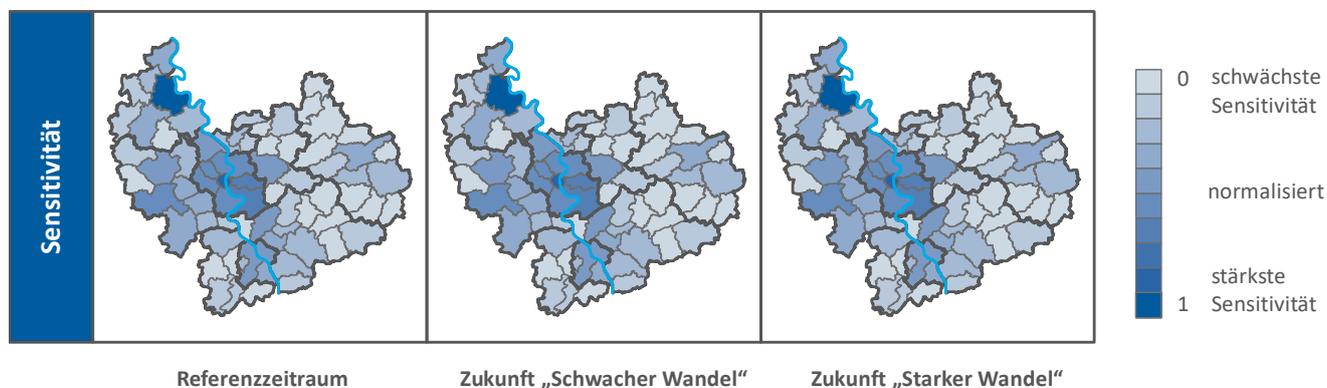
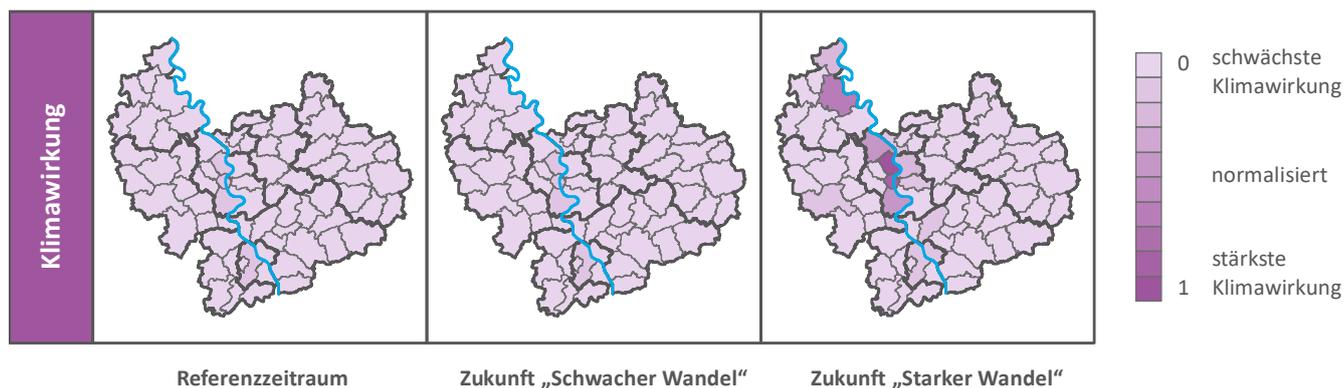


Abb. 3: Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit von Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser“ in der Region Köln/Bonn (vergleichende Darstellung auf Gemeinde-/Stadtbezirksebene) (eigene Darstellung)



3. Welche Auswirkungen sind für die Region Köln/Bonn bei dieser Klimawirkung zu erwarten?

Der Schwerpunkt der potenziellen Überschwemmungsbereiche innerhalb der Region Köln/Bonn liegt in den Städten, Gemeinden und Stadtbezirken der kreisfreien Städte entlang des Rheins. Darüber hinaus gibt es aber auch in den Kommunen entlang der Nebenflüsse, wie z.B. Erft und Sieg, hohe absolute und relative Anteile an Überschwemmungsbereichen. Der klimatische Einfluss ist in diesen Bereichen im Szenario „Starker Wandel“ noch stärker ausgeprägt als im Referenzzeitraum oder im Szenario „Schwacher Wandel“. Für die Sensitivität sind die Veränderungen zwischen der Gegenwart und den beiden Zukunftsszenarien kaum abzulesen. Dies liegt in erster Linie daran, dass mangels Datenverfügbarkeit die Verkehrsinfrastruktur und ihre Nutzungsintensität als statisch angenommen werden musste. Eine hohe Sensitivität in Bezug auf die Verkehrsinfrastruktur besteht zum einen in den Kommunen bzw. Stadtbezirken entlang der Rheinschiene, die über ein dichtes Straßen- und Schienennetz sowie über hohe Berufspendlerzahlen (insb. Einpendler) verfügen. Aber auch jenseits der Rheinschiene treten einige Städte und Gemeinden v.a. aufgrund ihrer hohen Berufspendlerzahlen (insb. Auspendler) deutlich hervor, wie z.B. linksrheinisch Kerpen, Bergheim und Grevenbroich sowie rechtsrheinisch Bergisch Gladbach und Gummersbach. Aus diesem Grund haben Kommunen wie z.B. Kerpen, Neuss oder Gummersbach hohe Sensitivitätswerte. Im Szenario „Schwacher Wandel“, in dem der Hochwasserschutz bis zum 100-jährlichen Hochwasserereignis (HQ₁₀₀) berücksichtigt wird und das der gegenwärtigen Situation entspricht, treten die Kommunen mit den stärkeren Klimawirkungen noch nicht so deutlich hervor. Dagegen zeichnen sich im Szenario „Starker Wandel“ bei einem HQ₁₀₀ im Umgriff der überschwemmungsgefährdeten Bereiche vor allem Kernstädte wie Neuss, Bonn und Köln mit einer starken Betroffenheit von Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser ab. Diese Kernstädte sind v.a. auch durch hohe Berufspendlerzahlen gekennzeichnet.

Kernaussagen zur Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit der Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser“:

- **Klimatischer Einfluss:** Naturgemäß bestehen große Überschwemmungsbereiche entlang des Rheins, sie treten aber auch an den Nebenflüssen Erft und Sieg deutlich hervor.
- **Sensitivität:** Eine hohe Sensitivität besteht sowohl entlang der Rheinschiene als auch – aufgrund des dichten Straßen- und Schienennetzes und der hohen Berufspendlerverflechtungen – in den umliegenden Kommunen (Kerpen, Grevenbroich, Bergisch Gladbach und Gummersbach).
- **Klimawirkung:** Städte, Gemeinden und Stadtbezirke der kreisfreien Städte zwischen Köln und Neuss weisen eine starke Betroffenheit der Klimawirkung auf. Potenziell betroffen sind umliegende Kommunen an den Nebenflüssen des Rheins wie der Erft, Sieg, Wupper und Agger.

4. Bedeutung für die räumliche Entwicklung und die Anpassung an den Klimawandel

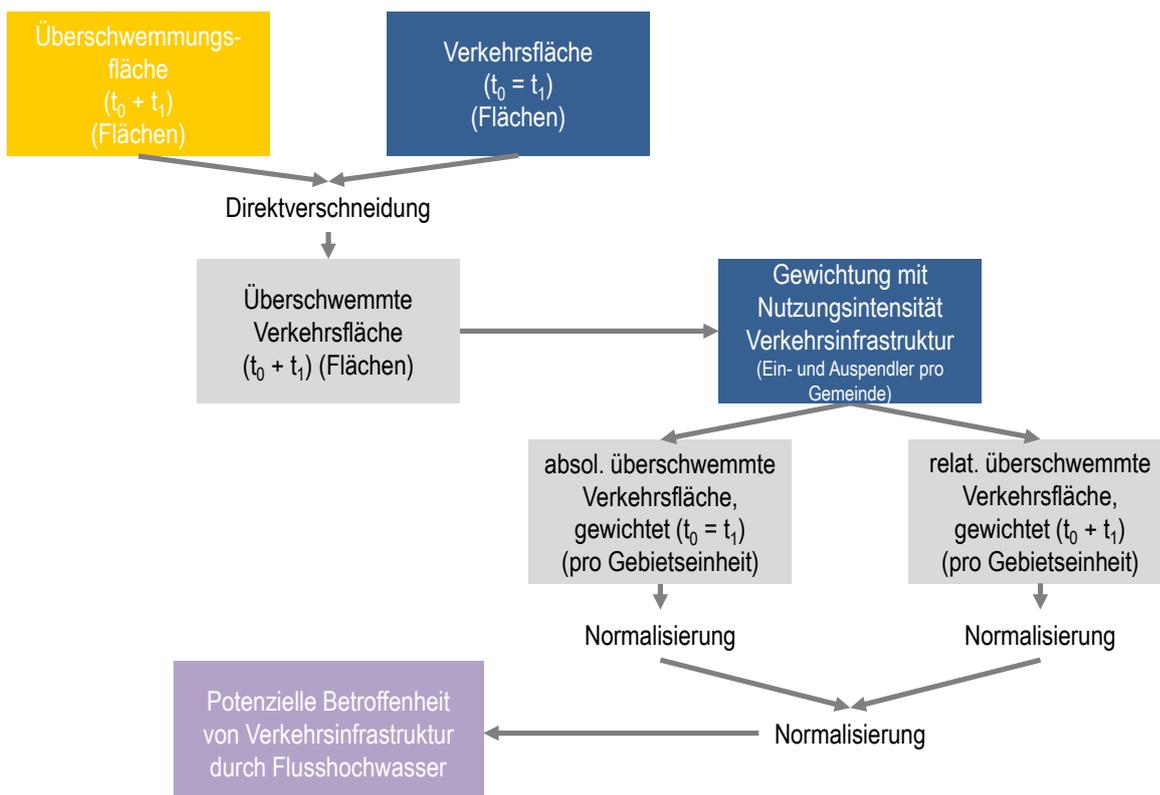
Zielkonflikte entstehen im Spannungsfeld zwischen einerseits der Bündelung von Verkehrsinfrastruktur aus Gründen der Effizienz und des Freiraumschutzes und andererseits zur Erhöhung der Resilienz durch Vorhaltung von Ausweichtrassen, die der Verkehr im Falle einer Störung (z.B. durch einen Hochwasserschaden) nutzen kann. In stark gefähr-

deten Bereichen sollte die Infrastruktur besonders ertüchtigt, oder es sollten Ausweichoptionen vorgesehen werden. Dies gilt vor allem für kritische Verkehrsinfrastruktur, deren Störung auch in weiter entfernt liegenden Bereichen erhebliche Auswirkungen (z.B. für Berufspendler) erzeugen kann. Zudem sollte erwogen werden, auf zusätzliche kritische Infrastruktur (z.B. Verkehrsknoten, bedeutende Umsteigepunkte), die im Ereignisfall besonders vulnerabel sind, in besonders stark betroffenen Bereichen gänzlich zu verzichten.

5. Hintergrundinformation: Welche Eingangsdaten wurden betrachtet?

Zur Berechnung der Klimawirkung wurden verschiedene Eingangsdaten – zum Klima und dessen Änderung sowie zur Sensitivität – in mehreren Rechenschritten miteinander verknüpft. Um unterschiedliche Eingangsgrößen vergleichbar zu machen, wurden sie vor der Durchführung der Rechenschritte normalisiert, d.h. auf einer Skala zwischen 0 und 1 angeordnet. Abbildung 4 zeigt die schematische Verknüpfung der Daten für die Berechnung der Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit von Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser“.

Abb. 4: Schematische Darstellung zur Berechnung der Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit von Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser“ (eigene Darstellung)



Klima und Klimaänderung

Eingangsdaten waren die Überschwemmungsflächen für ein HQ_{100} , die im Rahmen der Gefahrenkarten zur Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie ermittelt wurden. Dieser räumliche Umgriff wurde für die Gegenwart sowie für das Zukunftsszenario „Schwacher Wandel“ angenommen. Für das Szenario „Starker Wandel“ wurden zusätzlich zu den HQ_{100} -Überschwemmungsflächen auch die bei einem HQ_{100} überschwemmungsgefährdeten Bereiche herangezogen.

Bauliche, soziale, ökologische und wirtschaftliche Empfindlichkeit

Für die Sensitivität flossen Daten zur gegenwärtigen Verkehrsfläche (BASIS-DLM-ATKIS-Daten) ein, für die Zukunft wurden die gegenwärtigen Daten als gesetzt angenommen. Folgende Kategorien der Verkehrsinfrastruktur wurden als Grundlage für die verkehrsbezogene Sensitivität verwendet: Straßen der Kategorie I (Bundesautobahn, Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen) sowie Schienenwege der Kategorie I (Bahnstrecke, Eisenbahn, S-Bahn, Stadt- bzw. Straßenbahn, U-Bahn). Die im Falle eines Hochwassers potenziell überschwemmten Flächen wurden direkt mit den Verkehrsflächen verschnitten. Die so ermittelten im Falle eines Hochwassers potenziell überschwemmten Verkehrsflächen wurden schließlich hinsichtlich der Nutzungsintensität (auf Grundlage der Pendlerzahlen der Gemeinden Nordrhein-Westfalens) gewichtet. Die Daten für die Pendlerströme, mit denen die Verkehrsinfrastruktur hinsichtlich ihrer Bedeutung gewichtet wurde, stammen von IT.NRW und beschreiben die gegenwärtigen Aus- und Einpendlerströme für alle Kommunen innerhalb der Region Köln/Bonn.

6. Kennblatt zur Berechnung der Klimawirkung

Klimawirkung	Potenzielle Betroffenheit von Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser
Handlungsfeld	Infrastruktur
Kurzbeschreibung	Die Klimawirkung beschreibt die potenzielle Betroffenheit von Verkehrsinfrastruktur (Schiene und Straße) durch Flusshochwasser
Berechnung der Klimawirkung	Die Klimawirkung wird berechnet, indem die potenziell überschwemmte Verkehrsinfrastrukturfläche jeder Kommune (normalisiert) – gewichtet mit der Nutzungsintensität – mit den normalisierten Werten für die Überflutungsfläche (absolut und relativ) je Kommune multiplikativ verknüpft und anschließend wiederum normalisiert wird.
Klimatischer Einfluss	Überschwemmungsflächen
Quelle(n)	Überschwemmungsflächen HQ_{100} und überschwemmungsgefährdete Bereiche HQ_{100} (HWRM-RL), 2013
Klimaszenario und Ensembles	Gegenwart und Zukunft „Schwacher Wandel“: Überschwemmungsflächen HQ_{100} Zukunft „Starker Wandel“: Zur Abbildung der Zukunft im Szenario „Starker Wandel“ wurde angenommen, dass das gegenwärtige HQ_{100} zusätzlich die Flächen der heutigen überschwemmungsgefährdeten Bereiche umfasst
Zeitbezug	Gegenwart: 2013, Zukunft: Abbildung der Zukunft näherungsweise mithilfe gegenwärtiger Daten (Stand 2013) zu überschwemmungsgefährdeten Gebieten
Raumbezug/Maßstab	Überschwemmungsflächen entlang der Fließgewässer: Vektor
Wertebereich (vor Normalisierung)	Länge der überschwemmten Verkehrsinfrastruktur beim HQ_{100} (Gegenwart und Zukunft „Schwacher Wandel“): 0,003 km (Nürmbrecht) bis 8,385 km (Bad Honnef); beim HQ_{100} überschwemmungsgefährdeter Bereich (Zukunft „Starker Wandel“): 0,015 km (Nürmbrecht) bis 80,882 km (Köln-Nippes)
Skalierung/Berechnungsvorschrift	Mit Hilfe von GIS werden aus den Hochwasserdaten die Gewässerflächen (ALKIS) ausgeschnitten, sodass nur die Überschwemmungsflächen übrig bleiben. Im weiteren Verlauf werden die absoluten sowie relativen Überschwemmungsflächen pro Kommune bzw. Stadtbezirk ermittelt und normalisiert. Anschließend werden die normalisierten relativen und absoluten Werte additiv verknüpft und wiederum normalisiert.

Sensitivität	Infrastrukturflächen
Quelle(n)	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsinfrastruktur: Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) – ATKIS, Stand 2017, Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW • Berufspendler nach Geschlecht 2013-2015, IT NRW
Zeitbezug	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsinfrastruktur: Gegenwart: 2017, Zukunft: statisch • Berufspendler: Gegenwart: 2013-2015, Zukunft: statisch
Raumbezug/Maßstab	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsinfrastruktur: Vektor • Berufspendler: tabellarisch
Wertebereich (vor Normalisierung)	Normalisierter Wert zwischen 0 und 1. Wertebereich der Pendlersumme (Ein- und Auspendler zusammen) zwischen 5.088 (Gemeinde Ruppichteroth) und 93.718 (Stadt Neuss). Wertebereich der Länge der Verkehrsinfrastruktur (Straßen- und Schienenwege) zwischen 16,6 km (Bonn-Hardtberg) und 241,0 km (Stadt Neuss). Die Zahlen beziehen sich auf die Städte und Gemeinden bzw. in den kreisfreien Städten Köln, Bonn und Leverkusen auf die Stadtbezirke.
Skalierung/Berechnungsvorschrift	Erstellung von Vektordaten zu Straßen und Schienen in der Region Köln Bonn. Berechnung sowohl der Fläche als auch der Länge der potenziell überschwemmten Infrastruktur. Beide Werte werden normalisiert und additiv miteinander verknüpft. Die Werte werden nochmals normalisiert, womit die Infrastruktur-Komponente der Sensitivität berechnet ist. Für die Berechnung der Pendler-Komponente werden die Ein- und Auspendler für jede Gemeinde aufsummiert, wobei für Köln, Leverkusen und Bonn jeweils durch die Anzahl der Stadtbezirke geteilt wird. Anschließend werden die aufsummierten Pendlerdaten normalisiert. Nun wird der normalisierte Infrastrukturwert mit dem normalisierten Pendlerwert abermals additiv verknüpft und wiederum normalisiert.
Bemerkungen	<p>Folgende Kategorien des Basis-DLM gelten als Verkehrsinfrastruktur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Straßen der Kategorie I: (42002), Bundesautobahn (1301), Bundesstraße (1303), Landesstraße (1305), Kreisstraße (1306), Gemeindestraße (1307) • Bahnstrecke der Kategorie I: (42014), Eisenbahn (1100), S-Bahn (1104), Stadtbahn (1200), Straßenbahn (1201), U-Bahn (1202)
Literaturhinweise	-

Wer sind die Ansprechpartner für die regionale Klimawandelvorsorgestrategie?

Koordiniert durch

Region Köln/Bonn e.V.

Rheingasse 11, 50676 Köln
www.region-koeln-bonn.de

Kontakt: Joris Allofs
Tel.: 0221/925477-64
allofs@region-koeln-bonn.de

Die regionale Klimawandelvorsorgestrategie wird von einem regionalen Lenkungskreis begleitet. Die Mitglieder sind:

- Dr. Joachim Bauer, Stadt Köln
- Joachim Helbig, Bundesstadt Bonn
- Anne Hölzer, Rheinisch-Bergischer Kreis
- Dr. Mehmet Sarikaya, Rhein-Sieg-Kreis

Bearbeitet von

plan + risk consult Prof. Dr. Greiving & Partner
www.plan-risk-consult.de

Kontakt: Prof. Dr. Stefan Greiving, Dr. Mark Fleischhauer
greiving@plan-risk-consult.de, fleishhauer@plan-risk-consult.de

Bearbeitung: Prof. Dr. Stefan Greiving, Dr. Mark Fleischhauer, Madeleine Kirstein, Marius Lüke, Florian Hurth

agl Hartz · Saad · Wendl, Landschafts-, Stadt- und Raumplanung
www.agl-online.de

Kontakt: Andrea Hartz, Sascha Saad
andreahartz@agl-online.de, saschasaad@agl-online.de

Bearbeitung: Andrea Hartz, Sascha Saad, Stephanie Bächle, Eva Lichtenberger



Foto rechts: Region Köln/Bonn e.V., Fotograf: Ralf Schuhmann

www.klimawandelvorsorge.de

Koordiniert durch

REGION KÖLN BONN

Bearbeitet von



plan + risk consult
Ingenieurgesellschaft für Raumplanung
und Umweltforschung



agl Hartz · Saad · Wendl
Landschafts-, Stadt- und Raumplanung



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW

Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

Das Projekt wird gefördert durch den EFRE NRW und kofinanziert vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Eigenanteile werden vom Region Köln/Bonn e.V. erbracht.