KLIMAWANDEL VORSORGESTRATEGIE

Handlungsfeld Siedlung
Klimawirkung „Potenzielle Wärmebelastung der Wohnbevölkerung“

1. Was ist unter dieser Klimawirkung zu verstehen?

Mit der Klimawirkung „Potenzielle Wärmebelastung der Wohnbevölkerung“ wird der Zusammenhang zwischen der Wärmebelastung, die durch den Klimawandel zukünftig zunehmen wird, und den besonders empfindlichen Wohnstandorten beschrieben. Die Wärmebelastung lässt sich durch die Anzahl der sogenannten „Heißen Tage“ (Temperaturen von 30°C oder höher) pro Jahr ausdrücken. 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 der Wärmebelastung auf Wohnstandorte 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?

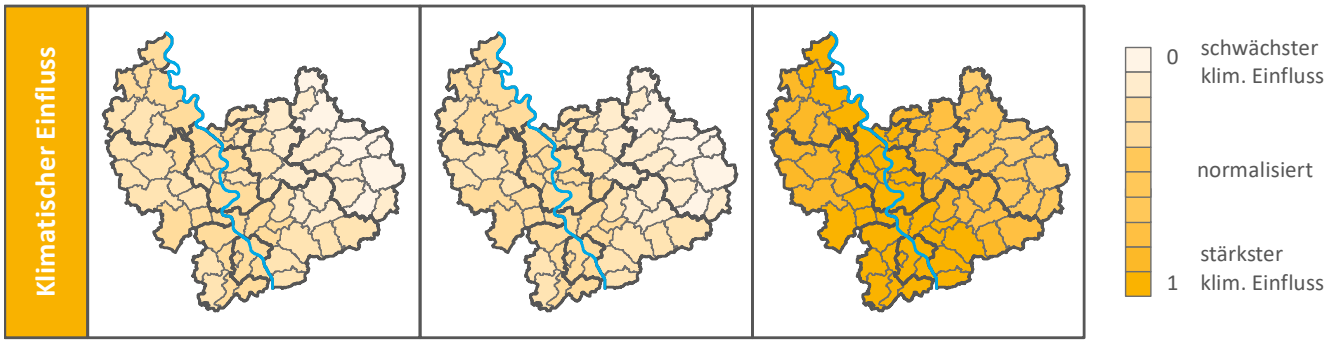
Die Kartensequenz zum klimatischen Einfluss (Abb. 1) zeigt, in welchen Städten und Gemeinden bzw. Stadtbezirken der kreisfreien Städte im gegenwärtigen und zukünftigen Jahresdurchschnitt eher mehr und in welchen eher weniger Heiße Tage auftreten. Da eine kommunenscharfe Auflösung der Klimaeinflussdaten für die Zukunft aufgrund der geringen Auflösung und bestehenden Unsicherheiten der regionalen Klimamodelldaten nicht möglich ist, wird für die Abschätzung der zukünftigen Situation sowohl ein Szenario mit eher schwachen Veränderungen („Schwacher Wandel“) und eines mit eher starken Veränderungen („Starker Wandel“) dargestellt, um die Bandbreite der möglichen Ergebnisse abzubilden. Für die beiden Zukunftsszenarien wurde die durchschnittliche Anzahl Heißer Tage pro Jahr für den Betrachtungszeitraum 2021-2050 (SRES A1B, DWD) herangezogen: Das 15. Perzentil für das Szenario „Schwacher Wandel“ und das 85. Per-

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



zentil für das Szenario „Starker Wandel“. Das 15. Perzentil repräsentiert den Wert, für den 15% der Modellergebnisse niedrigere Änderungen zeigen oder diesen Wert genau erreichen. Umgekehrt repräsentiert das Szenario „Starker Wandel“ unter Verwendung des 85. Perzentils einen eher stärker eintretenden Klimawandel; hier liefern nur noch 15% der Simulationen höhere Änderungen oder erreichen diesen Wert genau. Je dunkler der gelbe Farbton, desto höher ist die Anzahl Heißer Tage.

Die Kartensequenz zur Sensitivität (Abb. 2) verdeutlicht, wie empfindlich die Städte und Gemeinden sind, in diesem Fall also, ob in einer Kommune eher viele oder – im Vergleich zu anderen Kommunen – eher weniger Einwohner leben und wie hoch die Einwohnerdichte ist. Je dunkler der blaue Farbton, desto höher sind die dortige Einwohnerzahl und Wohnsiedlungsdichte.

Die Karten zur Klimawirkung (Abb. 3) ergeben sich aus der Kombination des Klimasignals mit der Sensitivität. In den Gemeinden, in denen die Einwohnerzahl und die Wohnsiedlungsdichte höher und in denen gleichzeitig die jährliche Anzahl von Heißen Tagen größer ist, ist auch die Klimawirkung stärker. Umgekehrt ist die Klimawirkung in den Bereichen schwächer, in denen im Jahresdurchschnitt weniger Heiße Tage auftreten und die Einwohnerzahl und Wohnsiedlungsdichte geringer sind. Je dunkler der violette Farbton, desto stärker ist die Klimawirkung.

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

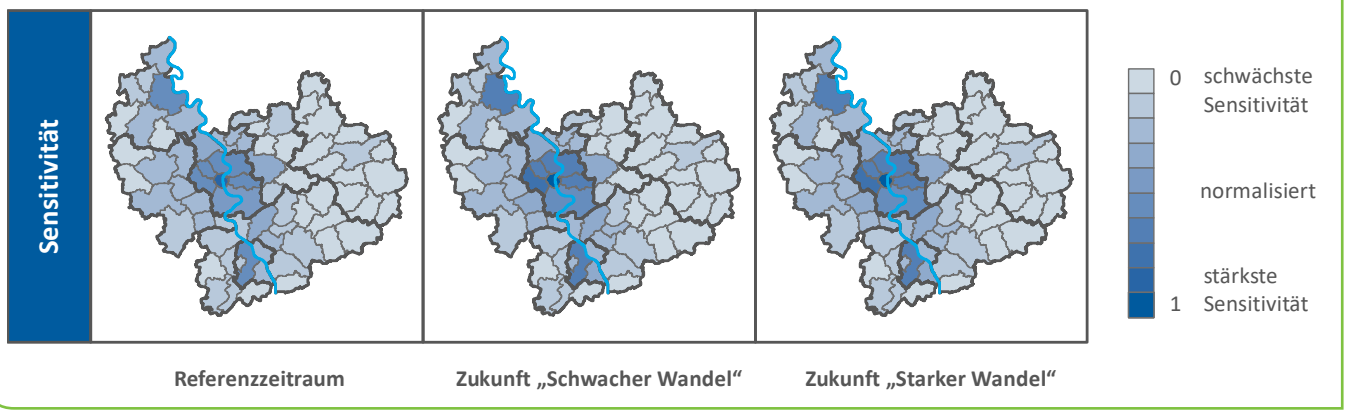
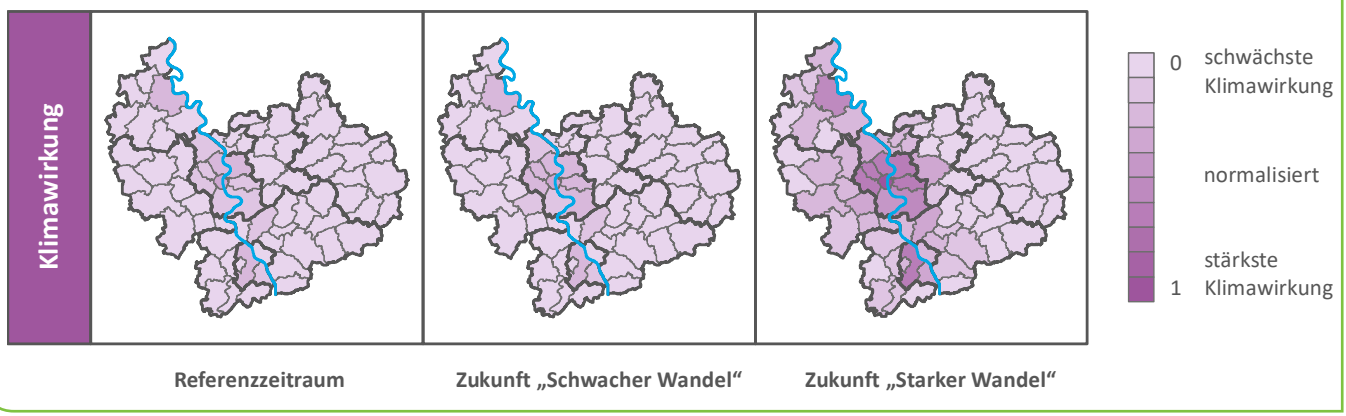


Abb. 3: Klimawirkung „Potenzielle Wärmebelastung der Wohnbevölkerung“ in der Region Köln/Bonn (vergleichende Darstellung auf Gemeinde-/Stadtbezirksebene) (eigene Darstellung)



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

Die Abbildung zum klimatischen Einfluss zeigt insgesamt, dass die durchschnittliche Anzahl Heißer Tage pro Jahr insbesondere entlang der Rheinschiene hoch, im Bergischen Land aufgrund der Höhenlage hingegen deutlich geringer ist. Im Zukunftsszenario „Schwacher Wandel“ zeigt sich im Vergleich zur Gegenwart kaum eine Veränderung. Hingegen setzt sich das Szenario des „Starker Wandel“ erheblich von der gegenwärtigen Situation sowie vom Szenario „Schwacher Wandel“ ab: Ausnahmslos alle Kommunen bzw. Stadtbezirke sind von einem Anstieg der Anzahl Heißer Tage pro Jahr gekennzeichnet. Die von der Einwohnerzahl und Wohnsiedlungsdichte beeinflusste Sensitivität ist in den Städten Köln, Bonn und Neuss am höchsten.

Die Sensitivität verändert sich in den beiden Zukunftsszenarien im Vergleich zur Gegenwart nur geringfügig: Entlang der Rheinschiene steigt die Sensitivität aufgrund der dynamischen Bevölkerungsentwicklung tendenziell an, in vielen Kommunen im Bergischen Land nimmt sie aufgrund des teils erheblichen Bevölkerungsrückgangs ab. Die stärkste potenzielle Wärmebelastung der Wohnbevölkerung (Abb. 3) tritt entlang der Rheinschiene auf, vor allem in den Kernstädten von Köln, Bonn und Neuss. Dort überlagern sich der besonders stark ausgeprägte klimatische Einfluss (Anzahl Heißer Tage pro Jahr) und eine hohe Sensitivität (Bevölkerungszahl und Wohnsiedlungsdichte).

Kernaussagen zur Klimawirkung „Potenzielle Wärmebelastung der Wohnbevölkerung“:

- **Klimatischer Einfluss**: Die Anzahl Heißer Tage pro Jahr ist insbesondere entlang der Rheinschiene hoch.
- **Sensitivität**: In den Kernstädten von Köln und Bonn, aber auch in Neuss ist die von der Einwohnerzahl und Wohnsiedlungsdichte beeinflusste Sensitivität besonders hoch.
- **Klimawirkung**: Die stärkste potenzielle Wärmebelastung der Wohnbevölkerung ist in den Kernstädten von Köln und Bonn, aber auch in Neuss vorzufinden.

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

Durch die hohe Betroffenheit in den Kernstädten entstehen deutliche Zielkonflikte zwischen dem Leitbild der Innenentwicklung (Verringerung des Wohnungsmangels und Flächenverbrauchs im Freiraum, Verkehrsreduktion und damit Verringerung des CO_2-Ausstoßes) und den Erfordernissen der Anpassung an den Klimawandel. Besonders relevant ist daher die sog. „Doppelte Innenentwicklung“, d.h. ein mit Verdichtung verbundener Schutz klimatisch wichtiger Frei-/Grünflächen zur Gewährleistung der Durchlüftung und die Anreicherung innerstädtischer Quartiere mit zusätzlichen grünen und blauen Strukturen. Auch bauliche Anpassungsmaßnahmen, wie helle Fassadengestaltung, Außenbeschattung oder intelligente Lüftungskonzepte, sollten erwogen werden.

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 Wärmebelastung der Wohnbevölkerung“.

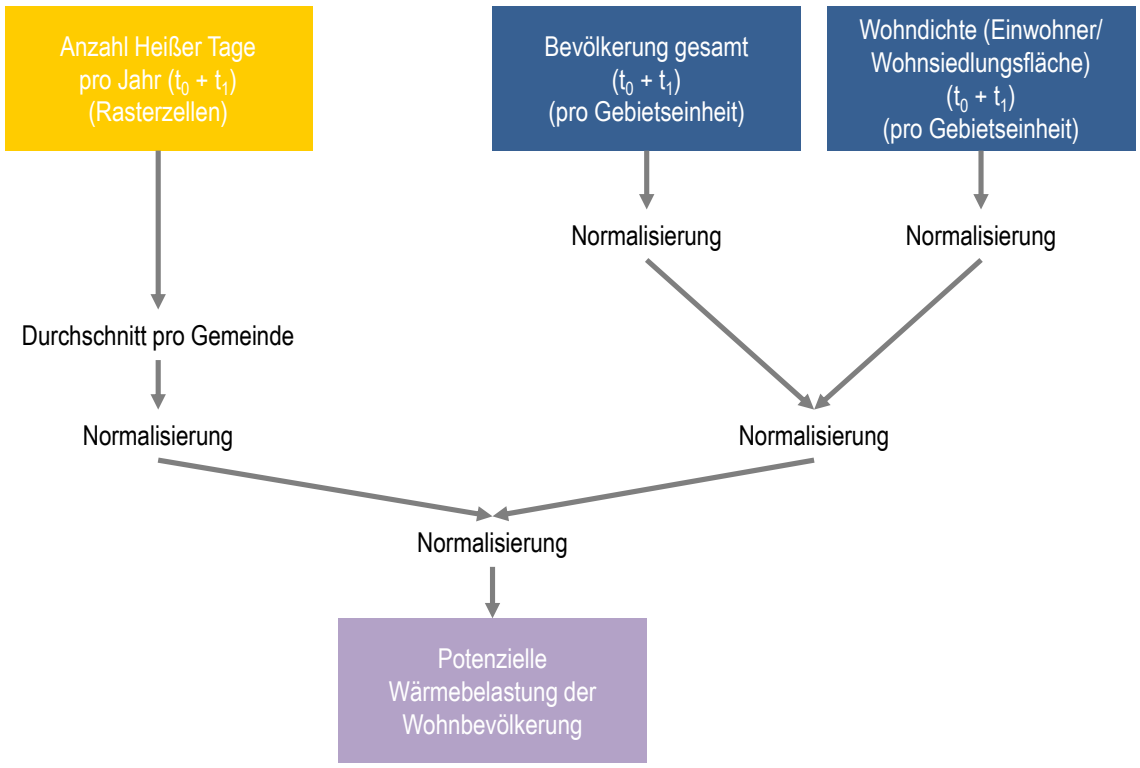
Klima und Klimaänderung

Eingangsdaten für den klimatischen Einfluss waren die Anzahl Heißer Tage pro Jahr, die der Deutsche Wetterdienst (DWD) für die Vergangenheit in einem Raster mit einer Auflösung von 1 x 1 km zur Verfügung stellt. Raster für die Zunahme Heißer Tage in der Zukunft werden in einer Auflösung von 22,5 x 22,5 km bereitgestellt. Die Anzahl zukünftiger Heißer Tage ergibt sich aus der Addition der gegenwärtigen Anzahl mit den Veränderungswerten des schwachen (15. Perzentil) bzw. starken Wandels (85. Perzentil).

Bauliche, soziale, ökologische und wirtschaftliche Empfindlichkeit

Für die Sensitivität sind die Daten zur Wohnbevölkerung aus den Jahren 2014 (Gegenwart) und 2035 (Zukunft) in die Berechnung eingeflossen, basierend auf der Bevölkerungsvorausberechnung von IT.NRW. Für die Zukunft wurde der von IT.NRW für das Jahr 2035 berechnete Bevölkerungsstand für die Gemeinden ausgewählt, da dies mit dem

Abb. 4: Schematische Darstellung zur Berechnung der Klimawirkung „Potenzielle Wärmebelastung der Wohnbevölkerung“ (eigene Darstellung)



Mittelwert der Klimaperiode 2021-2050 korrespondiert. Für die Stadtbezirke in Köln, Bonn und Leverkusen wurde der Bevölkerungsstand entsprechend den differenzierten kommunalen Prognosen bzw. Fortschreibungen disaggregiert. Darüber hinaus wurden Daten zur gegenwärtigen (ATKIS-Daten) und zukünftigen (Ergebnisse des Siedlungsentwicklungsmodells) Wohnsiedlungsfläche auf Gemeindeebene hinzugezogen, die als Grundlage für die Bestimmung der Wohnsiedlungsdichte dienen.

6. Kennblatt zur Berechnung der Klimawirkung

Klimawirkung	**Potenzielle Wärmebelastung der Wohnbevölkerung**
Handlungsfeld	**Siedlung**
Kurzbeschreibung	Die Klimawirkung beschreibt die potenzielle Wärmebelastung der Wohnbevölkerung. Sie wird einerseits von der Häufigkeit Heißer Tage (>30°) und andererseits von der Einwohnerzahl und Wohnsiedlungsdichte bestimmt.
Berechnung der Klimawirkung	Die Klimawirkung wird berechnet, indem die Wohnsiedlungsfläche (dargestellt durch Wohn- und Mischflächen) und die Einwohnerzahl mit der Anzahl Heißer Tage nach vorheriger Normalisierung multiplikativ verknüpft wird.
Klimatischer Einfluss	**Anzahl Heißer Tage pro Jahr**
Quelle(n)	Deutscher Wetterdienst
Klimaszenario und Ensembles	SRES A1B, 15./85. Perzentil, Klimaensemble; der Wert des 15. Perzentils wurde für das Szenario des schwachen Wandels verwendet, der Wert des 85. Perzentils für das Szenario des starken Wandels
Zeitbezug	Gegenwart: 1971-2000, Zukunft: 2021-2050
Raumbezug/Maßstab	Gegenwart: Rasterzellen, Größe 1 x 1 km, Zukunft: Rasterzellen, Größe 22,5 x 22,5 km
Wertebereich (vor Normalisierung)	Anzahl Heißer Tage pro Jahr zwischen 1 (Bergisches Land, Gegenwart) und 18 (Rheinschiene, Zukunft „Starker Wandel“)
Skalierung/Berechnungsvorschrift	Absolute Anzahl Heißer Tage (>30°C) je Gebietseinheit mit anschließender Min./Max.-Normalisierung
Bemerkungen	Ein Tag gilt meteorologisch als „Heißer Tag“, wenn die Tageshöchsttemperatur 30 °C erreicht oder überschreitet
Sensitivität	**Wohnsiedungsflächen und Einwohnerzahlen**
Quelle(n)	Wohnsiedlungsflächen: • 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, plan + risk consult 2017 Einwohnerzahlen: • Gemeindemodellrechnung 2014 bis 2040 - Basis -, IT.NRW; Disaggregation für die Stadtbezirke der kreisfreien Städte auf Grundlage kommunaler Prognosen
Zeitbezug	Wohnsiedlungsflächen: • Gegenwart: 2017, Zukunft: Veränderungen gemäß dem im Rahmen der Klimawandelvorsorgestrategie entwickelten Wohnsiedlungsmodell für die Region Köln/Bonn bis 2035 Einwohnerzahlen: • Gegenwart 2014, Zukunft 2035 gemäß Bevölkerungsvorausberechnung von IT.NRW
Raumbezug/Maßstab	Wohnsiedlungsflächen: • Wohn- und Mischflächen: Vektor • Gemeindemodellrechnung: tabellarisch • Wohnsiedlungsmodell: Rasterzellen, Größe 100 x 100 m Einwohnerzahlen: • Stadt- oder Gemeindegrenze bzw. Grenze Stadtbezirk bei kreisfreien Städten Köln, Bonn und Leverkusen
Wertebereich (vor Normalisierung)	Wohnsiedlungsflächen: • 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 Einwohnerzahlen: • Gegenwart (2014): 10.222 (Gemeinde Ruppichteroth) bis 152.252 (Stadt Neuss) • Zukunft (2035) 7.839 (Gemeinde Morsbach) bis 173.722 (Stadtbezirk Köln-Lindenthal)

Skalierung/Berechnungs-vorschrift	Wohnsiedlungsflächen: (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. Einwohnerzahlen: Für die Gegenwart wurden die Einwohnerzahlen der Städte und Gemeinden sowie der Stadtbezirke in den kreisfreien Städten Köln, Bonn und Leverkusen für den Stichtag 01.01.2014 verwendet. Für die Zukunft wurde der von IT.NRW für das Jahr 2035 berechnete Bevölkerungsstand für die Städte und Gemeinden ausgewählt, da dies mit dem Mittelwert der Klimaperiode 2021-2050 korrespondiert. Für die Stadtbezirke in Köln, Bonn und Leverkusen wurde der Bevölkerungsstand entsprechend den differenzierten kommunalen Prognosen bzw. Fortschreibungen disaggregiert.

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

Bundesstadt Bonn (2017): Bevölkerung in den Stadtbezirken - Einwohnerentwicklung in den Stadtbezirken seit 31.12.2010. Online verfügbar unter: http://www2.bonn.de/statistik/default.asp?2.2 (05.07.2017)

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

IT.NRW (2017): Gemeindemodellrechnung 2014 bis 2040 - Basis - nach Geschlecht - kreisangehörige Gemeinden – Stichtag. Grdl. Zensus 2011. Online verfügbar unter: https://www.it.nrw.de/statistik/a/daten/vorausberechnung/index.html (04.07.2017)

Stadt Köln (2013): Kölner Stadtteilinformationen, Zahlen 2013. Online verfügbar unter: http://www.stadt-koeln.de/mediaasset/content/pdf15/stadtteilinformationen_2013.pdf (05.07.2017)

Stadt Köln (2016): Kleinräumige Bevölkerungsprognose für Köln 2015 bis 2040. In: Kölner Statistische Nachrichten, 1/2016; daraus prozentuale Veränderung bis 2025. Online verfügbar unter: http://www.stadt-koeln.de/mediaasset/content/pdf15/kleinr%C3%A4umige_bev%C3%B6lkerungsprognose_2015_bis_2040.pdf (05.07.2017)

Stadt Leverkusen (2016): Ein Blick auf die Bevölkerungsentwicklung in Leverkusen 2005 bis 2015. In: Leverkusener Statistik 2/16. Online verfügbar unter: http://www.leverkusen.de/vv/produkte/FB33/FB33/334/Statistik_Veroeffentlichungen_Ein_Blick_auf.php.media/36400/2-16.pdf (05.07.2017)

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, fleischhauer@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.