

Handlungsfeld Siedlung

Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen durch Sturzfluten“

1. Was ist unter dieser Klimawirkung zu verstehen?

Mit der Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen durch Sturzfluten“ wird der Zusammenhang zwischen Sturzfluten, verursacht durch Starkregenereignisse, und den baulichen Strukturen – hier: v.a. die in den Wohnsiedlungsbereichen vorhandenen Wohngebäude – beschrieben. Starkregenereignisse sind deshalb so problematisch, da sie an jedem beliebigen Ort auftreten, gleichzeitig aber nur sehr kurzfristig vorhergesagt werden können. Sturzfluten, die aufgrund von Geländeneigungen entstehen, verursachen durch erhöhte Fließgeschwindigkeiten insbesondere an Wohnsiedlungsbereichen in Hanglagen hohe Schäden. In ungeschützten Bereichen sind neben hohen Sachschäden auch Personenschäden jederzeit möglich. 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 Starkregenereignissen und damit verbundenen Sturzfluten in ihren Wohnsiedlungsbereichen aufweisen 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?

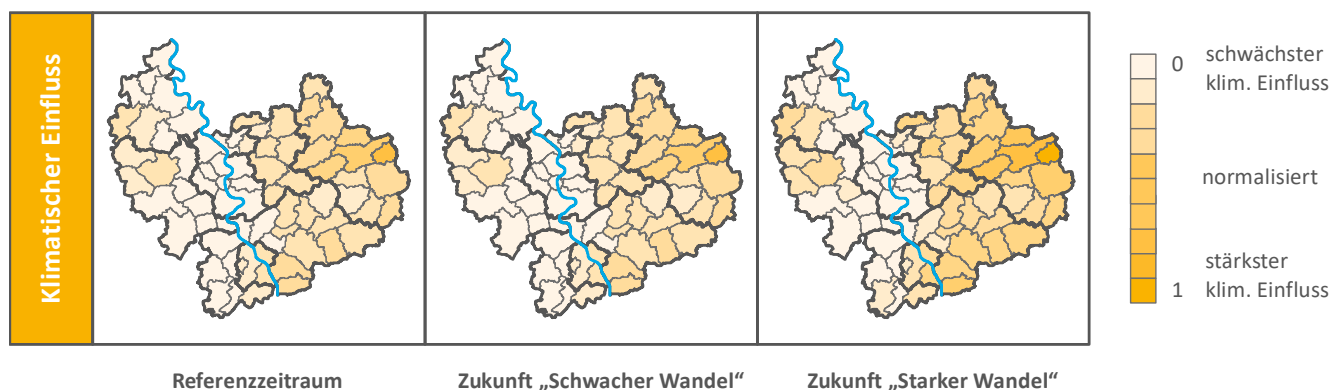
Die Kartensequenz zum klimatischen Einfluss (Abb. 1) zeigt, in welchen Städten und Gemeinden (bzw. Stadtbezirken der kreisfreien Städte) das Sturzflutpotenzial höher und in welchen geringer ist, und zwar für die Gegenwart sowie für zwei Szenarien in der Zukunft (schwacher und starker Wandel), wobei das Szenario „Schwacher Wandel“ dem der Gegenwart entspricht und das Szenario „Starker Wandel“ von einer Zunahme der Häufigkeit von Starkregenereignissen ausgeht. Das Sturzflutpotenzial ist eine aus Star-

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: Sturzflutpotenzial in der Region Köln/Bonn (vergleichende Darstellung auf Gemeinde-/Stadtbezirksebene)
(eigene Darstellung)



regendaten und der Geländeneigung zusammengesetzte Größe. Je dunkler der gelbe Farbton, desto höher ist das Sturzflutpotenzial.

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 Kommunen, in denen ein hohes Sturzflutpotenzial besteht und sich gleichzeitig ein großer Anteil an Wohnsiedlungsflächen befindet, ist auch die Klimawirkung hoch. Umgekehrt ist die Klimawirkung in den Bereichen schwächer, in denen ein geringes Sturzflutpotenzial besteht und sich weniger Wohnsiedlungsflächen befinden. 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)

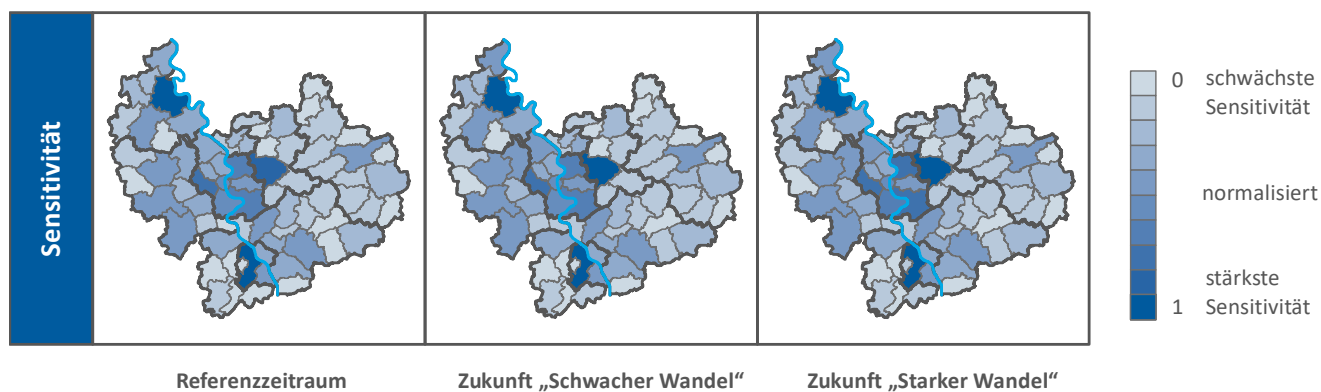
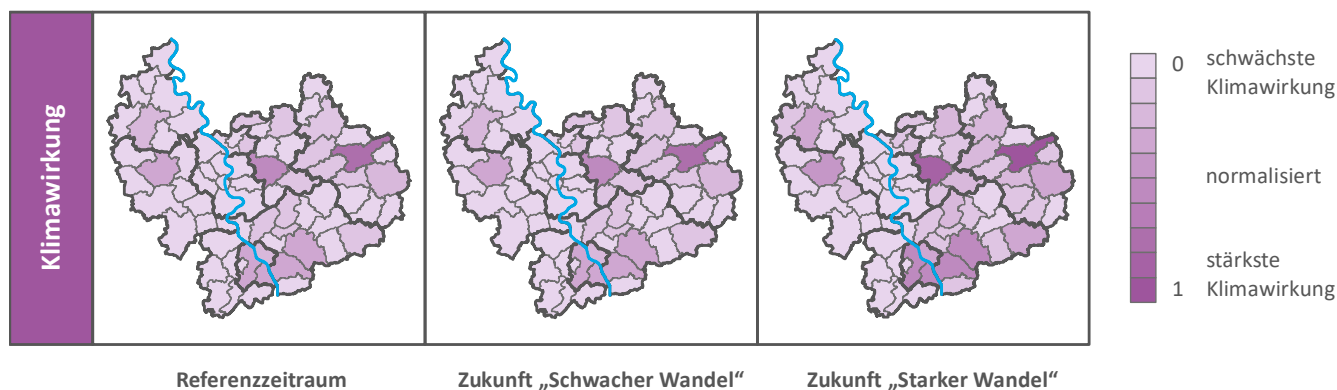


Abb. 3: Klimawirkung „Potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen durch Sturzfluten“ in der Region Köln/Bonn
(vergleichende Darstellung auf Gemeinde-/Stadtbezirksebene) (eigene Darstellung)



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

Der Schwerpunkt der potenziellen Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen durch Sturzfluten liegt in den Kommunen bzw. Stadtbezirken der Region Köln/Bonn, die einerseits eine bewegte Topographie und andererseits eine hohe Dichte an Wohnsiedlungsflächen aufweisen. Die Ausprägung des Sturzflutpotenzials ist im Zukunftsszenario „Starker Wandel“ aufgrund des angenommenen Klimaaufschlags stärker als in der Gegenwart und im Szenario „Schwacher Wandel“. In der Kartensequenz zum klimatischen Einfluss treten vor allem die Kommunen im Bergischen Land deutlich hervor, da dort stärkere Geländeneigungen (Gefälle) vorherrschen, gleichzeitig aber auch häufigere und stärkere Niederschläge auftreten können. In den linksrheinischen Gemeinden mit Braunkohlentagebau trägt die stärkere Geländeneigung ebenfalls zu einem höheren Sturzflutpotenzial bei, was bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten ist. Die Sensitivität der Wohnsiedlungsbereiche (Wohnsiedlungsfläche und -dichte) in der Region Köln/Bonn ist entlang der Rheinschiene besonders hoch, wobei sich hier insbesondere die Kernstädte sowie die Gemeinden 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. Demzufolge zeigt das Szenario „Starker Wandel“ in der Darstellung der Klimawirkung eine stärkere Betroffenheit im Vergleich zum Szenario „Schwacher Wandel“ bzw. der gegenwärtigen Situation. Da es in Zukunft zu deutlich mehr Starkregenereignissen kommen kann, kann auch die Gefahr von Sturzfluten in der Region Köln/Bonn zunehmen. Aufgrund der Verteilung von Sturzflutpotenzial und Wohnsiedlungsbereichen ist die Klimawirkung zwischen der Rheinschiene und dem Bergischen Land und insbesondere im Rhein-Sieg-Kreis sowie in einzelnen Städten und Gemeinden im Bergischen Land am höchsten. Einschränkend ist zu erwähnen, dass die Analyseergebnisse grundsätzlich keine flächenscharfen Aussagen in Bezug auf Siedlungsbereiche zulassen, sondern nur ein Gesamtpotenzial je Gebietskörperschaft ermittelt wird.

Kernaussagen zur Klimawirkung „Potenzielle Schäden in Wohnsiedlungsbereichen durch Sturzfluten“:

- **Klimatischer Einfluss:** Das Sturzflutpotenzial ist vor allem im Bergischen Land vergleichsweise hoch, da wegen der vorhandenen Reliefenergie mit hohen Fließgeschwindigkeiten zu rechnen ist, die über den Geschiebetransport zu strukturellen Gebäudeschäden und damit zu Lebensrisiken führen können.
- **Sensitivität:** Eine hohe Sensitivität besteht entlang der Rheinschiene aufgrund der großen Menge an Wohnsiedlungsflächen in den dicht besiedelten Städten und Gemeinden (bzw. Stadtbezirken der kreisfreien Städte).
- **Klimawirkung:** Die Betroffenheit ist zwischen der Rheinschiene und dem Bergischen Land, insbesondere im Rhein-Sieg-Kreis, sowie in einzelnen Städten und Gemeinden im Bergischen Land am höchsten.

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

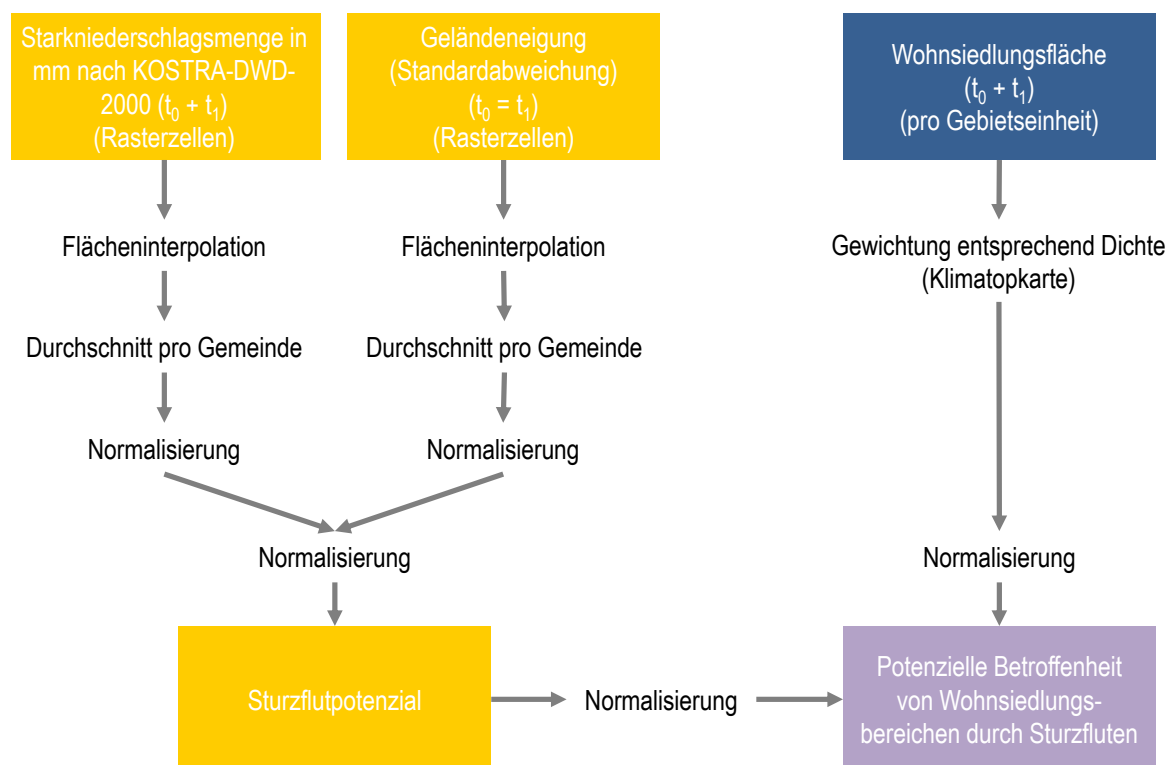
Wichtig beim Umgang mit dieser Klimafolge ist es, auf kommunaler Ebene kleinräumige Niederschlags-Abfluss-Modellierungen durchzuführen, um Fließwege und Senken identifizieren zu können. Diese sind mit den bestehenden bzw. geplanten Flächennut-

zungen bzw. Infrastrukturen zu verschneiden, um (Hoch-)Risikobereiche identifizieren zu können. In der Bauleitplanung sollten zudem Notwasserwege und Flächen (wie öffentliche Grünflächen, Parkplätze etc.) festgelegt werden, auf denen oberflächlich abfließendes Niederschlagswasser schadensarm zwischengespeichert werden kann. Damit ließen sich bei Extremniederschlägen auftretende Kapazitätsengpässe in Kanalisation und Rückhaltebecken reduzieren. Des Weiteren sollten Städte und Gemeinden ihre Bevölkerung, vor allem Hauseigentümer, für die Gefahren durch Starkregen sensibilisieren, da in gefährdeten Bereichen neben kommunalen Schutzmaßnahmen zwingend auch private Schutzmaßnahmen erforderlich sind.

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 Wohnsiedlungsbereichen durch Sturzfluten“.

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



Klima und Klimaänderung

Eingangsdaten für die Berechnung des klimatischen Einflusses waren die über den Deutschen Wetterdienst (DWD) zur Verfügung stehenden Starkregenspenden nach KOSTRA-DWD 2000 sowie die mithilfe des Digitalen Geländemodells (DGM) ermittelte Geländeneigung. Diese Daten wurden vor der Verrechnung mit den Wohnsiedlungsflächen zum Sturzflutpotenzial verknüpft (s. Abb. 4).

Bauliche, soziale, ökologische und wirtschaftliche Empfindlichkeit

Für die Sensitivität flossen Daten zur gegenwärtigen (ATKIS-Daten) und zukünftigen (Ergebnisse des Siedlungsentwicklungsmodells) Wohnsiedlungsfläche auf Gemeinde- bzw. Stadtbezirksebene ein.

6. Kennblatt zur Berechnung der Klimawirkung

Klimawirkung	Potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen durch Sturzfluten
Handlungsfeld	Siedlung
Kurzbeschreibung	Die Klimawirkung beschreibt die potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungsbereichen und insbesondere der vorhandenen Wohngebäude durch das Auftreten von Sturzfluten (extreme örtlich begrenzte Starkregenereignisse).
Berechnung der Klimawirkung	Die Klimawirkung wird berechnet, indem die Wohnsiedlungsfläche pro Gebietseinheit mit dem Sturzflutpotenzial nach vorheriger Normalisierung multiplikativ verknüpft wird.
Klimatischer Einfluss	Sturzflutpotenzial
Quelle(n)	- Starkregendaten: KOSTRA-DWD-Daten-2000, Deutscher Wetterdienst - Geländeneigung: DGM – Digitales Geländemodell NRW, Stand 2017, Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW
Klimaszenario und Ensembles	- Starkregendaten: Gegenwart und Zukunft „Schwacher Wandel“: Dauerstufe D = 24 h, Jährlichkeit T = 100 a; Zukunft „Starker Wandel“: Klimazuschlag von 10% auf gegenwärtige Werte - Geländeneigung: statisch; Wert der Gegenwart wird auch für die Zukunft verwendet
Zeitbezug	- Starkregendaten: Werte für die Gegenwart und Zukunft „Schwacher Wandel“ aus Messergebnissen 1951-2000; Zukunft „Starker Wandel“: gleiche Datenbasis wie Gegenwart, 10%-iger Klimaaufschlag - Geländeneigung: Werte für die Gegenwart in den Jahren 2007-2015 erhoben; Zukunft: statisch, gleiche Werte wie Gegenwart
Raumbezug/Maßstab	- Starkregendaten: Rasterzellen, Größe 8,45 x 8,45 km - Geländeneigung: Rasterzellen, Größe 20 x 20 m
Wertebereich (vor Normalisierung)	Nicht vorhanden, da das Sturzflutpotenzial bereits ein Proxyindikator (Starkregendaten und Geländeneigung) ist, der in normalisierten Werten zwischen 0 und 1 ausgedrückt wird.
Skalierung/Berechnungsvorschrift	Zuerst wird die Reliefenergie als Standardabweichung der Steigung des digitalen Geländemodells in der Region ermittelt und für jede Kommune/Stadtbezirk als normalisierter Wert festgehalten. Im nächsten Schritt wird für jede Gebietseinheit aus den KOSTRA-DWD-Daten eine Niederschlagshöhe bzw. -spende ermittelt, die wiederum normalisiert wird. Anschließend werden die beiden normalisierten Werte multiplikativ verknüpft, nochmals normalisiert und stellen nun das Sturzflutpotenzial dar.
Bemerkungen	Beim Sturzflutpotenzial handelt es sich bereits um eine aus verschiedenen Eingangsdaten berechnete Größe. Dadurch unterscheidet sie sich von anderen klimatischen Einflüssen.

Sensitivität	Wohnsiedlungsflächen
Quelle(n)	1. Wohn- und Mischflächen: Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) – ATKIS, Stand 2017, Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW 2. Gemeindemodellrechnung 2014 bis 2040 - Basis -, IT.NRW 3. 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	1. Wohn- und Mischflächen: Vektor 2. Gemeindemodellrechnung: tabellarisch 3. Wohnsiedlungsmodell: Rasterzellen, Größe 100 x 100 m
Wertebereich (vor Normalisierung)	Wohnsiedlungsfläche Gegenwart: 463,5 ha (Bonn-Hardtberg) bis 2.450,7 ha (Bergisch Gladbach) 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
Skalierung/Berechnungsvorschrift	(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 den „grundsätzlichen zusätzlichen Flächenbedarf“ für die Zukunft. (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). (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 Hochspannungsleitungen (100 Meter), im Szenario „Geringerer Flächenverbrauch“ (stärkere Innenentwicklung) zudem Landschaftsschutzgebiete und Wasserschutzgebiete der Zone 2. (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.
Literaturhinweise	
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 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 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 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 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	

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 Lücke, 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



www.klimawandelvorsorge.de

Foto rechts: pixabay

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.