



Handlungsfeld Siedlung

Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen durch Flusshochwasser“

1. Was ist unter dieser Klimawirkung zu verstehen?

Mit der Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen durch Flusshochwasser“ wird der Zusammenhang zwischen Flusshochwassern, die zukünftig häufiger und intensiver auftreten können, und den baulichen Strukturen – hier: insbesondere die in den Wohnsiedlungsbereichen vorhandenen Wohngebäude – 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?

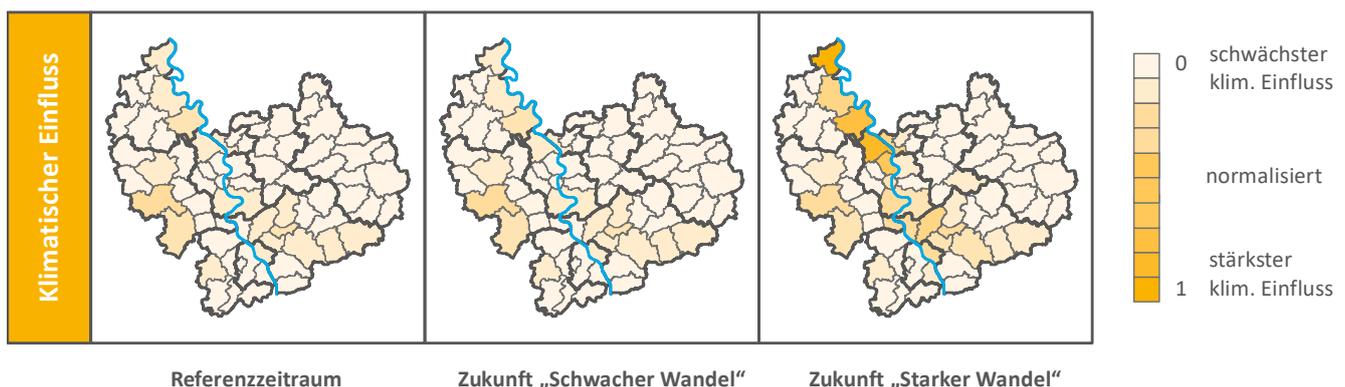
Die Kartensequenz zum klimatischen Einfluss (Abb. 1) zeigt, in welchen Kommunen bzw. Stadtbezirken sich mehr und in welchen sich eher weniger potenzielle Überschwemmungsflächen befinden, und zwar für die Gegenwart sowie für zwei Szenarien in der Zukunft (schwacher und starker Wandel). Eine Differenzierung 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 bei einem HQ_{100} überschwemmungsgefährdeten Bereiche dargestellt werden,

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)



also die Bereiche, die bei einem Versagen der Hochwasserschutzanlagen potenziell überschwemmt werden könnten. Je dunkler der gelbe Farbton, desto höher ist die Hochwassergefahr.

Die Kartensequenz zur Sensitivität (Abb. 2) verdeutlicht, wie empfindlich die Städte und Gemeinden sind, in diesem Fall also, ob sich in einer Kommune eher viele oder – im Vergleich zu anderen – eher wenige Wohnsiedlungsflächen befinden. Je dunkler der blaue Farbton, desto mehr Wohnsiedlungsflächen befinden sich in der Stadt oder Gemeinde (bzw. bei den kreisfreien Städten im Stadtbezirk). Mit der Wohnsiedlungsfläche wird die Anzahl der Wohngebäude näherungsweise ausgedrückt, wobei zu beachten ist, dass die Wohnsiedlungsfläche in ländlichen Bereichen eine geringere Wohngebäudedichte aufweist.

Die Karten zur Klimawirkung (Abb. 3) ergeben sich aus der Kombination des klimatischen Einflusses (Abb. 1) mit der Sensitivität (Abb. 2). In den Gemeinden, in denen eine größere Hochwassergefahr besteht und sich gleichzeitig ein großer Anteil an Wohnsiedlungsflächen (in überschwemmungsgefährdeten Bereichen) befindet, ist auch die Klimawirkung stärker. Umgekehrt ist die Klimawirkung in den Bereichen schwächer, in denen eine geringe Hochwassergefahr besteht und sich nur ein geringer Anteil an Wohnsiedlungsflächen (in überschwemmungsgefährdeten Bereichen) befindet. Je dunkler der violette Farbton, desto stärker ist die Klimawirkung.

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

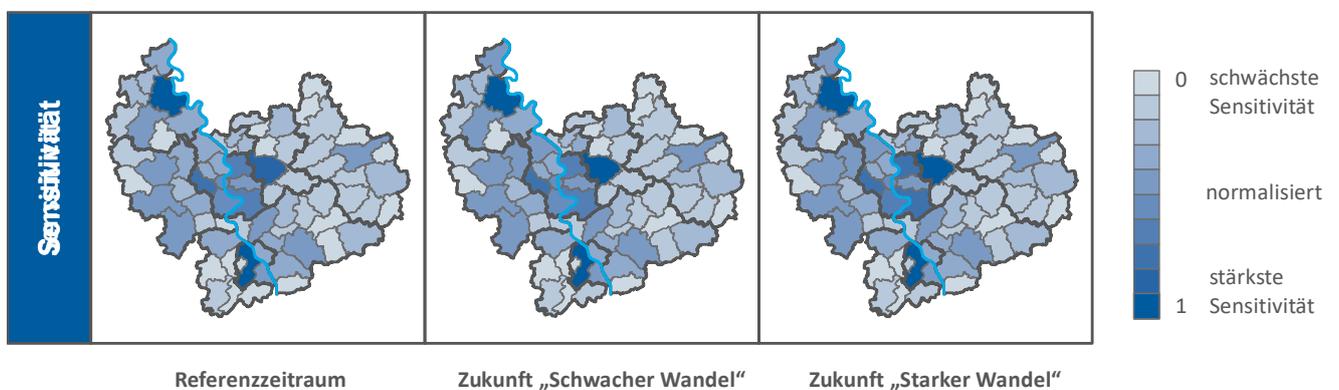
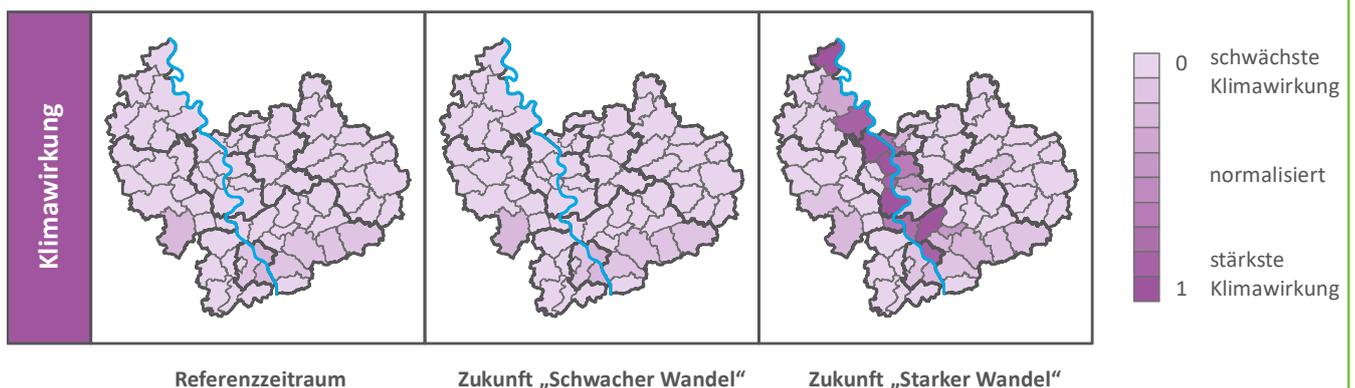


Abb. 3: Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen durch Flusshochwasser“ in der Region Köln/Bonn (vergleichende Darstellung auf Gemeinde-/Stadtbezirksebene) (eigene Darstellung)



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

Der Schwerpunkt der potenziellen Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen innerhalb der Region Köln/Bonn liegt in den Städten, Gemeinden und Stadtbezirken der kreisfreien Städte entlang des Rheins. Darüber hinaus besteht auch entlang der Nebenflüsse des Rheins, wie z. B. Erft und Sieg, eine relativ hohe Betroffenheit bei dieser Klimawirkung. Die klimatischen Einflüsse sind hier vor allem im Szenario „Starker Wandel“ noch stärker ausgeprägt als im Referenzzeitraum oder im Szenario „Schwacher Wandel“. Die Sensitivität der Wohnsiedlungsbereiche (Wohnsiedlungsfläche und deren -dichte) in der Region Köln/Bonn ist entlang der Rheinschiene besonders hoch, wobei sich hier insbesondere die Kernstädte sowie die Kommunen mit hohem Wohnsiedlungsflächenanteil deutlich abzeichnen. Dies sind gleichzeitig auch die Teilbereiche der Region, in denen ein weiteres Bevölkerungswachstum zukünftig zu einer Erhöhung der Sensitivität führt. Im Szenario „Schwacher Wandel“, in dem der Hochwasserschutz bis zum 100-jährlichen Hochwasserereignis (HQ_{100}) berücksichtigt ist, treten vor allem Kommunen an Flussabschnitten mit geringerem Hochwasserschutz hervor; dies sind insbesondere Abschnitte an der Erft, der Sieg sowie am Rhein bei Bonn-Beuel und Königswinter. Beim Szenario „Starker Wandel“ werden die bei einem HQ_{100} überschwemmunggefährdeten Bereiche (also auch die Bereiche „hinter den Deichen“) betrachtet. In diesem Fall treten vor allem die dicht besiedelten Städte, Gemeinden und Stadtbezirke aufgrund der dort potenziell hohen Schäden deutlich hervor; diese liegen überwiegend am Rhein, aber auch an Erft und Sieg.

Kernaussagen zur Klimawirkung „Potenzielle Schäden in Wohnsiedlungsbereichen 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 ist entlang der Rheinschiene zu erkennen; dies liegt in der großen Menge an Wohnsiedlungsflächen in den dicht besiedelten Städten, Gemeinden und Stadtbezirken der kreisfreien Städte begründet.
- **Klimawirkung:** Bei schwachem Wandel treten Klimawirkungen entlang von Sieg, Erft und am Rhein in Bonn und im Rhein-Sieg-Kreis auf. Bei starkem Wandel treten vor allem am Rhein hohe Klimawirkungen auf. Die Gemeinden entlang Erft und Sieg sind ebenfalls deutlich betroffen.

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

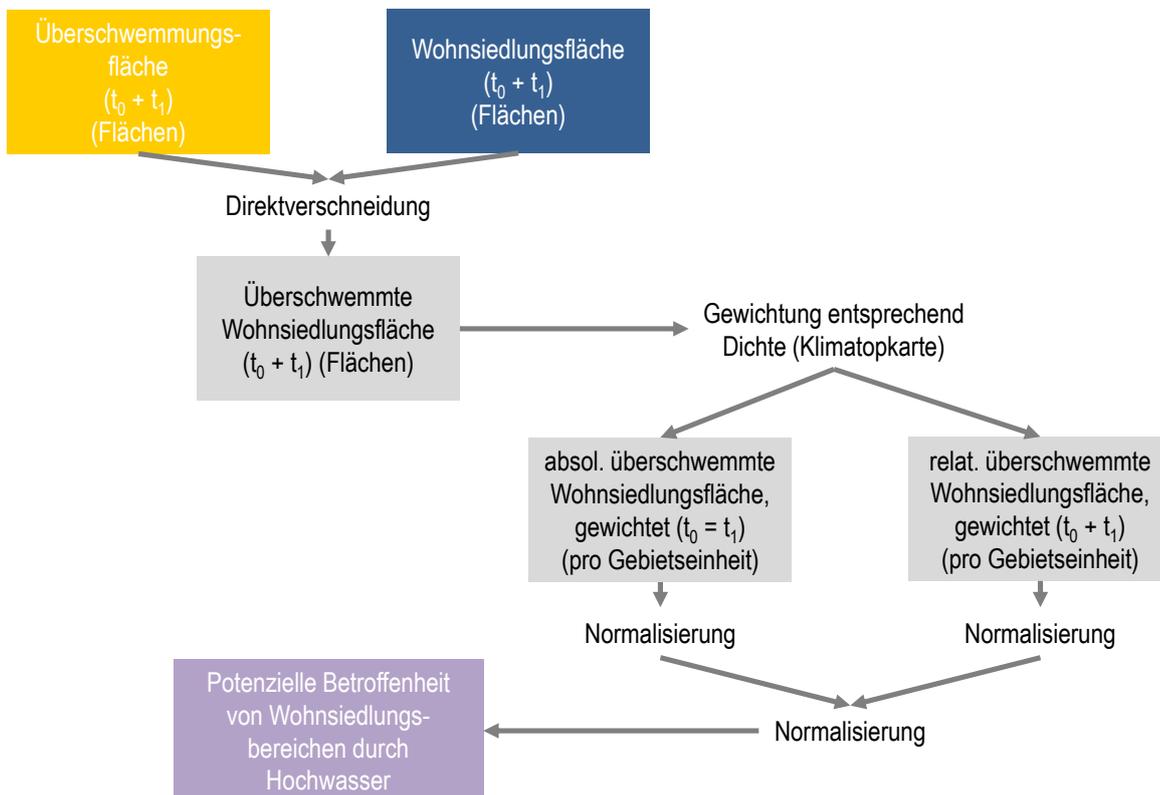
Erkennbar ist der bekannte Zielkonflikt zwischen Innenentwicklung und der Anpassung an den Klimawandel: So kann es sein, dass Quartiere, die für eine Nachverdichtung in Betracht kommen, durch Überschwemmungsgefahr bei einem HQ_{100} geprägt sind oder in überschwemmungsgefährdeten Bereichen liegen. Es kann jedoch angenommen werden, dass im Zuge des Klimawandels die Gefahr von Überschwemmungsereignissen ansteigt. Daraus können im Falle einer weiteren baulichen Verdichtung und Ausweitung von Siedlungsbereichen höhere Schäden resultieren. Kommt es hier zu einem Anstieg der Schadenspotenziale, ist im Versagensfall der Hochwasserschutzanlagen mit zusätzlichen Schäden zu rechnen, zumal sich die Bevölkerung hinter Hochwasserschutz-

einrichtungen (Schutzmauern, Deiche) in der Regel sicher fühlt und daher keine oder nur wenige eigene Vorsorgemaßnahmen ergreift. Folglich sollte bei Nachverdichtungen in überschwemmungsgefährdeten Bereichen hinter Hochwasserschutzanlagen Bauvorsorge zwingend zur Auflage gemacht werden. Zudem ist zu erwägen, in diesen Bereichen auf zusätzliche kritische Infrastruktur, die im Ereignisfall besonders vulnabel ist bzw. Evakuierungsfordernisse auslöst (Krankenhäuser, Schulen, Altenheime etc.), in besonders stark gefährdeten Bereichen gänzlich zu verzichten.

5. Hintergrundinformation: Welche Eingangsdaten wurden betrachtet?

Zur Berechnung der Klimawirkung wurden verschiedene Eingangsdaten – zum Klima und dessen Änderung sowie zur Empfindlichkeit – 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 Wohnsiedlungsbereichen durch Flusshochwasser“.

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



Klima und Klimaänderung

Eingangsdaten waren die Überschwemmungsflächen für ein HQ_{100} (100-jährliches Hochwasser, d.h. ein Hochwasser, das statistisch gesehen einmal in 100 Jahren auftritt), die im Rahmen der Gefahrenkarten zur Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie ermittelt wurden. Dieser räumliche Umgriff wurde für die Gegenwart sowie für das Zukunftsszenario des schwachen Wandels angenommen. Für das Zukunftsszenario des starken Wandels wurden zusätzlich zu den HQ_{100} -Überschwemmungsflächen auch die überschwemmungsgefährdeten Bereiche bei einem HQ_{100} herangezogen.

Bauliche, soziale, ökologische und wirtschaftliche Empfindlichkeit

Für die Sensitivität flossen Daten zur gegenwärtigen (ATKIS-Daten) und zukünftigen (Ergebnisse des Siedlungsentwicklungsmodells) Wohnsiedlungsfläche auf Gemeindeebene ein. Diese wurden zur Betrachtung der Klimawirkung direkt mit den Überschwemmungsbereichen verschnitten. Die so ermittelten, im Falle eines Hochwassers potenziell überschwemmten Flächen, wurden schließlich hinsichtlich der Wohnsiedlungsdichte (auf Grundlage der Klimatopkarte Nordrhein-Westfalen) gewichtet. Die Klimatopkarte differenziert auf Basis von Flächennutzungen und vorhandenen Klimaanalysen das Siedlungs- und Freiraumklima nach Klimatopen (z.B. Innenstadtklima, Stadtrandklima) und bildet somit auch die stadtklimarelevante Siedlungsdichte ab.

6. Kennblatt zur Berechnung der Klimawirkung

Klimawirkung	Potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen durch Flusshochwasser
Handlungsfeld	Siedlung
Kurzbeschreibung	Die Klimawirkung beschreibt die potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen und insbesondere der vorhandenen Wohngebäude durch das Auftreten von Flusshochwasser
Berechnung der Klimawirkung	Die Klimawirkung wird berechnet, indem die potenziellen Überschwemmungsflächen für jede Gemeinde ermittelt und anschließend normalisiert werden. Im Anschluss werden sie mit den Dichtewerten (normalisiert), die für jede Gemeinde errechnet wurden (Grundlage: Gewichtung von Wohn- und Mischbauflächen auf Basis der Klimatopkarte Nordrhein-Westfalen) multiplikativ verknüpft. Das Produkt der beiden normalisierten Werte wird im Anschluss nochmals normalisiert.
Bemerkungen	Die Wohn- und Mischbauflächen werden je nach ihrer Lage in der Klimatopkarte bei der Flächenberechnung gewichtet.
Klimatischer Einfluss	Überschwemmungsflächen
Quelle(n)	Überschwemmungsflächen HQ_{100} / überschwemmungsgefährdete Bereiche HQ_{100} (HWRM-RL), Stand 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 mithilfe gegenwärtiger Daten (Stand 2013) zu überschwemmungsgefährdeten Bereichen
Raumbezug/Maßstab	Überschwemmungsflächen entlang der Fließgewässer: Vektor
Wertebereich (vor Normalisierung)	Überschwemmte Wohnsiedlungsfläche beim HQ_{100} (schwacher Wandel): 0,002 ha (Wermelskirchen) bis 88,248 ha (Erfstadt); beim HQ_{100} überschwemmungsgefährdeter Bereich (starker Wandel): 0,002 ha (Wermelskirchen) bis 381,699 ha (Meerbusch)
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. bei den kreisfreien Städten pro Stadtbezirk ermittelt und normalisiert. Anschließend werden die normalisierten relativen und absoluten Werte additiv verknüpft und wiederum normalisiert.

Sensitivität	Wohnsiedlungsflächen
Quelle(n)	<ul style="list-style-type: none"> • Wohn- und Mischflächen: Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) – ATKIS, Stand 2017, Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW • Gemeindemodellrechnung 2014 bis 2040 - Basis -, IT.NRW • Wohnsiedlungsmodell für die Region Köln/Bonn 2017, plan + risk consult
Zeitbezug	Gegenwart: 2017, Zukunft: Veränderungen gemäß dem im Rahmen der Klimawandelvorsorgestrategie entwickelten Wohnsiedlungsmodell für die Region Köln/Bonn bis 2035
Raumbezug/Maßstab	<ul style="list-style-type: none"> • Wohn- und Mischflächen: Vektor • Gemeindemodellrechnung: tabellarisch • Wohnsiedlungsmodell: Rasterzellen, Größe 100 x 100 m
Wertebereich (vor Normalisierung)	<p>Wohnsiedlungsfläche Gegenwart: 463,5 ha (Bonn-Hardtberg) bis 2.450,7 ha (Bergisch Gladbach)</p> <p>Modellergebnisse Veränderung Gegenwart/Zukunft: 0,0 ha (Köln-Innenstadt) bis +83,4 ha (Köln-Rodenkirchen) beim für das Szenario „Schwacher Wandel“ angenommenen geringeren Flächenverbrauch und 0,0 ha (Köln-Innenstadt) bis +150,4 ha (Köln-Porz) beim für das Szenario „Starker Wandel“ angenommenen höheren Flächenverbrauch</p>
Skalierung/Berechnungsvorschrift	<p>(1) Zukünftiger Flächenbedarf pro Gemeinde: Berechnung der gegenwärtigen Wohnsiedlungsfläche pro Einwohner für jede Untersuchungseinheit, wobei Mischflächen mit 50% gezählt werden. Multiplikation mit zusätzlicher Einwohnerzahl bis 2035 ergibt „grundsätzlichen zusätzlichen Flächenbedarf“ für die Zukunft.</p> <p>(2) Abbildung unterschiedlicher Szenarien: Szenario „geringerer Flächenverbrauch“ für das Klimawirkungsszenario „Schwacher Wandel“ (stärkere Innenentwicklung, 50% des „grundsätzlichen zukünftigen Flächenbedarfs“ wird in bislang noch nicht bebauten Bereichen realisiert) und Szenario „höherer Flächenverbrauch“ für das Klimawirkungsszenario „Starker Wandel“ (weniger starke Innenentwicklung, 75% des „grundsätzlichen zukünftigen Flächenbedarfs“ wird in bislang noch nicht bebauten Bereichen realisiert). Annahme: Auch bei schrumpfenden Gemeinden zukünftig leichter zusätzlicher Flächenverbrauch (0,67 bzw. 1,00 % der gegenwärtigen Wohnsiedlungsflächen).</p> <p>(3) Flächenallokation: Wohnsiedlungsflächenwachstum kann nur in „Positivflächen“ stattfinden (im Regionalplan festgelegte Allgemeine Siedlungsbereiche [ASB], i.d.R. landwirtschaftliche Flächen), Ausschlussflächen sind z.B. Flächen, die keine landwirtschaftlichen Flächen sind oder Bereiche entlang von Hochspannungsleitungen (100 Meter), im Szenario „geringerer Flächenverbrauch“ (stärkere Innenentwicklung) zudem Landschaftsschutzgebiete und Wasserschutzgebiete der Zone 2.</p> <p>(4) Flächenzuordnung: Aus den prinzipiell bebaubaren Flächen werden Rasterzellen in 1 ha Größe erstellt. Für jede Zelle wird die Distanz zur nächsten Wohnbebauung bestimmt. Zellen einer Untersuchungseinheit werden, beginnend mit der geringsten Distanz, so lange aufgefüllt, bis der Flächenbedarf für das jeweilige Szenario gedeckt ist.</p>
Literaturhinweise	
<p>BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2011: 30-ha-Ziel realisiert: Konsequenzen des Szenarios Flächenverbrauchsreduktion auf 30 ha im Jahr 2020 für die Siedlungsentwicklung. BMVBS Forschungen, Heft 148. Berlin</p> <p>Distelkamp, Martin 2009: PANTA RHEI REGIO: Ein Modellsystem zur Projektion der künftigen Flächeninanspruchnahme in Deutschland und zur Folgenabschätzung fiskalischer Maßnahmen. gws Discussion Paper, Nr. 2009/7. Osnabrück, Stuttgart</p> <p>Distelkamp, Martin; Mohr, Katharina; Siedentop, Stefan; Ulrich, Philip 2011: Supplement zur Veröffentlichung : "30-ha-Ziel realisiert": Konsequenzen des Szenarios Flächenverbrauchsreduktion auf 30 ha im Jahr 2020 für die Siedlungsentwicklung. BMVBS Forschungen, Heft 148. Osnabrück, Stuttgart</p> <p>Hilferink, Maarten; Rietveld, Piet 1999: LAND USE SCANNER: An integrated GIS based model for long term projections of land use in urban and rural areas. In: Journal of Geographical Systems, Jg. 1, H. 2: 155–177</p> <p>Hoymann, Jana; Goetzke, Roland 2014: Die Zukunft der Landnutzung in Deutschland – Darstellung eines methodischen Frameworks. In: Raumforschung und Raumordnung, Jg. 72, H. 3: 211–225</p>	

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

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, fleischhauer@plan-risk-consult.de

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

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

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.