



*Risikoanalyse zur Anpassung
an den Klimawandel*

FÜR DIE STADT BRÜHL

Projektpartner

Dieses Konzept wurde unter Zusammenarbeit der Stadt Brühl und der energielenker projects GmbH durchgeführt.

Auftraggeber

Stadt Brühl
Uhlstraße 3
50321 Brühl

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH
AirportCenter II
Hüttruper Heide 90
48268 Greven
Tel.: +49 2571 58866 10



Stadt Brühl

 Für Klima
und Zukunft.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	7
1 Aufgabenstellung	8
2 Ausgangssituation	10
2.1 Regionale Klimaveränderungen.....	11
2.2 Lokalklima.....	17
3 Zukünftige klimatische Veränderungen	23
4 Zwischenfazit	26
5 Identifizierung von Schwerpunkten zur Anpassung an den Klimawandel in der Stadt Brühl	27
5.1 Hitzebelastung.....	28
5.1.1 Vorhandene Daten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten	28
5.1.2 Analyse und Betroffenheit	32
5.1.3 Handlungsempfehlung und Maßnahmenvorschläge gegenüber Hitze	49
5.2 Trockenperioden	58
5.2.1 Vorhandene Daten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten	58
5.2.2 Analyse und Betroffenheit	60
5.2.3 Handlungsempfehlung und Maßnahmenvorschläge gegenüber Trockenheit.....	74
5.3 Extremniederschläge und Hochwasser	81
5.3.1 Vorhandene Daten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten	81
5.3.2 Analyse und Betroffenheit	84
5.3.3 Handlungsempfehlung und Maßnahmenvorschläge gegenüber Extremniederschläge und Hochwasser	89
6 Konkrete Maßnahmen für den Hot-Spot Bereich Stadtteilzentrum Brühl	93
7 Zusammenfassung der Ergebnisse	108
8 Quellennachweise	115

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Definition einer Auswahl von klimatologischen Parametern (energielenker projects auf Grundlage des DWD 2018).....	10
Tabelle 2: Jahresmitteltemperaturen verschiedener Messperioden im Vergleich (energielenker projects auf Grundlage des LANUV NRW 2021)	11
Tabelle 3: Anzahl der Eistage pro Jahr in verschiedenen Messperioden im Vergleich (energielenker projects auf Grundlage des LANUV NRW 2021)	12
Tabelle 4: Anzahl der Heißen Tage pro Jahr in verschiedenen Messperioden im Vergleich (energielenker projects auf Grundlage des LANUV NRW 2021)	13
Tabelle 5: Mittlerer Jahresniederschlag verschiedener Messperioden im Vergleich (energielenker projects auf Grundlage des LANUV NRW 2021)	15
Tabelle 6: Klimaparameter: prognostizierte Änderungen in der nahen und fernen Zukunft (LANUV NRW)	23
Tabelle 7: Daten zum Quartier (energielenker projects)	94
Tabelle 8: Prognostizierte Veränderungen für die Stadt Brühl (LANUV NRW).....	94
Tabelle 9: Zusammenfassung der Betroffenheit Stadt Brühl (energielenker projects)	108
Tabelle 10: Übersicht über die identifizierten Handlungsfelder und erarbeiteten Schlüsselmaßnahmen (energielenker projects)	111

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Durchschnittliche Anzahl der Eistage in NRW in der KNP 1981-2010 sowie Veränderung relativ zur KNP 1951-1980 (energielenker projects nach LANUV 2018).....	12
Abbildung 2-2: Durchschnittliche Anzahl der heißen Tage in NRW in der KNP 1981-2010 sowie Veränderung relativ zur KNP 1951-1980 (energielenker projects nach LANUV 2018)...	14
Abbildung 2-3: Vergleich der mittleren Jahresniederschläge in NRW für 1981-2010 und Änderungen im Vergleich zur KNP 1951 – 1981 (energielenker projects nach LANUV 2018) .	16
Abbildung 2-4: Klimafunktionskarte für die Stadt Brühl (Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018)	18
Abbildung 2-5: Auszug aus der vollständigen Klimafunktionskarte Stadt Brühl (Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018).....	19
Abbildung 2-6: Planungshinweiskarte für die Stadt Brühl (Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018)	21
Abbildung 2-7: Auszug aus der vollständigen Planungshinweise für die Stadt Brühl (Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018).....	22
Abbildung 3-1: Anzahl der Hitzewellentage und Anzahl der prognostizierten Hitzewellentage (LANUV NRW)	24

Abbildung 5-1: Klimafunktionskarte und Legende aus 2018 inkl. Standorte vulnerabler Einrichtungen. (Daten: Stadt Brühl, energielenker projects)	33
Abbildung 5-2: Thermische Belastung und Anteil vulnerabler Bevölkerungsgruppen (Kartengrundlage: Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018; Daten: Stadt Brühl; energielenker projects).....	35
Abbildung 5-3: Zukünftige Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2030 in Prozent (Datenquelle: Stadt Brühl; energielenker projects).....	37
Abbildung 5-4: Gemeindemodellrechnung 1.1.2014 - 1.1.2040 nach Altersgruppen und Geschlecht (Quelle: IT.NRW, Landesdatenbank. Stand: 31.05.2017).....	38
Abbildung 5-5: Wohnungsbedarf der Stadt Brühl 2015 bis 2035 (Wohnraumbedarfsanalyse 2017).....	40
Abbildung 5-6: Klimafunktionskarte und Straßenabschnitte mit der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke von mehr als 10 000 Kfz/ 24 h (Kartengrundlage: Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018; Daten: Stadt Brühl 2018; energielenker projects)	42
Abbildung 5-7: Klimafunktionskarte und Potenzialflächen für Wohnbau und Gewerbe (Kartengrundlage: Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018; Daten: Stadt Brühl 2018; energielenker projects).....	45
Abbildung 5-8: Regionale Klimaanalyse und Potenzialflächen für Wohnbau und Gewerbe (Kartengrundlage: Klimawandelvorsorgestrategie Köln/ Bonn 2019; energielenker projects)...	46
Abbildung 5-9: Veränderung der Flächennutzung in Brühl zwischen 2016 und 2019 (Quelle: Stadt Brühl; Riedel 2019).....	47
Abbildung 5-10: Multifunktionale Ausgleichsfunktion der Freiräume im Stadtgebiet Brühl (energielenker projects nach Klimawandelvorsorgestrategie Köln/Bonn 2019).....	60
Abbildung 5-11: Waldflächenverteilung im Stadtgebiet Brühl (energielenker projects nach Klimawandelvorsorgestrategie Köln/Bonn 2019) 2019)	63
Abbildung 5-12: Multifunktionale Ausgleichsfunktion Waldflächen (energielenker projects nach Klimawandelvorsorgestrategie Köln/Bonn	64
Abbildung 5-13: regionales Trockenstressrisiko der Waldflächen (energielenker projects nach Klimawandelvorsorgestrategie Köln/Bonn 2019)	65
Abbildung 5-14: Waldbrandgefährdung (DWD 2020)	65
Abbildung 5-15: Trockenstressrisiko der landwirtschaftlichen Flächen im Stadtgebiet Brühl (energielenker projects; Datengrundlage Klimawandelvorsorgestrategie Köln/Bonn 2019).....	67
Abbildung 5-16: Änderung der Grundwasserneubildung pro Jahr in der nahen Zukunft (2011-2040) im Stadtgebiet Brühl (energielenker projects; Datengrundlage LANUV FIS).....	69
Abbildung 5-17: Änderung der Grundwasserneubildung pro Jahr 2041- 2070 bezogen auf 1981-2010 im Stadtgebiet Brühl (energielenker projects; Datengrundlage nach LANUV FIS) ..	70
Abbildung 5-18: Wasserstände im Zeitraum von 1969 bis 2021; Grundwasser-Messstelle in Brühl Pingsdorf (NRW Umweltdaten 2021)	72

Abbildung 5-19: Überschwemmungsgrenzen durch Hochwasser im Stadtgebiet Brühl (HQhäufig, HQ100, HQextrem) (energielenker projects nach Umweltministerium NRW 2019)	84
Abbildung 5-20: Überschwemmungsgrenzen durch Hochwasser vulnerable Einrichtungen (HQhäufig, HQ100, HQextrem) (energielenker projects nach Umweltministerium NRW 2019)	85
Abbildung 6-1: Lage des Untersuchungsquartiers im Gesamtgefüge und Luftbildausschnitt (energielenker projects).....	93
Abbildung 6-2: Unversiegelte Flächen im Untersuchungsquartier (energielenker projects, Kartengrundlage: Geobasis NRW)	96
Abbildung 6-3: Überblick Bebauungsstruktur (energielenker projects)	98
Abbildung 6-4: Flachdächer im untersuchten Quartier (energielenker Projects; Kartengrundlage Geobasis NRW).....	99
Abbildung 6-5: Größtes Dachflächenpotenzial Marienhospital; 892 m ² (LANUV FIS)	100
Abbildung 6-6: Potenzialinformationen und geschätzte Kosten der größten Dachfläche Marienhospital; 892 m ² (LANUV FIS).....	101

Abkürzungsverzeichnis

BauGB	Baugesetzbuch
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
B-Plan	Bebauungsplan
CO _{2e}	Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase (CO ₂ Äquivalent)
DWD	Deutscher Wetterdienst
EG	Erdgeschoss
FNP	Flächennutzungsplan
Ha	Hektar
mNHN	Meter über Normalhöhennull
HQ	Hochwasser (wissenschaftliche Abkürzung aus „Hoch“ und Abfluss-Kennzahl Q)
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
IT.NRW	Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen
KNP	Klimanormalperiode
LANUV NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
FIS	Fachinformationssystem Klimaanpassung des LANUV NRW
NABU	Naturschutzbund Deutschland
NO _x	Stickstoffoxide
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PM10	particulate matter (ultrafeine Partikel: Durchmesser <10 Mikrometer (µm))
SSB	StadtServiceBetrieb

1 Aufgabenstellung

Der Klimawandel und seine Auswirkungen stellt Städte und Regionen vor große Herausforderungen. Sie sind einerseits dazu aufgerufen die Anstrengungen und Maßnahmen zur Emissionsminderung zu unterstützen. Andererseits sollen sie ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber klimatischen Veränderungen erhöhen sowie ihre Anfälligkeit verringern.

Neben dem verantwortungsvollen Umgang mit Natur und Umwelt, der Reduktion der CO_{2e}-Emissionen sowie dem effizienten Einsatz von Energie und der Förderung erneuerbarer Energien, besteht ein weiterer ganz wesentlicher Aspekt in der vorausschauenden Anpassung der städtischen Strukturen an die Folgen und Auswirkungen des jetzt schon stattfindenden Klimawandels.

So ist im Falle eines ungebremsen Klimawandels, im Jahr 2080 in Deutschland, z. B. durch Reparaturen nach Stürmen oder Hochwassern und Mindereinnahmen der öffentlichen Hand, mit einer Zunahme der Kosten je nach Klimaszenario auf jährlich 0,3 bis 0,75 Prozent des Bruttoinlandsproduktes (BIP) zu rechnen. Was bezogen auf das heutige BIP in Deutschland zwischen 8 und 21 Mrd. € pro Jahr entsprechen würde (Hirschfeld et al. 2015). Der Klimawandel ist also nicht ausschließlich eine ökologische Herausforderung, sondern auch in ökonomischer Hinsicht von Belang.

Auch in diesem Sinne beginnen immer mehr Städte und Gemeinden sich mit den Fragen der Adaption an den Klimawandel zu beschäftigen.

- › Was wird sich verändern?
- › Wo entstehen Risiken und Gefahren?
- › Wie können wir uns darauf vorbereiten?

Im Rahmen der Risikoanalyse werden Anpassungsbedarfe der Stadt Brühl gegenüber zukünftigen Klimaveränderungen herausgearbeitet. Die Analyse baut auf vorhandenen Grundlagendaten (u. a. Klimaanalyse NRW, Klimawandelvorsorgestrategie Köln Bonn, Klimafunktions- und Planungshinweiskarte für die Stadt Brühl 2018) und bisherigen städtischen Klimawandelaktivitäten auf. Ziel ist es auf Basis dessen „Defizitbereiche“ herauszustellen, die in der Stadt Brühl eine tiefere Betrachtung finden sollten. Auf diese Weise werden Handlungsempfehlungen in Form von geeigneten Maßnahmen ermittelt.

In einem ersten Schritt wird die Ausgangssituation der Stadt Brühl in Bezug auf regionale Klimaveränderungen und das Lokalklima dargestellt. Anschließend werden die zukünftigen klimatischen Rahmenbedingungen für die nahe und ferne Zukunft aufgeführt.

Der dritte Schritt beinhaltet die Identifikation von Schwerpunkten. Hierbei werden vorhandene Grundlagendaten und bestehende Klimaanpassungsaktivitäten der Stadt Brühl zu den Problemfeldern Hitze, Trockenheit sowie Extremniederschläge und Hochwasser tabellarisch zusammengestellt. Darauf aufbauend und ergänzt durch Expertenwissen sowie analytischen Kartendarstellungen erfolgt die Analyse der Betroffenheit. *Betroffenheit* bedeutet in diesem Zusammenhang die Ermittlung von räumlichen und nicht-räumlichen Bereichen in der Stadt Brühl, in denen die Folgen der Klimaveränderungen bereits bemerkbar sind und im Hinblick auf den voranschreitenden Klimawandel einem zunehmenden Risiko ausgesetzt sind.

Aus den Ergebnissen der Betroffenheitsanalyse wird in einem nächsten Schritt der Anpassungsbedarf abgeleitet und Vorschläge zu erforderlichen Anpassungszielen formuliert. Darüber hinaus werden mögliche Maßnahmen mit ersten Handlungsempfehlungen benannt. Auf dieser Grundlage werden die betroffenen Handlungsfelder in der Stadt Brühl identifiziert und benannt.

Für den „HotSpot“ Bereich der Brühler Innenstadt erfolgt zudem eine tiefergehende Analyse auf Quartiersebene. Die Klimafunktions- und Planungshinweiskarte im Jahr 2018 hat gezeigt, dass in diesem Bereich erhöhter Handlungsbedarf zur Verbesserung der klimatisch-lufthygienischen Situation besteht. Aus diesem Grund werden konkrete Vorsorgemaßnahmen für dieses Gebiet aufgezeigt.

Bei der vorliegenden Analyse handelt es sich um einen ersten Sachstand über die Folgen der Klimaveränderungen in der Stadt Brühl sowie erste Maßnahmenvorschläge zur Anpassung. Im Hinblick auf den fortschreitenden Klimawandel und seine möglichen Auswirkungen auf sämtliche Bereiche – wie durch die Flutkatastrophe im Juli 2021 in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz sichtbar geworden – ist es empfehlenswert, nachfolgend eine umfangreiche Analyse (z.B. Klimaanpassungskonzept, Vulnerabilitätsanalyse) für die Stadt Brühl durchzuführen.

2 Ausgangssituation

Um den Handlungsbedarf vor dem Hintergrund sich verändernder klimatischer Rahmenbedingungen in der Stadt Brühl ableiten zu können, erfolgt zunächst eine Einordnung in die übergeordneten klimatologischen Zusammenhänge auf regionaler Ebene. Es wird anhand verschiedener Klimaparameter (Tabelle 1) dargestellt, inwieweit sich das Klima in Nordrhein-Westfalen und in Brühl bereits verändert hat. Die Tabelle stellt eine Auswahl an Klimaparametern dar, die im Folgenden für die Stadt Brühl genauer betrachtet werden.

Anschließend werden die klimatischen Verhältnisse mittels Klimaanalysedaten des LANUV NRW, der Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/Bonn (2019) und der Klimafunktions- und Planungshinweiskarte für die Stadt Brühl (2018) auf kommunaler Ebene genauer betrachtet. Dies ermöglicht die Ermittlung sensibler Bereiche im Stadtgebiet.

Tabelle 1: Definition einer Auswahl von klimatologischen Parametern (energielenker projects auf Grundlage des DWD 2018).

KLIMAPARAMETER	
Jahresmitteltemperatur	Die durchschnittliche Lufttemperatur bezeichnet die gemittelte bodennahe Temperatur (in 1 – 2 Meter über dem Erdboden) in einem Jahr.
Gesamtniederschlag	Bezeichnet die mittlere Niederschlagssumme pro Jahr
Auswahl Klimatologischer Kenntage	„Ein "Klimatologischer Kenntag" ist ein Tag, an dem ein definierter Schwellenwert eines klimatischen Parameters erreicht beziehungsweise über- oder unterschritten wird [...] oder ein Tag, an dem ein definiertes meteorologisches Phänomen auftrat (z. B. Gewittertag als Tag, an dem irgendwann am Tag ein Gewitter (hörbarer Donner) auftrat)“
Eistag	Eistag bezeichnet einen Tag, an dem das Lufttemperaturmaximum unterhalb des Gefrierpunktes (→ unter 0°C) liegt, d. h. dass durchgehend Frost herrscht Die Anzahl der Eistage ist somit eine Teilmenge der Anzahl der Frosttage und beschreibt über die Anzahl der Eistage sehr gut die Härte eines Winters
Heißer Tag	Heißer Tag bezeichnet einen Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur ≥ 30 °C beträgt

Hinweis: Da sich die vorliegende Analyse auf bereits vorhandene Datengrundlagen unterschiedlicher Aktualität bezieht, kommt es vor, dass verschiedene Referenzperioden (30-jährige Zeiträume) genannt werden. Gemäß den Empfehlungen der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) ist es üblich, zur Erfassung des Klimas und seiner Änderungen Mittelwerte über einen Zeitraum von 30 Jahren zu bilden, um den Einfluss der natürlichen Variabilität aus der statistischen Betrachtung des Klimas auszuklammern. Hierfür kam in der Vergangenheit häufig die Zeiträume 1951 bis 1980 und 1961 bis 1990 zum Einsatz. Viele Anwendungen benötigen aber

eine statistische Beschreibung des aktuellen Klimas, wofür daher in den letzten Jahren die Klimanormalperiode 1981-2010 verwendet wurde. Die klimatischen Bedingungen eines vergleichsweise aktuellen Zeitraums entsprechen auch dem „erlebten“ Klima der Bevölkerung. Mit Ende des Jahres 2020 wurde die Referenzperiode Vergleichsperiode für aktuelle klimatologische Bewertungen durch die Periode 1991 bis 2020 ersetzt. Generell sollen Klimareferenzperioden ermöglichen, den aktuellen Witterungszustand sowohl zum gegenwärtigen Klimazustand einer Region als auch zur langfristigen Entwicklung des Klimas in der Region in Beziehung zu setzen. In einem stabilen Klima können diese beiden Zwecke durch eine gemeinsame Referenzperiode erfüllt werden (DWD 2021).

2.1 Regionale Klimaveränderungen

Im Bundesland Nordrhein-Westfalen herrscht ein warm-gemäßigtes Regenklima vor, bei dem die mittlere Temperatur des wärmsten Monats unter 22° C und die des kältesten Monats über -3° C bleibt. Somit liegt NRW in einem überwiegend maritim geprägten Bereich mit allgemein kühlen Sommern und milden Wintern.

Für die Stadt Brühl ergibt sich für den 30 – jährigen Messzeitraum 1991 – 2020 eine durchschnittliche Jahresmitteltemperatur von 10,8 °C. Damit liegt sie über dem landesweiten Durchschnitt von 10 °C. Im Vergleich zur Klimanormalperiode (KNP)¹ 1951 – 1980 ist ein Anstieg von 1,1 °C für Brühl zu verzeichnen.

Tabelle 2: Jahresmitteltemperaturen verschiedener Messperioden im Vergleich (energielecker projects auf Grundlage des LANUV NRW 2021)

Jahresmitteltemperatur	1951 – 1980	1961 - 1990	1971 - 2000	1981 - 2010	1991 - 2020
Nordrhein-Westfalen	8,9 °C	9,0 °C	9,3 °C	9,6 °C	10,0 °C
Stadt Brühl	9,7 °C	9,9 °C	10,1 °C	10,6 °C	10,8 °C

Besonders kalte oder warme Perioden im Jahr werden über sogenannte Temperaturkenntage charakterisiert. Die jährliche Summe der Kenntage in Form von Eis- bzw. Heißen Tagen gibt einen Eindruck von der Wärmebelastung bzw. vom Kältereiz in NRW.

¹ KNP = Klimanormalperiode. Die statistischen Kenngrößen der Klimadaten werden für einen 30 – jährigen Zeitraum berechnet, die dann als Referenz für die Auswertung und Betrachtung des Klimas auf internationaler Ebene herangezogen werden. Die Definition einer KNP dient zudem der Vergleichbarkeit von klimatologischen Auswertungen.

Für die Stadt Brühl wurden im Zeitraum 1991 – 2020 durchschnittlich 6,3 Eistage pro Jahr gezählt. Damit liegt sie deutlich unterhalb der mittleren Anzahl von 12 Eistagen pro Jahr im Bundesland NRW. Verglichen mit der KNP 1951 – 1980 ist eine deutliche Abnahme der Eistage zu beobachten.

Tabelle 3: Anzahl der Eistage pro Jahr in verschiedenen Messperioden im Vergleich (energielenker projects auf Grundlage des LANUV NRW 2021)

Eistage	1951 – 1980	1961 - 1990	1971 - 2000	1981 - 2010	1991 - 2020
Nordrhein-Westfalen	17 Tage	17,2 Tage	13,8 Tage	14 Tage	12 Tage
Stadt Brühl	10,5 Tage	11 Tage	8,5 Tage	8 Tage	6,3 Tage

Die nachfolgenden Abbildungen dienen zur Veranschaulichungen der Veränderungen auf regionaler Ebene. Die Darstellungen entstammen aus der Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/Bonn (2019), die Daten wurden vom LANUV NRW bereitgestellt und vom Deutschen Wetterdienst (DWD) berechnet. Da die Klimawandelvorsorgestrategie im Jahr 2019 erarbeitet worden ist, konnte die aktuellste Messperiode (1991 – 2020) noch nicht berücksichtigt werden.

Die Karte links zeigt die Eistage in der Periode 1981 bis 2010. Rechts wird die Abnahme an Eistagen mit Bezug zur KNP 1951 – 1980 dargestellt. So liegt Brühl in dem Bereich, wo eine

Eistage

1981-2010

Änderungen
bezogen auf 1951 - 1980

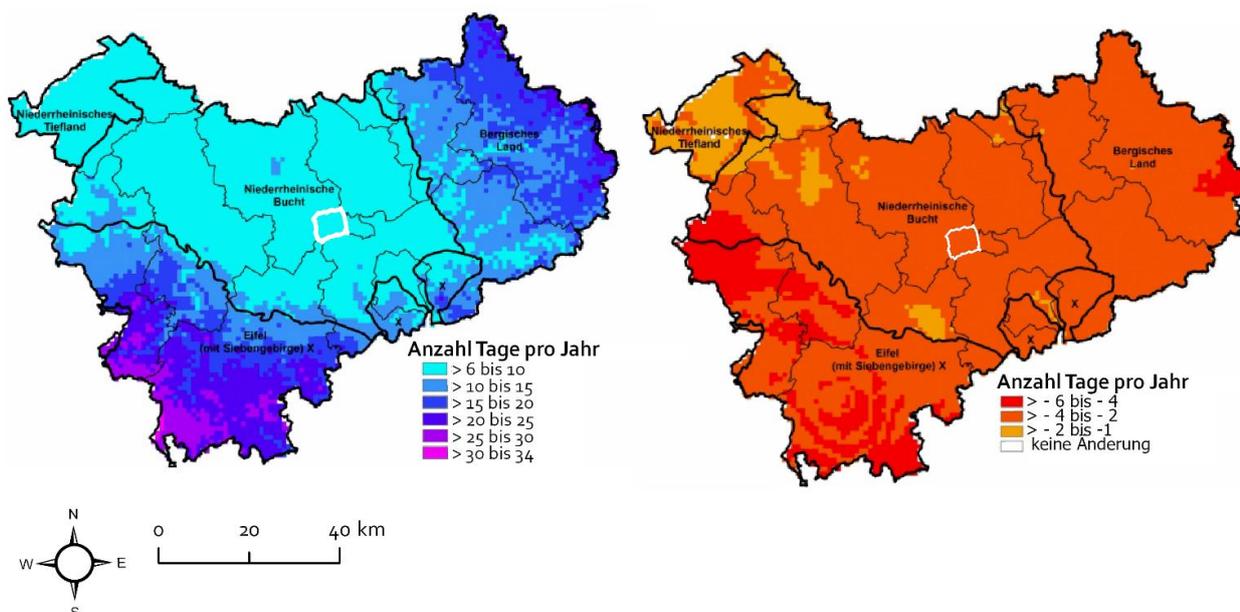


Abbildung 2-1: Durchschnittliche Anzahl der Eistage in NRW in der KNP 1981-2010 sowie Veränderung relativ zur KNP 1951-1980 (energielenker projects nach LANUV 2018)

Abnahme von durchschnittlich -4 bis -2 Eistagen pro Jahr stattgefunden hat. Anhand der folgenden Karten wird jedoch deutlich, dass sich die Klimaveränderungen räumlich unterscheiden. Insbesondere die Höhenlagen beeinflussen die Werte der Temperaturkentage. Die Stadt Brühl (65 Meter über dem Meeresspiegel) liegt in der Niederrheinischen Bucht und weist daher im Allgemeinen höhere Temperaturen als das höhergelegene Bergische Land oder die Eifel auf.

Der Klimaparameter Heiße Tage zeigt ebenfalls, dass die Stadt Brühl im regionalen Vergleich eine höhere Anzahl an Tagen mit über 30 °C pro Jahr aufweist. Der Mittelwert für NRW liegt in der Periode 1991 bis 2020 bei 8 Tagen und in Brühl bei mehr als 10 Tagen. Im Vergleich zur KNP 1951-1980 ist eine deutliche Zunahme an Heißen Tagen in der Stadt Brühl zu verzeichnen. Dies verdeutlicht ebenso die nachfolgende Kartendarstellung der Heißen Tage in der Region Köln/ Bonn. Die linke Karte zeigt die Anzahl der Heißen Tage pro Jahr für die Region Köln/ Bonn und die rechte Karte die Zunahme an Tagen mit Bezug auf die Klimanormalperiode (1951-1980).

Tabelle 4: Anzahl der Heißen Tage pro Jahr in verschiedenen Messperioden im Vergleich (energielenker projects auf Grundlage des LANUV NRW 2021)

Heiße Tage	1951 - 1980	1961 - 1990	1971 - 2000	1981 - 2010	1991 - 2020
Nordrhein-Westfalen	3 Tage	4 Tage	5,3 Tage	6 Tage	8 Tage
Stadt Brühl	4,5 Tage	6 Tage	7,5 Tage	9 Tage	10,6 Tage

Heiße Tage

1981-2010

Änderungen
bezogen auf 1951 - 1980

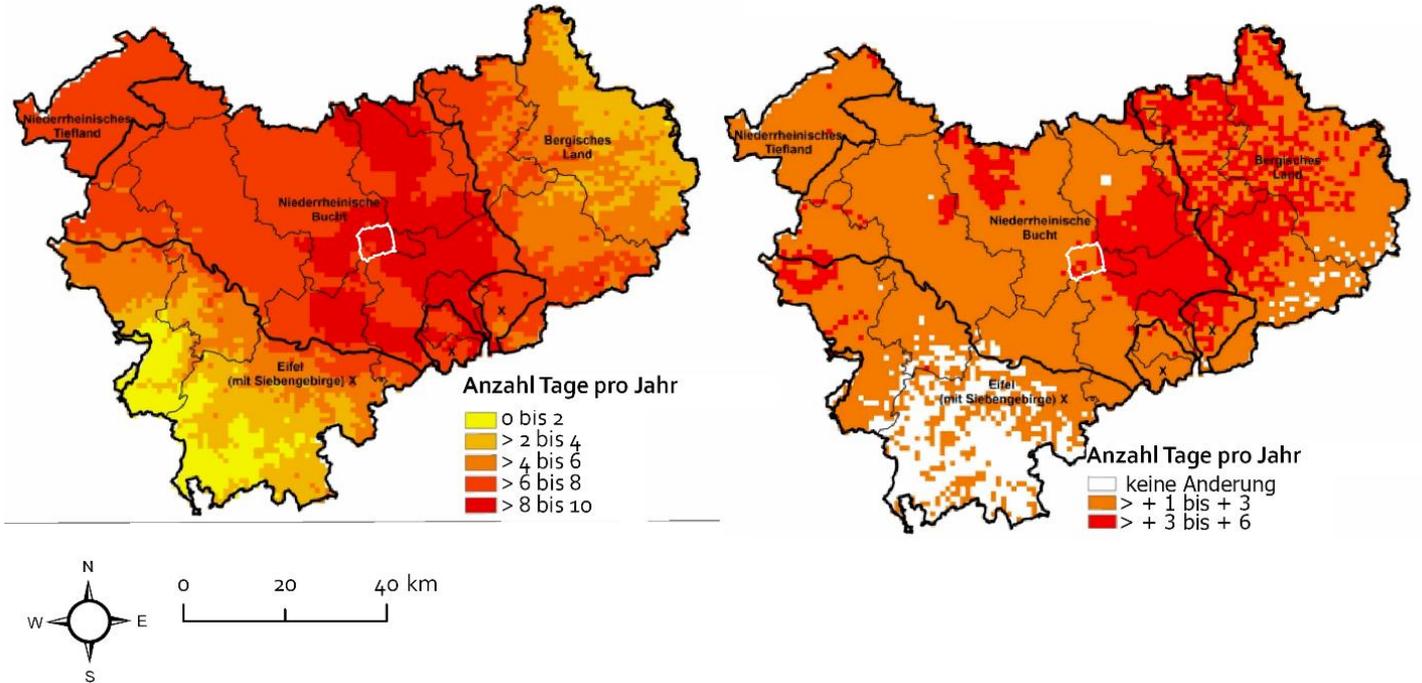


Abbildung 2-2: Durchschnittliche Anzahl der heißen Tage in NRW in der KNP 1981-2010 sowie Veränderung relativ zur KNP 1951-1980 (energielenker projects nach LANUV 2018)

Der klimatische Parameter Niederschlag ist deutlich indirekter mit dem durch anthropogene Eingriffe verursachten Temperaturanstieg verknüpft. Eine wärmere Atmosphäre kann zwar mehr Wasserdampf aufnehmen, sodass insgesamt mehr Niederschlag fällt, jedoch gibt es weitere Faktoren, die die Menge, Häufigkeit und räumliche Verteilung beeinflussen. Beispielsweise das schmelzende Meereis in der Arktis sorgt dafür, dass der Polarfront-Jetstream² insgesamt instabiler wird, infolgedessen sich besonders trockene oder nasse Witterungslagen festsetzen können. Wenngleich die durchschnittliche Jahresniederschlagssumme eher zunimmt als abnimmt, so kann es dennoch zu ausgedehnten Trockenperioden im Jahr kommen.

Die Niederschlagssumme fasst alle fallenden Niederschläge sowohl in flüssiger als auch in fester Form (Schnee) zusammen. Sie wird als Niederschlagshöhe in Millimetern (mm) angegeben. Eine Niederschlagshöhe von 1 mm entspricht dabei einem Liter Wasser pro Quadratmeter Bodenfläche (l/m²).

Für die Stadt Brühl lässt sich für den Zeitraum 1991 bis 2020 im Vergleich zur KNP 1951 – 1980 eine leichte Abnahme erkennen. Allgemein wird jedoch mit fortschreitendem Klimawandel eher mit einer Zunahme des jährlichen Niederschlags gerechnet, der sich u.a. in Form von Starkregenerereignissen unregelmäßiger über das Jahr verteilen wird (Umweltministerium NRW o.J.).

Tabelle 5: Mittlerer Jahresniederschlag verschiedener Messperioden im Vergleich (energielenker projects auf Grundlage des LANUV NRW 2021)

Mittlerer Jahresniederschlag	1951 – 1980	1961 - 1990	1971 - 2000	1981 - 2010	1991 - 2020
Nordrhein-Westfalen	856 mm	875 mm	873 mm	918 mm	869 mm
Stadt Brühl	709 mm	709 mm	698 mm	742 mm	969 mm

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass sich auch die Niederschlagsmengen in NRW regional unterscheiden. Der Niederschlag nimmt in allen Gebieten mit der Höhe des Geländes zu, dabei treten jedoch deutliche Unterschiede zwischen den windzugewandten Mittelgebirgslagen (Luv) und den windabgewandten Seiten (Lee) auf. Das Wettergeschehen in NRW ist vor allem durch Wetterlagen aus West bis Südwest geprägt, so dass sich die Luftmassen an den (Süd-)Westhängen der Mittelgebirge stauen und zum Aufstieg gezwungen werden. Dies führt an diesen Stellen

² Dabei handelt es sich um ein „wetterbestimmendes Starkwindband auf der Nordhalbkugel. Durch die Erwärmung der Atmosphäre schwächen sich die Temperaturgefälle zwischen Äquator und den Polen ab und es ändert sich die Luftzirkulation. Die durch den Klimawandel bedingte Abnahme der Temperaturdifferenz zwischen Subtropen und Pol führt zu einer Abschwächung des Jet Streams. In der Folge bilden sich sogenannte quasistationäre Wellen. Diese blockieren den sonst für unsere Breiten typischen Wechsel zwischen Hoch- und Tiefdruckgebieten. Je nachdem, ob dadurch ein Hoch- oder Tiefdruckgebiet über Wochen vorherrscht, kommt es zu anhaltender Trockenheit oder aber zu beständigen Regenfällen und Hochwasser.“ (Umweltministerium NRW o.J.)

zu einer stärkeren Bewölkung, wodurch hier mehr Niederschlag fällt. An den Ost- und Nordostseiten der Mittelgebirge sinkt die ohnehin schon trockenere Luft ab, weniger Bewölkung und Niederschlag sind die Folge. Die Niederrheinische Bucht, in der die Stadt Brühl liegt, ist daher eine der niederschlagsärmsten Gebiete in NRW.

Mittlerer Jahresniederschlag

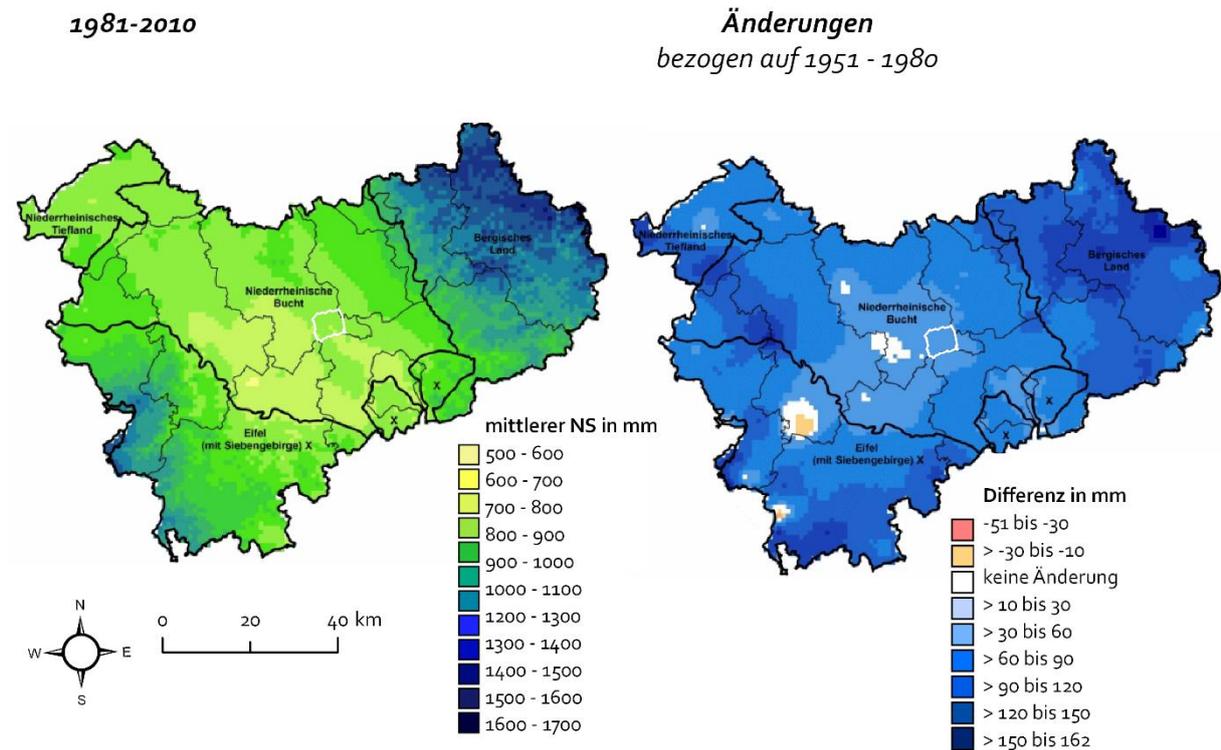


Abbildung 2-3: Vergleich der mittleren Jahresniederschläge in NRW für 1981-2010 und Änderungen im Vergleich zur KNP 1951 - 1981 (energielenker projects nach LANUV 2018)

2.2 Lokalklima

Im Rahmen der Stadtklimaanalyse für die Stadt Brühl wurden thermische Belastungsräume (Wärmebelastung) sowie Luftaustauschbahnen³ und schadstoffbelastete Bereiche speziell für die Stadt Brühl ermittelt. Der Ist-Zustand der stadtklimatischen Gegebenheiten Brühls wurde in einer Klimafunktionskarte (Klimatopkarte) dargestellt, die folgende wesentliche Ergebnisse enthält (siehe Stadtklimaanalyse S. 46ff):

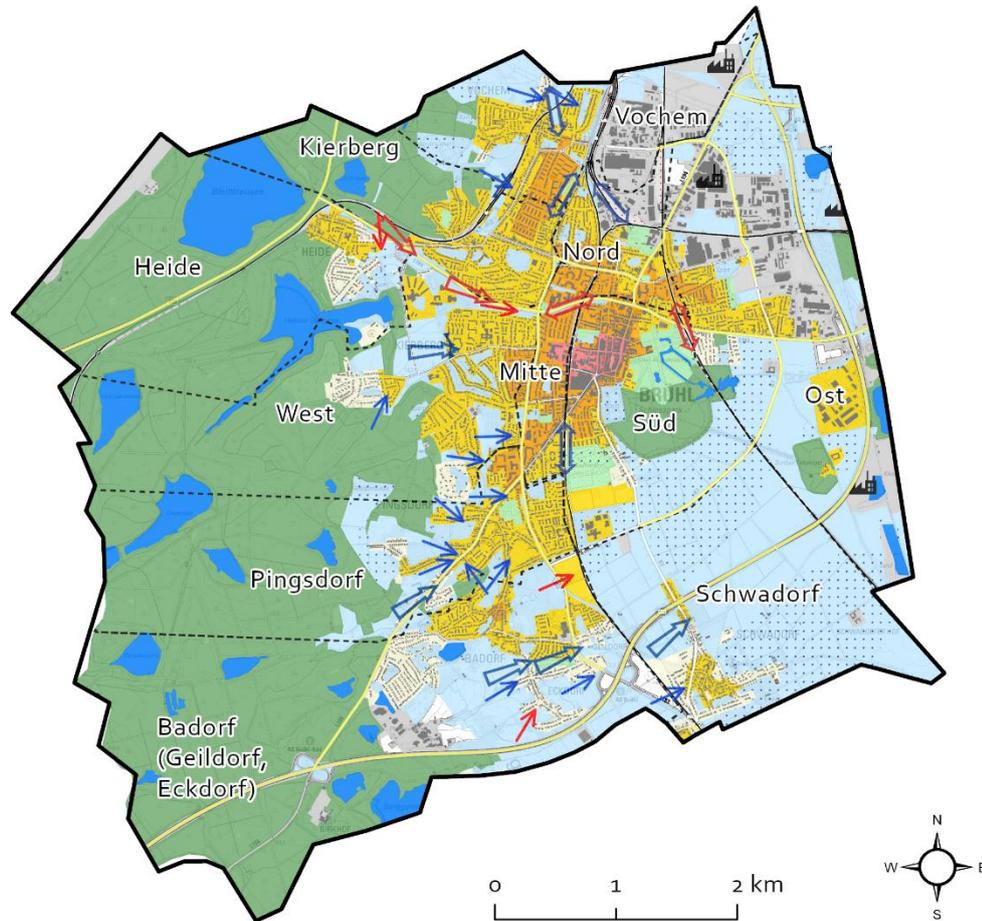
- › Im Süden des Stadtgebietes herrschen günstigere klimatische Verhältnisse als im nördlichen Bereich aufgrund aufgelockerter Bebauung und Durchgrünung. Auch die Schadstoffbelastung (u.a. mit Stickstoffdioxid) ist in den südlichen Stadtteilen überwiegend geringer. Aufgrund der zukünftigen Klimaänderungen wird jedoch auch dort der Hitzestress zunehmen.
- › Im Ortskern von Badorf tritt ein Wärmeinseleffekt⁴ (Innenstadt-Klimatop⁵) auf, da dort eine vergleichsweise hohe Bodenversiegelung vorliegt und die thermische Entlastung durch Begrünung fehlt (insbesondere im südlichen Bereich der Innenstadt). Auch die nächtliche Abkühlung fehlt in diesem Bereich aufgrund der kompakten Bebauung und infolgedessen mangelnder Durchlüftung.
- › Im Vergleich zu größeren Städten ist das Stadtgebiet Brühl bezüglich der Durchlüftung dennoch eher bevorteilt. Frischluft (schadstoffunbelastete Kaltluft) gelangt vor allem entlang der Stadtbahnlinie 18 „Köln-Bonn“ in die westlich gelegenen Teile der Innenstadt.

³ Bereiche, in denen sich der regionale Windeinfluss, insbesondere bezüglich der Hauptwindrichtung, unbehindert entfalten kann

⁴ Die klimatischen Verhältnisse in der Innenstadt unterscheiden sich gegenüber dem Umland aufgrund von Bebauung und Emissionen. Es entsteht eine Lufttemperaturdifferenz zwischen der wärmeren Stadt und ihrem kühleren Umland von bis zu 10 Grad. Vor allem bei wolkenfreien und windschwachen Wetterbedingungen tritt ein ausgeprägter städtischer Wärmeinseleffekt auf. In den Sommermonaten erhöht sich für Stadtbewohner die Gefahr für Hitzestress (vgl. DWD o.J.).

⁵ „Klimatope beschreiben Gebiete mit ähnlichen mikroklimatischen Ausprägungen. Diese unterscheiden sich vornehmlich vor allem nach der Art der realen Flächennutzung, der Bebauungsdichte bzw. dem Versiegelungsgrad, nach der Oberflächenstruktur und der Rauigkeit.

Des Weiteren spielen das Relief, die Vegetationsart und -struktur sowie die Lage im Stadtgebiet eine wichtige Rolle.“ (vgl. Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018)



Luftaustausch

- Luftleitbahn, unbelastet
- Luftleitbahn, klimatisch und/oder lufthygienisch belastet
- Talwind, unbelastet
- Talabwind, klimatisch und/oder lufthygienisch belastet
- Kaltluftabfluss, unbelastet
- Kaltluftabfluss, lufthygienisch belastet
- Kaltluftbarriere
- Kaltluftstau, -see oder Talnebel

Klimatope

- Gewässer-, Seenklima: thermisch ausgleichend, hohe Feuchtigkeit, windoffen
- Freilandklima: ungestörter, stark ausgeprägter Tagesgang von Temperatur und Feuchte, sehr geringe Windströmungsveränderungen, starke Frisch- und Kaltluftproduktion
- Waldklima: stark gedämpfter Tagesgang von Temperatur und Feuchte, Frisch-/ Kaltluftproduktion, Filterfunktion
- Klima innerstädtischer Grünflächen: ausgeprägter Tagesgang der Temperatur und Feuchte, klimatische Ausgleichsfläche in der Bebauung, lokale Verschattungen durch Baumbestand, Frisch- und Kaltluftproduktion
- Vorstadtklima: geringer Einfluss auf Temperatur, Feuchte und Wind

- Stadtrandklima: wesentliche Beeinflussung von Temperatur, Feuchte und Wind, Störung lokaler Windsysteme
- Stadtklima: starke Veränderung aller Klimaelemente gegenüber dem Freiland, Herausbildung einer Wärmeinsel, Luftschadstoffbelastung
- Innenstadtklima: Intensiver Wärmeineffekt, geringe Feuchte, starke Windfeldstörung, problematischer Luftaustausch, Luftschadstoffbelastung
- Gewerbe-/ Industrieklima: starke Veränderung aller Klimaelemente, Ausbildung des Wärmeineffektes, teilweise hohe Luftschadstoffbelastung
- ohne Bewertung (Straßenraum etc.)
- Straße mit hoher Verkehrsbelastung (DTV > 10 000 Kfz/ 24h und < 30 000 Kfz/ 24h)

Abbildung 2-4: Klimafunktionskarte für die Stadt Brühl (Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018)

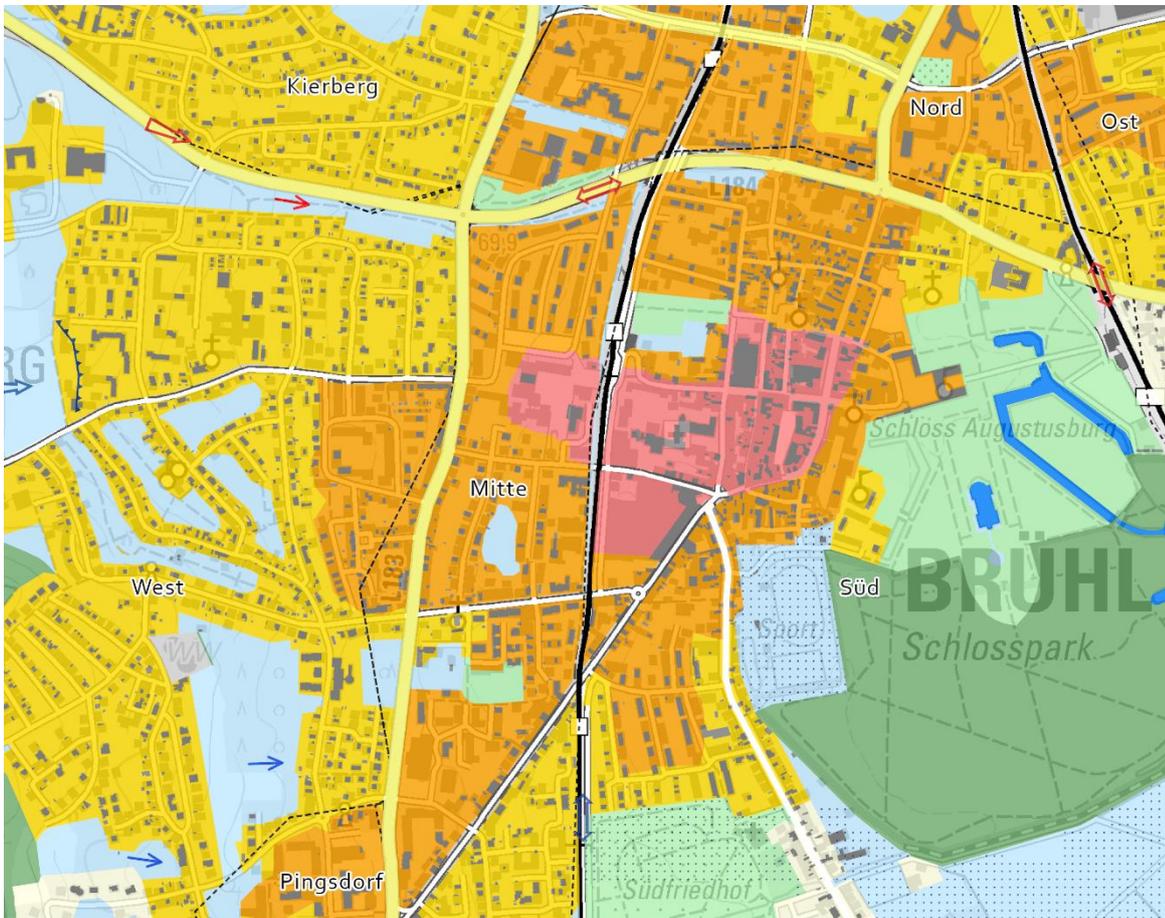


Abbildung 2-5: Auszug aus der vollständigen Klimafunktionskarte Stadt Brühl (Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018)

Auf Grundlage der Klimafunktionskarte wurde außerdem eine Planungshinweiskarte (siehe Abb. 2-6 und 2-7) erarbeitet, die verschiedene Bereiche der Stadt Brühl bezüglich ihrer lokalklimatischen Bedeutung bewertet und ihre Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung oder -änderung (z.B. Bebauung von Freiflächen) einschätzt (siehe Stadtklimaanalyse S. 66ff). Folgende wesentliche Ergebnisse können herausgestellt werden:

- › Als aus klimatischer Sicht sanierungsbedürftiger Bereich (violett gefärbt; verdichtete Siedlungsräume, die klimatisch-lufthygienisch stark belastet sind) zählt die laut Klimafunktionskarte als Innenstadt-Klimatop ausgewiesene Fläche im Innenstadtbereich. Das Gebiet reicht im Norden bis zu den Straßen Carl-Schurz-Straße/An der Bleiche/Kirchstraße/Bahnhofstraße, im Westen bis zur Straße „An der alten Brauerei“ bzw. in Teilbereichen (zwischen Clemens-August-Straße und Schlaunstraße) darüber hinaus, im Osten bis über den Bereich der Uhlstraße und den Marktplatz und im Süden schließt es die Giesler-Galerie zwischen der Uhlstraße und der Straße „An

der alten Brauerei“ mit ein. In dem gekennzeichneten Sanierungsbereich sind aufgrund der hohen klimatischen und/oder lufthygienischen Belastung dringend Maßnahmen zur Verbesserung der klimatisch-lufthygienischen Situation anzuraten. Dieser „Hot-Spot“ Bereich wird im Rahmen der vorliegenden Risikoanalyse im Kapitel 6 genauer untersucht.

- › An die Sanierungszonen im Innenstadtbereich schließen etwas lockerer bebaute und besser durchlüftete Siedlungsräume (rot gefärbt) an. Eine Nutzungsintensivierung dieser Gebiete würde zu einer Ausweitung der klimatischen Sanierungszone im Innenstadtbereich führen und sollte deshalb vermieden werden. Im Innenstadtbereich reichen die rot gefärbten Bereiche auf der Ostseite bis zum Schlosspark bzw. zum Schloßparkstadion heran. Dies soll gewährleisten, dass die Luftzufuhr in die Innenstadt hinein möglichst nicht durch weitere Bebauung stärker eingeschränkt wird. Aus den gleichen Gründen sollte auch eine Intensivierung der Bebauung südlich des Alten Friedhofes sowie nördlich des Südfriedhofes vermieden werden. Weitere rot gefärbte Bereiche befinden sich in Gebieten, die überwiegend als Stadtklimatop ausgewiesen wurden. Dies sind beispielsweise stärker versiegelte Flächen in den Ortsteilen um die Innenstadt herum, in Teilbereichen beidseitig der Bahnschienen nördlich des Bahnhofes Brühl, aber auch Teilbereiche der Ortsteile Kierberg, Vochem und Badorf.

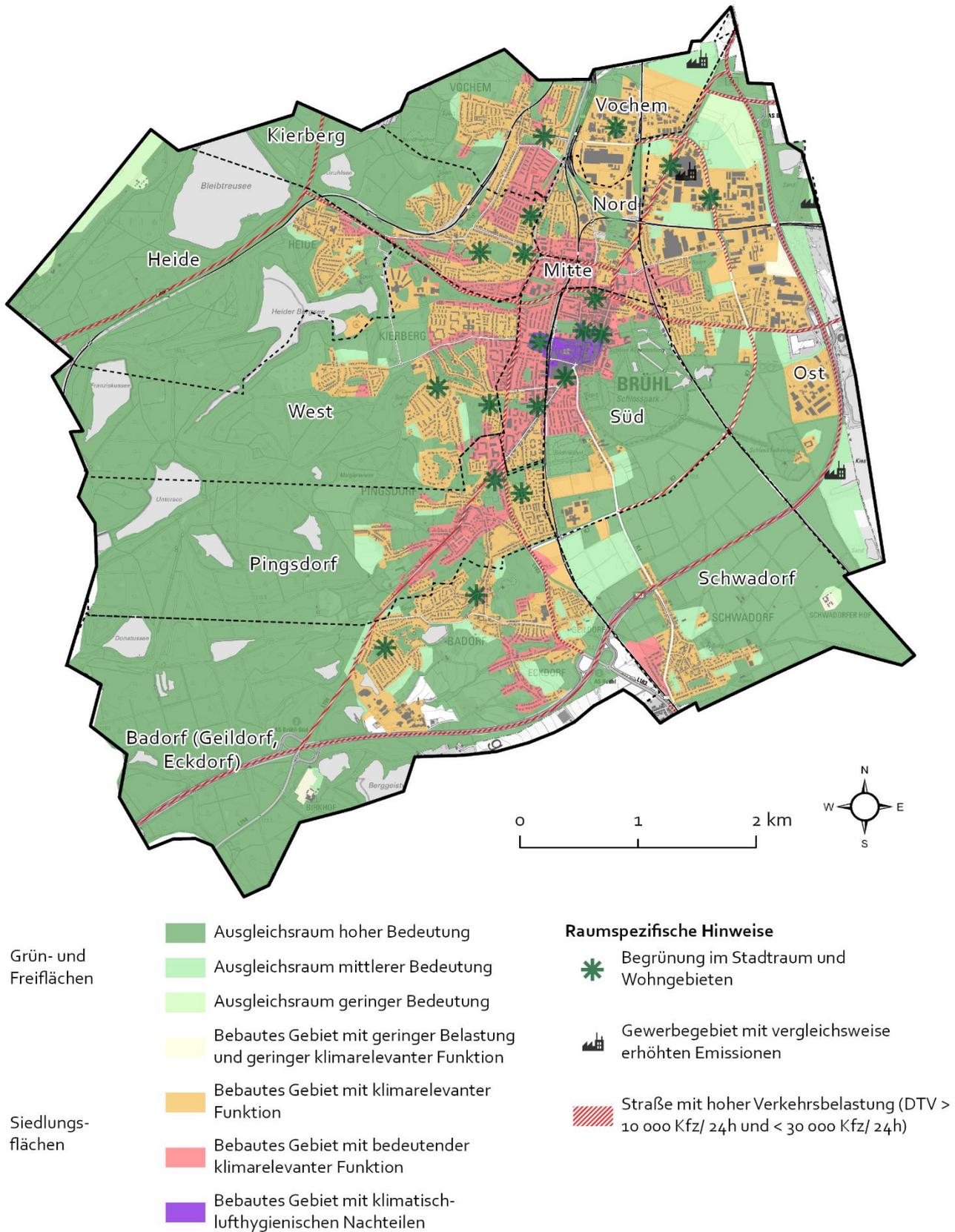


Abbildung 2-6: Planungshinweiskarte für die Stadt Brühl (Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018)

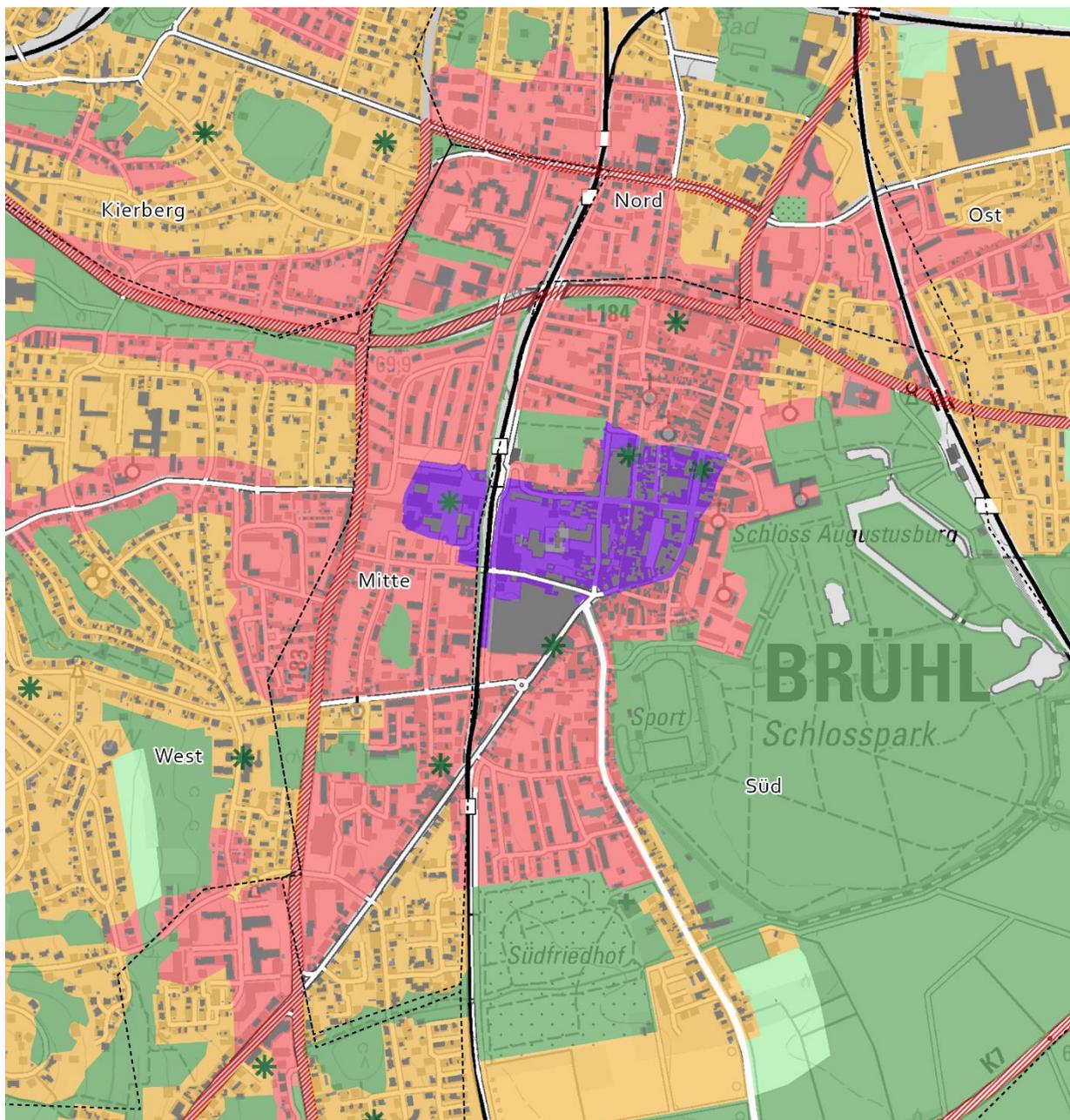


Abbildung 2-7: Auszug aus der vollständigen Planungshinweise für die Stadt Brühl (Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018)

3 Zukünftige klimatische Veränderungen

Um die zu erwartenden Änderungen besser einordnen zu können, werden zunächst die wichtigsten zu erwartenden Klimaveränderungen übergeordnet für NRW und im Vergleich dazu in Brühl dargestellt.

Diese Klimaveränderungen für NRW können wie folgt zusammengefasst werden (LANUV NRW 2020): Für die Entwicklung der mittleren Lufttemperatur zeigen Auswertungen der regionalen Klimaprojektionen einen zukünftigen Anstieg der Lufttemperaturen in ganz Nordrhein-Westfalen an. Regionale Differenzierungen lassen sich dabei nicht feststellen. So werden Zunahmen der Jahresmitteltemperatur von 1,4 °C bis 2,2 °C für die nahe Zukunft (2031 – 2060) projiziert, für die ferne Zukunft (2071 – 2100) bis zu 2,7 °C. Die Steigerungen der Temperaturen fallen für die Herbst- und Wintermonate etwas höher aus, für den Frühling etwas geringer (LANUV NRW 2020). Wichtig sind des Weiteren besonders warme oder kalte Perioden eines Jahres. Diese werden durch sogenannte Temperaturkentage charakterisiert: So wird die Summe aller Tage pro Jahr gebildet, an denen eine definierte maximale Temperatur überschritten oder eine minimale Temperatur unterschritten wird (s. Kap. 2, Tabelle 1). Für die Stadt Brühl werden folgende Änderungen für die nahe und ferne Zukunft erwartet⁶:

Tabelle 6: Klimaparameter: prognostizierte Änderungen in der nahen und fernen Zukunft (LANUV NRW)

Klimaparameter	Für die Stadt Brühl prognostizierte Änderungen in der nahen Zukunft (2031 – 2060) bezogen auf 1971 - 2000	Für die Stadt Brühl prognostizierte Änderungen in der fernen Zukunft (2071 – 2100) bezogen auf 1971 - 2000
Mittlere Lufttemperatur	+ 1,9 °C	+ 2,7 °C
Eistage	- 1,8 Tage	- 3 Tage
Heiße Tage	+ 13,1 Tage	+ 14,5 Tage
Mittlerer Jahresniederschlag	+ 7,5 %	+ 11,8 %

⁶ Aussagen zu möglichen zukünftigen Klimaentwicklungen lassen sich über physikalische Rechenmodelle ableiten. Die Ergebnisse dieser Simulationen werden als Klimaprojektionen bezeichnet. Den Daten im vorliegenden Konzept wird das RCP 4.5-Szenario (moderates Szenario) zu Grunde gelegt und es wird auf das 85. Perzentil zurückgegriffen. Um eine Spannweite aufzuzeigen, in dem die zu erwartenden Klimaveränderungen bei Annahme Szenarios in NRW wahrscheinlich eintreten werden, werden Perzentile dargestellt. 50. Perzentil: repräsentiert den Wert, für den jeweils die Hälfte der Modellberechnungen höhere bzw. niedrigere Abweichungen anzeigen; 85. Perzentil: gibt den Wert an, für den 85 Prozent der Simulationen höhere Änderungen oder erreichen diesen Wert genau; 15. Perzentil: gibt den Wert an, für den 15 Prozent der Modellergebnisse niedrigere Änderungen zeigen oder diesen Wert genau erreichen. Über dieses Vorgehen kann eine gewisse Bandbreite von verschiedenen Modellergebnissen dargestellt werden, während Extremwerte keine Berücksichtigung finden (LANUV NRW 2020). Die Projektionen werden vom LANUV nur mit Bezug auf den Messzeitraum 1971 – 2000 bereitgestellt.

Dies wird zusätzlich durch die Abbildung 3.1 bestätigt, da die Stadt Brühl laut dieser Prognose zukünftig mit einer sehr hohen Zunahme an Hitzewellen betroffen sein wird. Das Auftreten von drei aufeinanderfolgenden heißen Tagen ($>30\text{ °C}$) wird als Hitzewellentag definiert. Die Berechnung der Hitzewellentage erfolgte mithilfe des STAR Modells (Szenario)⁷. Die Kalkulation wurde dabei für zwei Zeitperioden durchgeführt: die Periode 1961-1990 und die Zukunftsperiode 2031-2060. Dabei lässt sich festhalten, dass aufgrund der hohen Einwohneranzahl und -dichte in NRW ein großer Anteil der Bevölkerung betroffen sein wird. Durch den Klimawandel könnten sich daher Hitzewellen und somit Perioden mit einer hohen thermischen Belastung für die Bevölkerung in der Stadt Brühl noch verstärken bzw. häufiger auftreten.

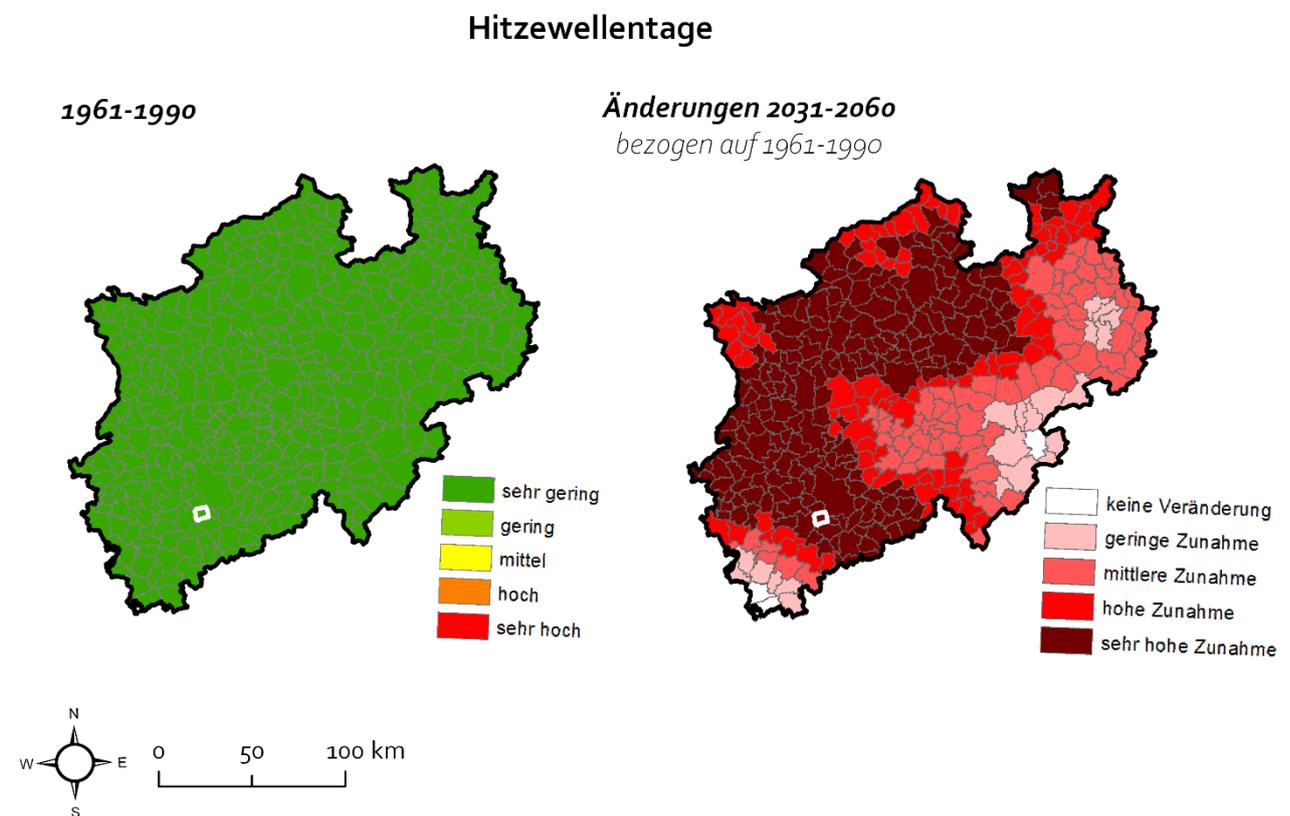


Abbildung 3-1: Anzahl der Hitzewellentage und Anzahl der prognostizierten Hitzewellentage (LANUV NRW)

⁷ Für Deutschland gibt es gegenwärtig vier relevante regionale Klimamodelle. Das STAR Modell ist ein statistisches Regionalmodell vom Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK). Statistische Regionalmodelle nutzen die statistischen Zusammenhänge zwischen den beobachteten großräumigen Zirkulationsmustern und dem lokalen und regionalen Wettergeschehen. Die gegenwärtigen Zusammenhänge werden von Messdaten übernommen. Die künftigen Änderungen der großräumigen Strukturen stammen aus globalen Klimamodellen, wobei die heutigen statistischen Beziehungen auf die künftigen Verhältnisse übertragen und daraus die regionalen Änderungen abgeleitet werden (Wiki Klimawandel o.J.).

Sowohl die projizierten Temperatur- als auch Niederschlagsentwicklungen sind vor dem Hintergrund vorhandener Modellunsicherheiten vorsichtig zu interpretieren. Die abgeleiteten Werte stellen somit eher richtungsweisende Änderungen der klimatischen Verhältnisse in NRW und Brühl dar und sind mit zahlreichen Unsicherheiten verbunden (LANUV NRW 2014). Insbesondere die möglichen zukünftigen Entwicklungen der Jahresniederschläge zeigen sich je nach Region, Perzentil, Zeitraum und Szenario sehr variabel. Bei dem in Tabelle 6 betrachteten Szenario wird für die Stadt Brühl eine Zunahme der jährlichen Niederschlagssumme erwartet. Hierbei muss beachtet werden, dass die bereits in der Vergangenheit beobachteten jahreszeitlichen Niederschlagsverschiebungen sich voraussichtlich zukünftig fortsetzen werden, d.h. die Niederschläge im Frühjahr und Winter werden sehr wahrscheinlich zunehmen, während sie in den Sommermonaten abnehmen werden (LANUV NRW 2020).

Prognosen zu Windgeschwindigkeiten in der nahen und der fernen Zukunft liegen für die Stadt Brühl nicht vor. Die Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland zeigt jedoch, dass keine wesentlichen Änderungen der Windgeschwindigkeiten zu identifizieren sind. Tendenziell gibt es eine Zunahme der Intensität von Starkwindereignissen im Winter, während die Intensität von Starkwindereignissen im Sommer leicht abnehmen wird. Im Vergleich zu anderen Variablen (Temperatur, Niederschlag) sind die zukünftigen Veränderungen für den Wind insgesamt verhältnismäßig klein. Insgesamt gilt jedoch, dass über die Entwicklung von Wind nur recht ungenaue Aussagen getroffen werden können (Umweltbundesamt 2021).

4 Zwischenfazit

Aus den vorigen Kapiteln lässt sich festhalten, dass sich die klimatischen Verhältnisse in der Stadt Brühl in der Vergangenheit bereits verändert haben. Für die Jahresmitteltemperatur ist in der Periode 1991 – 2020 im Vergleich zum Zeitraum 1951 – 1980 ein Anstieg von 1,1 °C verzeichnet worden. In Bezug auf den jährlichen Niederschlag können keine eindeutigen Entwicklungen festgestellt werden und auch die zukünftigen Klimaprojektionen sind diesbezüglich sehr variabel. Dem in Tabelle 6 dargestellten Szenario nach wird grundsätzlich jedoch mit einer leichten Zunahme der Jahresniederschlags gerechnet. Bei diesen Klimafaktoren handelt es sich um langsam eintretende Veränderungen, die im Alltag kaum bemerkbar sind. Von größerer Relevanz für die Klimawandelanpassung im städtischen Kontext sind die Folgen voraussichtlich häufiger auftretender und intensiverer Extremereignisse. Aus den Szenario-Berechnungen geht hervor, dass die Stadt Brühl vor allem durch einen hohen Anstieg an heißen und Sommertagen sowie Hitzewellen geprägt sein wird. Schon innerhalb der nächsten 40 Jahre (2031 -2060) ist damit zu rechnen, dass etwa 13 Tage pro Jahr zusätzlich eine Lufttemperatur von über 30 Grad Celsius erreichen werden (bezogen auf die Periode 1971 – 2000). Die Klimafunktions- und Planungshinweiskarte aus dem Jahr 2018 verdeutlicht in diesem Zusammenhang, dass der Hitzestress insbesondere im städtischen und innerstädtischen Bereich zunehmen wird. Gleichzeitig ist mit einer Verschiebung der jährlichen Niederschläge zu rechnen. Das bedeutet, die Niederschläge werden vermehrt in den kälteren Jahreszeiten fallen, während die Sommermonate durch länger anhaltende Trockenperioden gekennzeichnet sein werden (LANUV NRW 2020). Zu den Entwicklungen von Windgeschwindigkeiten und Sturmereignissen gibt es für die Stadt Brühl keine Daten, daher wird dieser Bereich in der folgenden Betrachtung außenvorgelassen.

Auf Grundlage dieser Rahmenbedingungen wird nachfolgend der Fokus auf 1) Hitzebelastung, 2) Trockenheit und 3) Extremniederschläge/ Hochwasser (im Folgenden als „Problemfelder“ bezeichnet) gelegt. Dafür wird die jeweilige Betroffenheit der Stadt Brühl analysiert und auf Basis dessen Handlungsbedarfe ermittelt.

5 Identifizierung von Schwerpunkten zur Anpassung an den Klimawandel in der Stadt Brühl

Auf Grundlage der vorhandenen Daten und bisherigen Klimaanpassungsaktivitäten werden im Folgenden Schwerpunkte für den weiteren Handlungsbedarf im Bereich der Adaption an den Klimawandel für die Stadt Brühl identifiziert.

Dies erfolgt in zwei Schritten: Zunächst werden die vorhandenen Klimawandelanpassungsaktivitäten und -maßnahmen (planerisch, technisch, sensibilisierend/ Anreize) der Stadt Brühl tabellarisch zusammengetragen und die jeweiligen Inhalte knapp aufgelistet sowie die Maßstabsebene (Region, Stadt, etc.) benannt. Im zweiten Schritt wird schließlich mithilfe verschiedener Kartendarstellungen und Diagrammen sowie auf Grundlage von Experteninterviews die Betroffenheit der Stadt durch Hitze bzw. Trockenheit bzw. Extremniederschläge/ Hochwasser analysiert.

Durch diese Vorgehensweise (Schritt 1: Was gibt es schon? Schritt 2: Welche Bereiche sind besonders betroffen?) lässt sich schließlich der Handlungsbedarf ermitteln, sodass für jedes Problemfeld Handlungsempfehlungen in Form von Schlüsselmaßnahmen aufgeführt werden (Welche weiteren Maßnahmen, Strategien und Konzepte sind zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit bzw. Verminderung der Betroffenheit notwendig?). Den Maßnahmen wird jeweils ein thematisches Handlungsfeld zugeordnet. So ergeben sich abschließend mehrere Handlungsfelder (z.B. menschliche Gesundheit und Katastrophenschutz, Land- und Forstwirtschaft, etc.), die für die Stadt Brühl als thematische Schwerpunkte im weiteren Vorgehen dienen können.

Die drei Problemfelder (Hitzebelastung, Trockenheit und Extremniederschläge/Hochwasser) werden also im Folgenden nacheinander mittels folgender Struktur genauer betrachtet:

1. Vorhandene Daten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten
2. Analyse und Betroffenheit
3. Handlungsempfehlungen und Maßnahmenvorschläge

Im Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Problemfelder (Hitze, Trockenheit, Extremniederschläge/ Hochwasser) überblickartig zusammengefasst. Außerdem findet sich dort ein zusammenfassender tabellarischer Überblick über die identifizierten Maßnahmen und Handlungsfelder.

5.1 Hitzebelastung

5.1.1 Vorhandene Daten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten

Vorhandene Grundlagendaten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten	Inhalt	Maßstabsebene/ Bereich
planerisch	<p>Fachbeitrag Klima für die Planungsregion Köln (LANUV 2018)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Daten zum Klima und bereits stattgefundene Änderungen und projizierte Änderungen in der Zukunft (Jahresmitteltemperatur, Heiße Tage) - Herausforderungen und Handlungsansätze zur Klimaanpassung (thermischen Belastung) → Auswertung der „Klimaanalyse NRW“ (LANUV 2018) für die Planungsregion Köln 	Regierungsbezirk Köln
	<p>Klimawandelvorsorgestrategie Köln-Bonn (2019)</p> <p>Bedeutung der Stadt Brühl und Planungshinweise im regionalen Kontext:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Thermisch hoch belastete Siedlungen in der Rheinschiene - Kaltluftleitbahn mit hoher Bedeutung - Kaltluft-Einzugsgebiet mit hoher Bedeutung - Freiräume mit sehr hoher Multifunktionaler Ausgleichsfunktion - Freiräume mit hoher Multifunktionaler Ausgleichsfunktion - Freiräume mit mittlerer Multifunktionaler Ausgleichsfunktion - Waldgürtel hohe/sehr hohe multifunktionale Ausgleichsfunktion - Waldgürtel mit mittlerer multifunktionaler Ausgleichsfunktion 	Region Köln-Bonn
	<p>Klimafunktions- und Planungshinweiskarte (2018)</p> <p>Bedeutung des Klimawandels für die Stadt Brühl + Planungshinweise (Luftaustauschbahnen, thermische Belastungsräume und relevante Immissionen):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Im Zentrum der Stadt befinden sich Bereiche mit klimatisch-lufthygienischen Nachteilen, in denen bereits jetzt erhöhte Wärme- und Schadstoffbelastungen vorliegen. Aufgrund zukünftiger Klimaänderungen hin zu höheren Temperaturen wird dort selbst ohne Änderung der Bedingungen der Hitzestress zunehmen 	Stadt Brühl (FNP-Ebene)
	<p>Landschaftsplan Nr. 8</p> <p>Es wurden unterschiedliche Entwicklungsziele für die Landschaft festgeschrieben</p>	Landschaftsplan Nr. 8 Rheinterassen

Vorhandene Grundlagendaten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten	Inhalt	Maßstabsebene/ Bereich
<p>Entwicklungs- und Festsetzungskarte</p> <p>Neuaufstellung des Flächennutzungsplanes und Erstellung „Masterplan Freiraum und Grün“</p>	<p>Projekt "Masterplan Freiraum und Grün" – beinhaltet mittel- bis langfristige Maßnahmen. Möglichkeiten zur Ausweisung von Siedlungsflächen; Ermittlung von Flächen zum ökologischen Ausgleich und Bedeutung der Flächen</p>	<p>Stadt Brühl (FNP-Ebene)</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">technisch</p>	<p>Klimaanalyse wird im Zuge der Bauleitplanung angewendet. Wenn Flächen mit einer hohen Klimafunktion beplant werden, wird ein detailliertes Klimagutachten erstellt</p>	<p>Stadt Brühl</p>
	<p>Im Handlungsfeld „altersgerechte Stadtentwicklung“ wurde der Bezug zur Klimafolgenanpassung kurz mitaufgenommen</p>	<p>Stadt Brühl</p>
	<p>In Zusammenarbeit einer externen Biologin, die sich mit der Konzeption der Anlage von „Schotterrasen“ (magere Standorte für heimische Flora) beschäftigt.</p> <p>Bürgerinnen und Bürger werden im Rahmen der Planung mitbeteiligt. Falls gewünscht, auch bei der Umsetzung von z. B. Baumpflanzungen, Trockenmauern, etc.</p>	<p>Brühl-Ost</p>
	<p>Investitionsprogramm für die Neupflanzung von Straßenbäumen in Höhe von jährlich 200.000 € (2019 – 2023)</p>	<p>Stadt Brühl</p>
	<p>Geschützt sind Bäume mit einem Stammumfang von mindestens 80 Zentimetern. Baumkontrollen, Baumpflege und Baumfällungen sind Aufgaben des StadtServiceBetriebs. Ziele: Baumerhaltung und Verkehrssicherung.</p>	<p>Stadt Brühl</p>
	<p>Festsetzungen in Bebauungsplänen u. a. Vorgärten sind natürlich zu gestalten (Versiegelung ausgeschlossen etc.) Ausnahme: Zuwege und Müllstellplätze</p> <p>Dachbegrünung bei Flachdächern und Tiefgaragen werden bereits teilweise festgesetzt</p>	<p>Stadt Brühl</p>

Vorhandene Grundlagendaten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten	Inhalt	Maßstabsebene/ Bereich	
	Prüfung einer Satzung zum Verbot von Schottergärten	Anlass: Änderung in der Bauordnung. Ob Vorgaben zur Vorgartengestaltung rechtlich vergeben werden dürfen, wird aktuell durch die Stadt geprüft.	Stadt Brühl
	Sonnenschutzmaßnahmen in Kitas	u. a. Kita Lessingstraße, Kita Pehle und Kita Forsthaus → Sonnenschutzkassetten Außenkonstruktion; Austausch von Fenster und Türanlagen, Dachdämmung, Sonnenschutzfolien Fensteranlagen, Erneuerung Fensteraußenläden	Lessingstraße 24-26 Auf der Pehle 27 Kaiserstraße 29
Sensibilisierend/Anreize	Verhaltensmaßregeln für Hitze	Feuerwehr hat Verhaltensmaßregeln für Hitze vorliegen, ordnet im Sommer an den Badeseen, macht auf Waldbrandgefahr aufmerksam	Stadt Brühl
	Aufstellung eines Förderprogrammes Dachbegrünung „Brühl bunt“	Private Eigentümer und Gewerbe; Beginn des Förderprogramms 01.06.2021	Stadt Brühl
	Förderprogramm Fassadenbegrünung	Aktuell in Planung	Stadt Brühl
	Förderprogramm Entsigelung	Aktuell in Planung	Stadt Brühl
	Projekt Zukunftsbäume 2021	Ende März wurden auf dem Gelände des Stadtservicebetriebes 100 Apfelbäume zum Einpflanzen für Bürgerinnen und Bürger verschenkt. Eine Fortführung ist geplant.	Stadt Brühl
	Projekt Ereigniswald	Aktuelle Planung eines Ereigniswaldes (Baumpflanzung durch Bürgerinnen und Bürger bei Hochzeiten etc.). Die Stadt ist aktuell auf der Suche nach geeigneten Flächen. Konzept zur Bewässerung etc. wird dazu noch erarbeitet	Stadt Brühl
	Flyer „Grün statt Grau“	Vorteile naturnaher Vorgärten; Begrünte Vorgärten, für ein besseres Mikroklima (u. a. Schottergärten vermeiden, Pflanzhinweise). Veröffentlichung städtische Webseite	Stadt Brühl
	Urban-Gardening-Projekte	Flächen werden von der Stadt zur Verfügung gestellt. Bei dem Wunsch nach einer gärtnerisch zu nutzenden Fläche wird die AÖR gemeinsam mit der Liegenschaftsverwaltung der Stadt Brühl prüfen, ob ein geeignetes unbebautes Grundstück für eine solche Nutzung zur Verfügung gestellt werden kann.	Stadt Brühl
	Gärten in Schulen und Kindertagesstätten	Wünsche von Schulen und Kindertagesstätten nach einem Schulgarten wurden bisher	Stadt Brühl

Vorhandene Grundlagendaten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten	Inhalt	Maßstabsebene/ Bereich
	und werden auch zukünftig vom StadtServiceBetrieb unterstützt. Vorbereitende Arbeiten wie Umwandlung von Rasen- in Garten-nutzfläche oder Erstellung von Hochbeeten werden durchgeführt.	

5.1.2 Analyse und Betroffenheit

Im Folgenden wird die Betroffenheit der Stadt Brühl durch Hitze ermittelt. Hierbei werden die klimatischen Verhältnisse in Bezug auf verschiedene städtische Rahmenbedingungen (z. B. Vorhandensein von sozialen Einrichtungen oder Anteil vulnerabler Bevölkerungsgruppen⁸) analysiert. Dazu wird die grundsätzliche Bedeutung des Analyseschwerpunktes in Bezug auf das Themenfeld der Klimafolgenanpassung kurz beschrieben und in Form von Analysekarten und Diagrammen dargestellt. Im Anschluss wird die Betroffenheit für das Stadtgebiet Brühl gegenüber den Klimaänderungen benannt, die betroffenen Handlungsfelder eingeordnet und mögliche Risiken sowie Klimawirkungen beschrieben.

Soziale Infrastruktur

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Ein hohes Gesundheitsrisiko für die Bevölkerung stellt vor allem die mit dem Klimawandel einhergehende Zunahme von heißen Tagen, Tropennächten oder Hitzeperioden dar. Der menschliche Organismus kann sich innerhalb bestimmter Grenzen an thermische Verhältnisse anpassen. Zu hohe Temperaturen führen allerdings zu einer erheblichen Belastung des Organismus, und zwar steigen die Anforderungen an das Herz-Kreislauf-System, den Bewegungsapparat und die Atmung, was in einer Zunahme der Erkrankungs- und Sterberaten (Mortalität) resultieren kann. Insbesondere bei Hitzestress sind Säuglinge, Kleinkinder (unter 6 Jahren), ältere (über 65 Jahren) und gesundheitlich vorbelastete (kranke) Menschen gefährdet, da bei ihnen das Thermoregulationssystem nur eingeschränkt funktionsfähig ist (vulnerable Bevölkerungsgruppen).

Analysekarte/ Abbildung

⁸ *Vulnerable Bevölkerungsgruppen: Die Auswirkungen des Klimawandels treffen nicht alle Personen gleichermaßen. Bestimmte Bevölkerungsgruppen weisen in diesem Zusammenhang eine besondere Anfälligkeit auf. Zu diesen sogenannten vulnerablen Gruppen gehören alte Menschen, Personen mit chronischen Erkrankungen, Säuglinge und Kleinkinder sowie Menschen mit Behinderungen.*

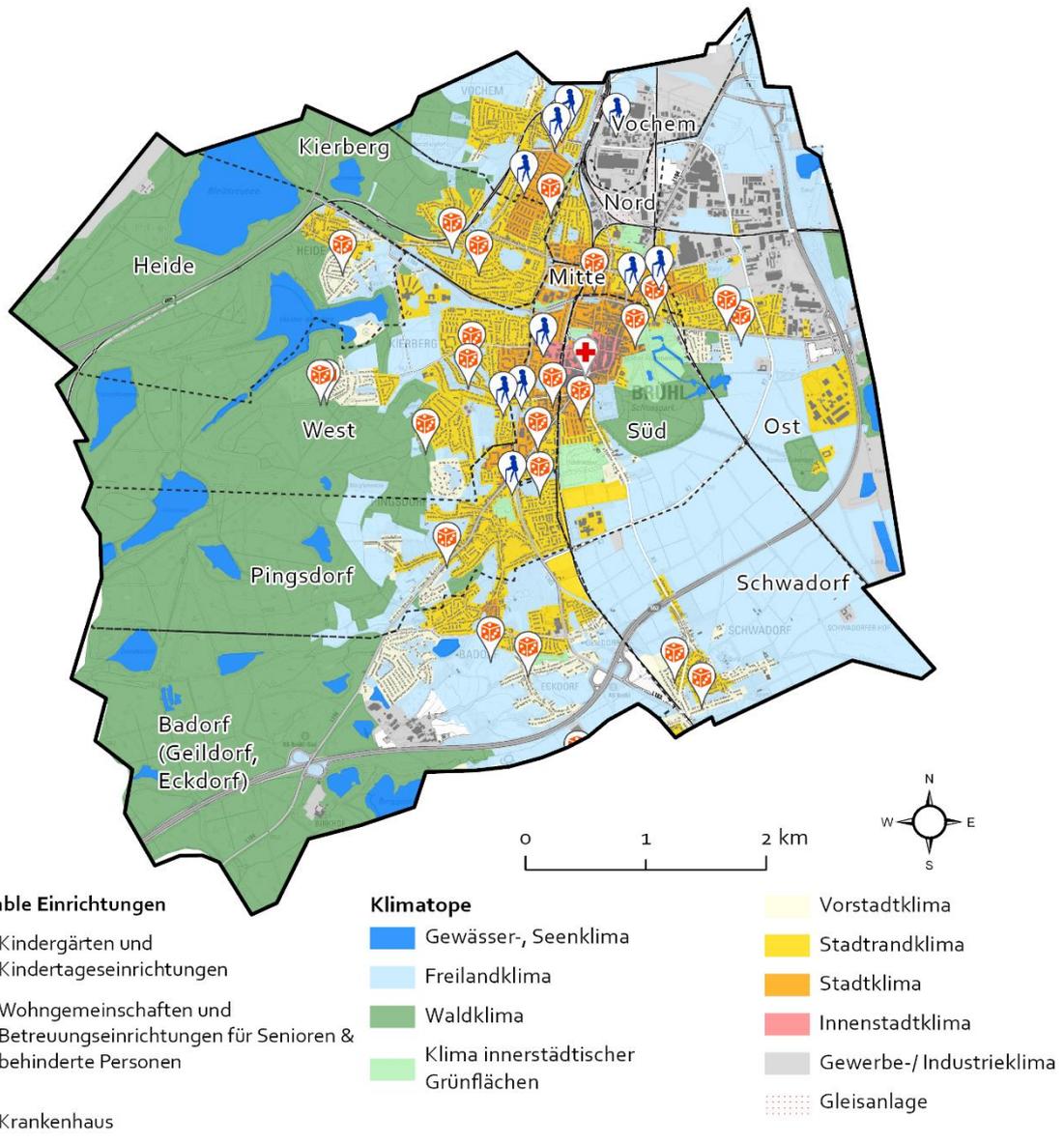


Abbildung 5-1: Klimafunktionskarte und Legende aus 2018 inkl. Standorte vulnerabler Einrichtungen. (Daten: Stadt Brühl, energielenker projects)

Hinweis: Eine Erläuterung der Klimatope befindet sich in der Legende der Abbildung 2-4 (S.16).

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

Identifizierte vulnerable Einrichtungen in thermisch ungünstigen Gebieten:

- › Innenstadtklima (Intensiver Wärmeineffekt, Luftschadstoffbelastung etc.)
 - Marienhospital Brühl (Mühlenstraße 21)

- › Stadtklima (Wärmeineffekt etc.)
 - Städtische Kindertagesstätte (Liblarer Str. 16)
 - Katholischer Kindergarten St. Marien (Waldorfer Str. 18)
 - SkF-Familienzentrum St. Margareta (Mühlenstraße 85)
 - Ev. Kindertagesstätte „Unterm Regenbogen“ (Mayersweg 10)
 - Senioren - Residenz Brühl Nitsche (Schillerstraße 2)
 - Lebenshilfe Gemeinnützige Wohnstätten (Zum Herrengarten 14)
 - Seniorenzentrum Johannesstift (Königsberger Str. 8)
 - Seniorenwohnheim Brühl (Kölner Straße 74-84)

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

Auswirkungen auf das Gesundheitssystem durch z. B. Hitzestress.

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Anstieg heiße Tage (vgl. Kapitel 3)
- › Stadtklima/Wärmeinseln
- › Hitzebelastung

Betroffene Handlungsfelder

- › Menschliche Gesundheit und Katastrophenschutz
- › Stadtentwicklung und kommunale Planung

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmenvorschlag

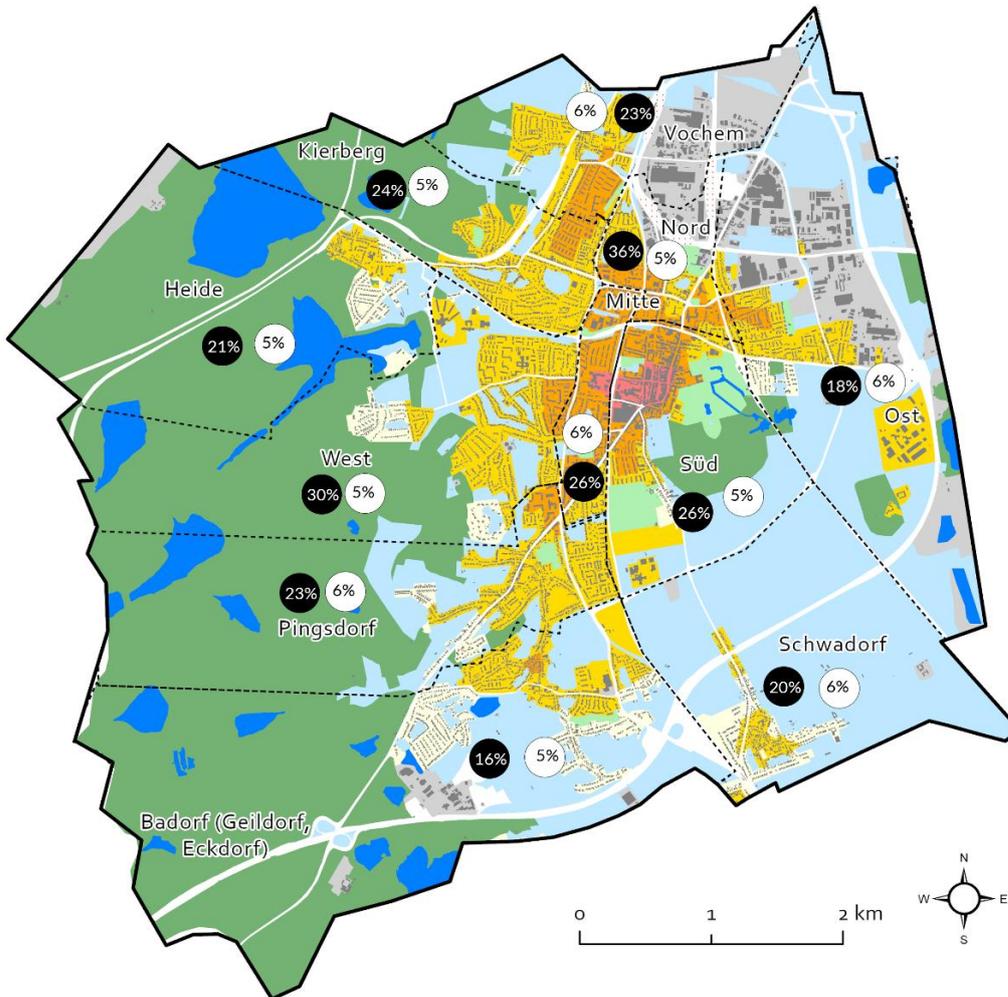
S. Kapitel 5.1.3; Maßnahme 9

Vulnerable Bevölkerungsgruppen

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Ein hohes Gesundheitsrisiko besteht insbesondere vulnerable Bevölkerungsgruppen durch die Zunahme von Hitzetagen (Hitzestress).

Analysekarte/ Abbildung



Vulnerable Bevölkerung

- Anteil über 65 Jahren
- Anteil unter 6 Jahren

Klimafunktionskarte

Klimatope

- Gewässer-, Seenklima
- Freilandklima
- Waldklima
- Klima innerstädtischer Grünflächen

Vorstadtklima

Stadtrandklima

Stadtklima

Innenstadtklima

Gewerbe-/ Industrieklima

Gleisanlage

Abbildung 5-2: Thermische Belastung und Anteil vulnerabler Bevölkerungsgruppen (Kartengrundlage: Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018; Daten: Stadt Brühl; energielenker projects)

Hinweis: Eine Erläuterung der Klimatope befindet sich in der Legende der Abbildung 2-4 (S.16).

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- › Verteilung der Bevölkerung unter 6 Jahren im Stadtgebiet ausgewogen
- › Hoher Anteil der Bevölkerung über 65 Jahren im Stadtteil Brühl-Nord (36 %), Brühl-City/Süd (26%) und Westliche Innenstadt (26 %)
- › Die vulnerable Bevölkerungsgruppe ist innerhalb des Stadtgebiets in Bereichen mit überwiegendem Innenstadtklima (Wärmeineleffekt, geringe Feuchte, problematischer Luftaustausch) und Stadtklima (Ausbildung einer Wärmeinsel, Luftschadstoffbelastung) wohnhaft

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

Verstärkte gesundheitliche Auswirkungen auf die vulnerablen Bevölkerungsgruppen durch z. B. Hitzestress.

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Anstieg heiße Tage (vgl. Kapitel 3)
- › Stadtklima/Wärmeinseln
- › Hitzebelastung

Betroffene Handlungsfelder

- › Menschliche Gesundheit und Katastrophenschutz
- › Stadtentwicklung und kommunale Planung

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmenvorschlag

S. Kapitel 5.1.3; Maßnahmen 10 und 11

Zukünftige Bevölkerungsentwicklung und Entwicklung vulnerabler Bevölkerungsgruppen

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Ein hohes Gesundheitsrisiko besteht insbesondere vulnerable Bevölkerungsgruppen durch die Zunahme von Hitzetagen (Hitzestress). Vor dem Hintergrund des Bevölkerungsanstiegs ergibt sich die Herausforderung im Umgang mit der baulichen Freihaltung von klimatisch bedeutsamen Flächen.

Analysekarte/ Abbildung

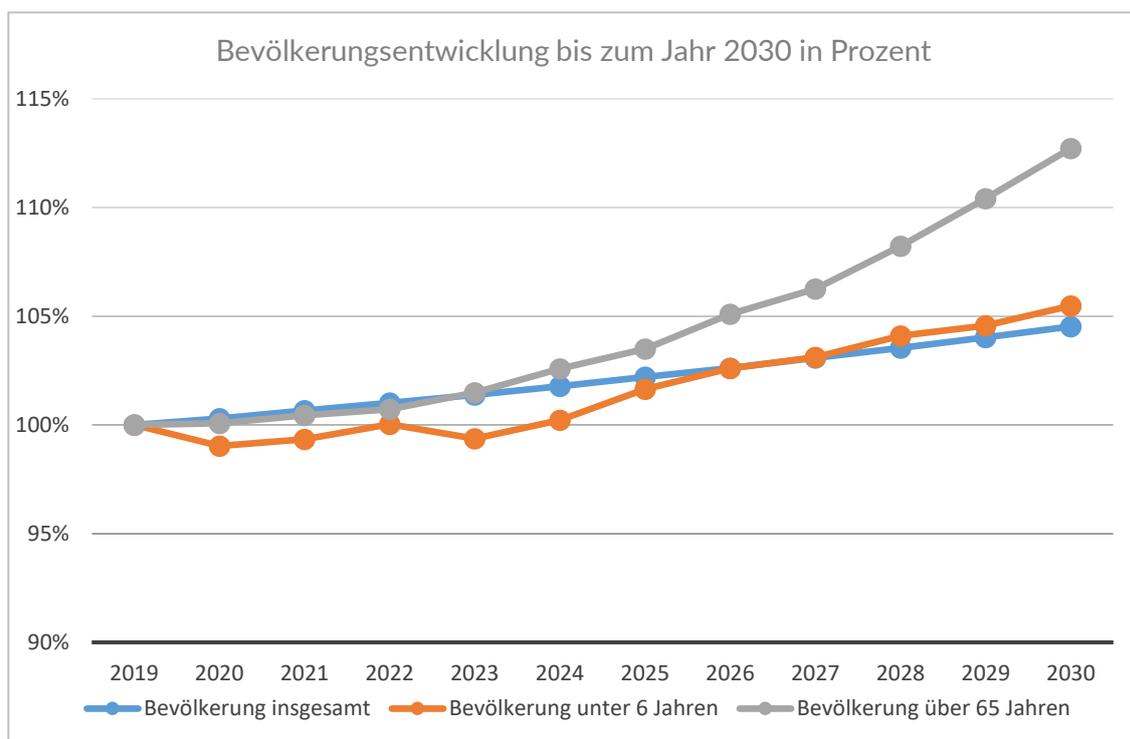


Abbildung 5-3: Zukünftige Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2030 in Prozent (Datenquelle: Stadt Brühl; energienker projects)

Prognose der natürlichen Bevölkerungsentwicklung mit Hilfe eines Kohortenmodells nach „Methoden der Regionalanalyse und Standortbewertung nach Giffinger“ von 2019 bis 2030:

- › Prozentuale Zunahme der Bevölkerung (insgesamt) bis 2030 im Stadtgebiet: 4,5 %
- › Prozentuale Zunahme der Bevölkerungsgruppen unter 6 Jahren bis 2030 im Stadtgebiet: + 5,5 %
- › Prozentuale Zunahme der Bevölkerung über 65 Jahren bis 2030 im Stadtgebiet: + 12,7 %

Abgleich der vorgestellten Prognose mit der Modellrechnung des Landes NRW:

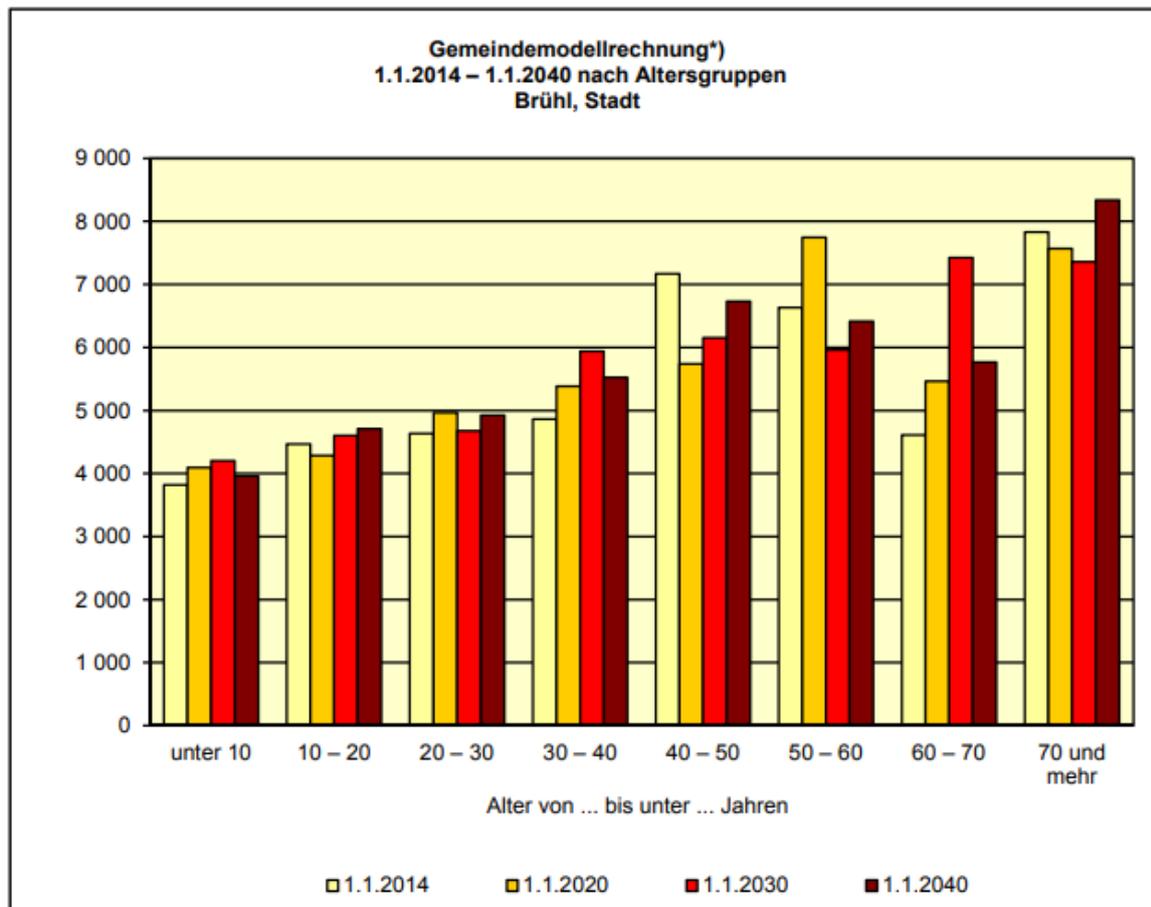


Abbildung 5-4: Gemeindemodellrechnung 1.1.2014 - 1.1.2040 nach Altersgruppen und Geschlecht (Quelle: IT.NRW, Landesdatenbank. Stand: 31.05.2017)

Modellrechnung zur zukünftigen Bevölkerungsentwicklung in der Stadt Brühl von 2014 bis 2040 nach IT.NRW, Landesdatenbank:

- › Prozentuale Zunahme der Bevölkerung (insgesamt) von 2014 bis 2040 im Stadtgebiet: 5,3 %
- › Prozentuale Zunahme der Bevölkerungsgruppen unter 6 Jahren bis 2040 im Stadtgebiet: + 2,6 %
- › Prozentuale Zunahme der Bevölkerung über 65 Jahren bis 2040 im Stadtgebiet: + 14,1 %

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- › Beide Berechnungen (nach Giffinger und Modellrechnung nach IT.NRW) gehen von einem Bevölkerungszuwachs bis zu den Jahren 2030 /2040 im Stadtgebiet Brühl aus. Darüber hinaus ist zukünftig mit einem leichten Anstieg der vulnerablen Altersgruppe unter 6 Jahren sowie einem starken Anstieg der Bevölkerungsgruppe über 65 Jahren zu rechnen.

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

- › Zunahme der Anzahl an vulnerablen Personen gegenüber Klimaveränderungen
- › Gesundheitliche Auswirkungen auf die vulnerablen Bevölkerungsgruppen aufgrund von z. B. Hitzestress
- › Verstärkung von Flächenkonflikten aufgrund von zunehmenden Versorgungs- und Wohnungsbedarf (s. auch Abbildung 5-5)
- › Verstärkte Realisierung von Pflege- und Senioreneinrichtungen und Kindertagesstätten erforderlich

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Anstieg heiße Tage und Zunahme mittlere Lufttemperatur (vgl. Kapitel 3)
- › Stadtklima/Wärmeinseln
- › Hitzebelastung

Betroffene Handlungsfelder

- › Menschliche Gesundheit und Katastrophenschutz
- › Stadtentwicklung und kommunale Planung

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmenvorschlag

S. Kapitel 5.1.3; Maßnahmenvorschlag 1

Zukünftiger Wohnungsbedarf

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Trotz steigendem Wohnflächenbedarf ist es vor dem Hintergrund der Klimaveränderungen notwendig klimatisch bedeutsame Flächen freizuhalten und es ergibt sich somit die Herausforderung im Umgang mit erforderlichen Baulandflächen/der Zunahme versiegelter Flächen.

Analysekarte/ Abbildung

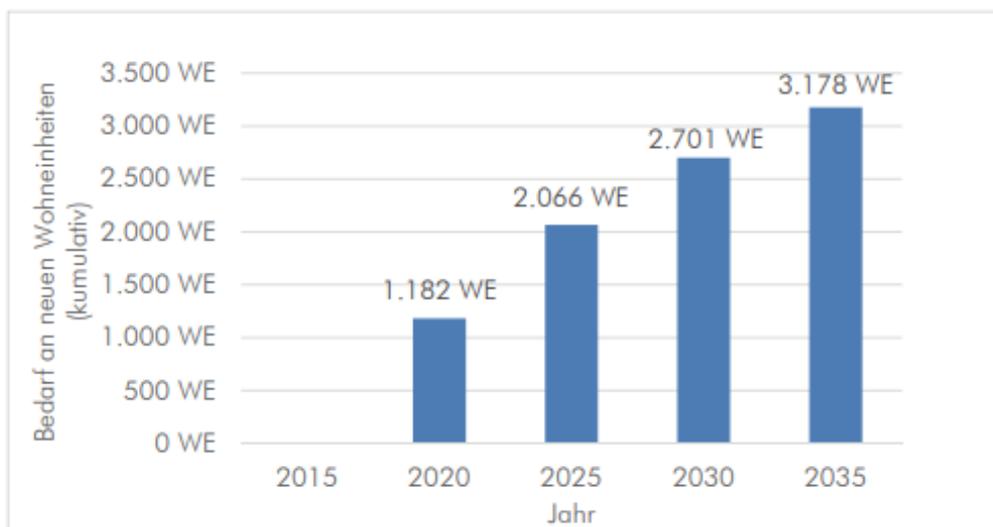


Abbildung 5-5: Wohnungsbedarf der Stadt Brühl 2015 bis 2035 (Wohnraumbedarfsanalyse 2017)

- › Fortsetzung des Bevölkerungswachstums und insbesondere des Zuwachses bei den Haushalten
- › Prognostizierter Bedarf an ca. 3.200 Wohneinheiten bis zum Jahr 2035 (Wohnraumbedarfsanalyse 2017)

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- › Mit + 9,4 % wird die Zahl der Haushalte in Brühl stärker wachsen als die der Bevölkerung (Anzahl der Haushalte insgesamt 20.210 – Stand 2011). Dies ist verbunden mit struktureller Verschiebung: Trotz weiteren Zuzugs von Familien wird – bedingt durch den demografischen Wandel – die Zahl älterer und kleinerer Haushalte überproportional zunehmen, während große Haushalte weniger werden
- › An Wohnbauland werden bis zum Jahr 2035 zwischen 79 und 96 Hektar neue Flächen benötigt → 4,0 bis 4,8 Hektar je Jahr (FNP weist aktuell 40 ha Wohnbauflächen aus). Aufgrund des Bildungsstandortes (Fachhochschule, Ausbildungszentrum Polizei, Bundesakademie für öffentliche Verwaltung), werden weitere Flächen zum Ausbau benötigt

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

- › Zunahme an Nutzungs- und Zielkonflikten verfügbarer Flächen

- › Ausweisung von weiteren Baulandflächen
- › Verstärkung von Flächenkonflikten aufgrund von zunehmenden Wohnungsbedarfen

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Anstieg heiße Tage (vgl. Kapitel 3)
- › Veränderung Mittlerer Jahresniederschlag (vgl. Kapitel 3)
- › Zunahme mittlere Lufttemperatur (vgl. Kapitel 3)
- › Stadtklima/Wärmeinseln
- › Hitzebelastung

Betroffene Handlungsfelder

- › Stadtentwicklung und kommunale Planung

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmenvorschlag

S. Kapitel 5.1.3; Maßnahmenvorschlag 1

Verkehrsstärken und Schadstoffbelastung

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Eine hohe Verkehrsdichte führt in Siedlungsgebieten zur vermehrten Entstehung von Luftschadstoffen (Ozon, Feinstaub, etc.) und hat negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die sich in Kombination mit Hitzeereignissen verstärken können. Anhaltende Hitzeereignisse in Zusammenhang dem hohen Verkehrsaufkommen stellen zudem eine Belastung für die Straßeninfrastruktur dar. Infolge von Material- und Strukturschäden (z. B. durch extreme Temperaturschwankungen) kann es zu negativen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit kommen.

Kartengrundlage/Analysekarte

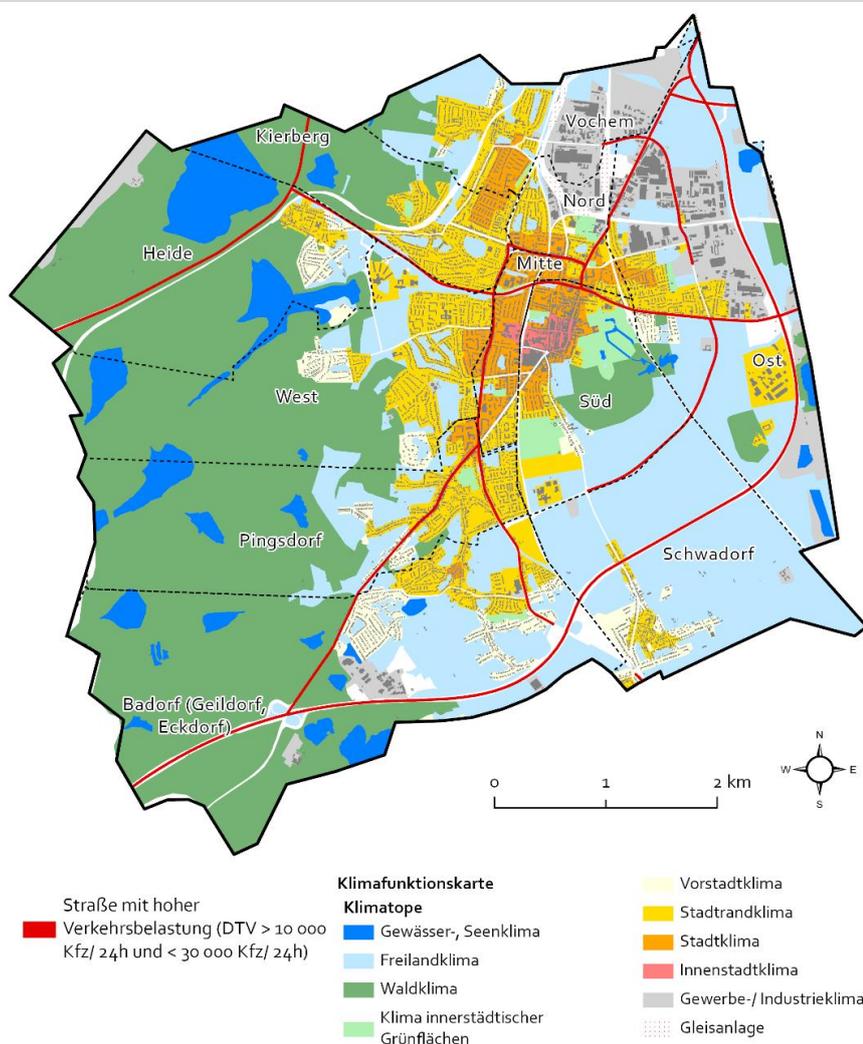


Abbildung 5-6: Klimafunktionskarte und Straßenabschnitte mit der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke von mehr als 10 000 Kfz/ 24 h (Kartengrundlage: Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018; Daten: Stadt Brühl 2018; energielenker projects)

Hinweis: Eine Erläuterung der Klimatope befindet sich in der Legende der Abbildung 2-4 (S.16).

- › Die wichtigsten Quellen für die Emission der aus jetziger Sicht relevanten Schadstoffkomponenten PM10 und NOx im Stadtgebiet sind der Straßenverkehr und genehmigungsbedürftigen Anlagen.
- › Die höchsten Verkehrsstärken mit mehr als 20 000 Kfz/24 h: Bundesautobahn A 553.
- › Zweit höchste Verkehrsstärke mit fast 15 000 Kfz/24 h: B 265 im Nordwesten des Stadtgebietes mit fast 15 000 Kfz/24 h.
- › Hauptverkehrsstraßen mit relevanter Verkehrsbelegung: Theodor-Heuss-Straße, die Alte Bonnstraße, die Comesstraße und die Kölnstraße (L 194)

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- › Insbesondere in Brühl Mitte ist die Verkehrsbelastung vergleichsweise hoch. Die Römerstraße, Konrad-Adenauer-Straße, Comesstraße und die Kaiserstraße liegen in thermisch ungünstigen Bereichen und weisen eine Verkehrsstärke über 10.000 KFZ innerhalb von 24 h auf.

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

- › Verschlechterung der Luftqualität
- › Anstieg von Hitze- und Schadstoffbelastungen durch verstärktes Verkehrsaufkommen
- › Aufheizen von Verkehrsflächen/Verkehrsbehinderungen/ Strukturschäden / erhöhte Instandhaltungskosten

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Anstieg heiße Tage (vgl. Kapitel 3)
- › Veränderung Mittlerer Jahresniederschlag (vgl. Kapitel 3)
- › Zunahme mittlere Lufttemperatur (vgl. Kapitel 3)
- › Stadtklima/Wärmeinseln
- › Hitzebelastung

Betroffene Handlungsfelder

- › Stadtentwicklung und kommunale Planung

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmvorschlag

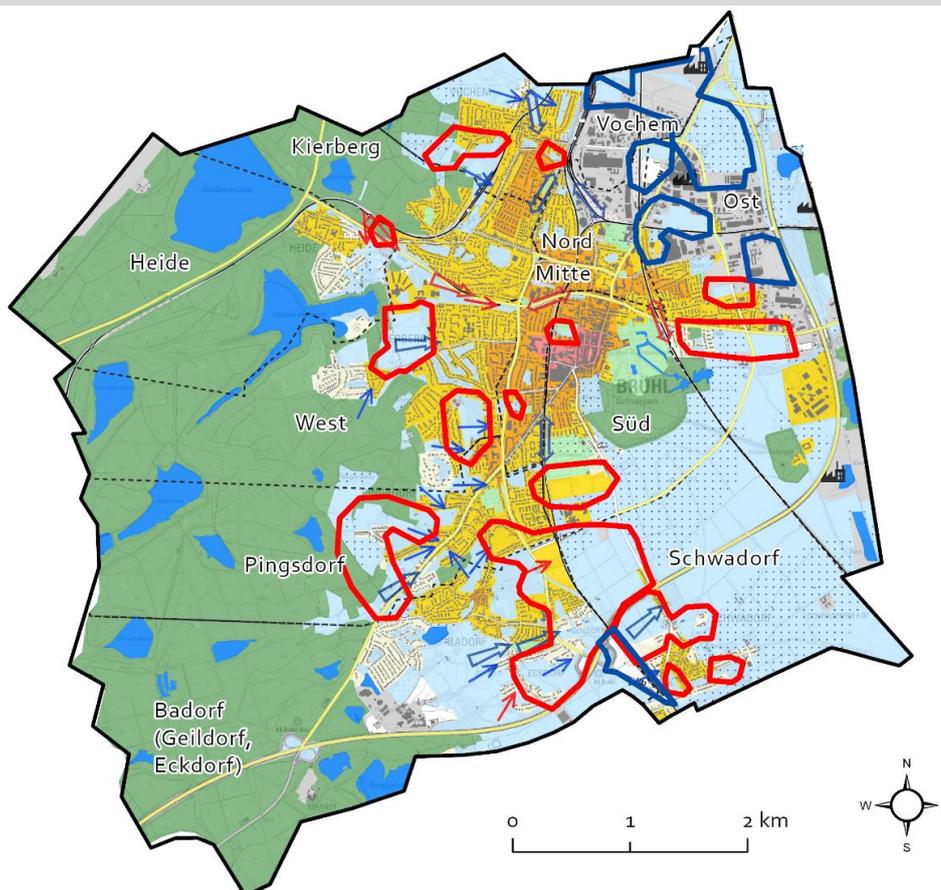
S. Kapitel 5.1.3; Maßnahme 5

Potenzialflächen für Wohnbau und Gewerbe und Veränderung der Flächennutzung

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Über Luftleit-, Frischluft- und Kaltluftbahnen werden Stadtgebiete grundsätzlich kühle bzw. unbelastete Luft zugeführt. Sie dienen dem Transport von Luftmassen von thermisch weniger belasteten bzw. Frischluftentstehungsgebieten sowie den verdichteten, thermisch und lufthygienisch vorbelasteten Stadtgebieten. Insoweit tragen sie zur Abkühlung und zur Minderung der lufthygienischen Belastung bei. Dicht bebaute Gebiete, wie z. B. innerstädtische Wohn- und Mischgebiete, erzeugen Wärmeinseln und können dadurch die lokale Wärmebelastung verstärken. Durch dichte Bebauungsstrukturen ist der Luftaustausch zum Abtransport von Schadstoffen nicht gewährleistet. Standort und Ausrichtung der städtischen Bebauung können Strömungshindernisse darstellen, die die Luftqualität verschlechtern und in Kombination mit Wärme auch den Wärmeinseleffekt verstärken.

Analysekarte/ Abbildung



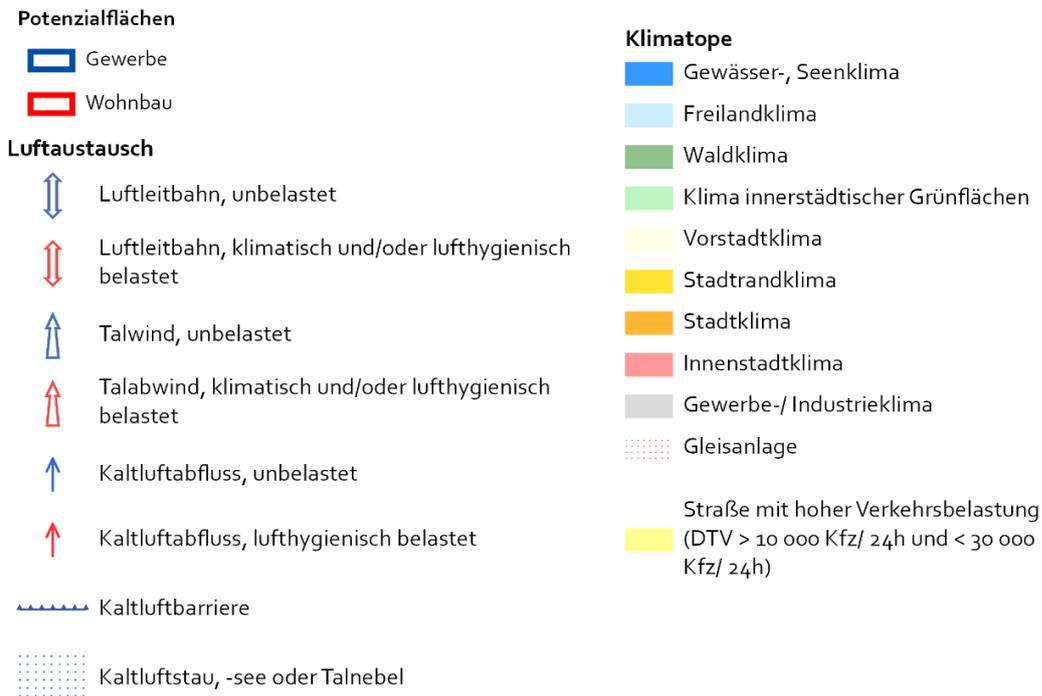


Abbildung 5-7: Klimafunktionskarte und Potenzialflächen für Wohnbau und Gewerbe (Kartengrundlage: Klimafunktions- und Planungshinweiskarte 2018; Daten: Stadt Brühl 2018; energielinker projects)

Hinweis: Eine Erläuterung der Klimatope befindet sich in der Legende der Abbildung 2-4 (S.16).

- › Fast alle Potenzialflächen für Wohnen und Gewerbe betreffen klimatisch bedeutsame Bereiche.
- › Zum weiteren Abgleich der vorliegenden bedeutsamen Ausgleichsflächen und Planungsflächen verhilft darüber hinaus die folgende Planungshinweiskarte mit weiteren Informationen. Die Datengrundlage der Karte stammt aus der Klimawandelvorsorgestrategie für die Region/Bonn.

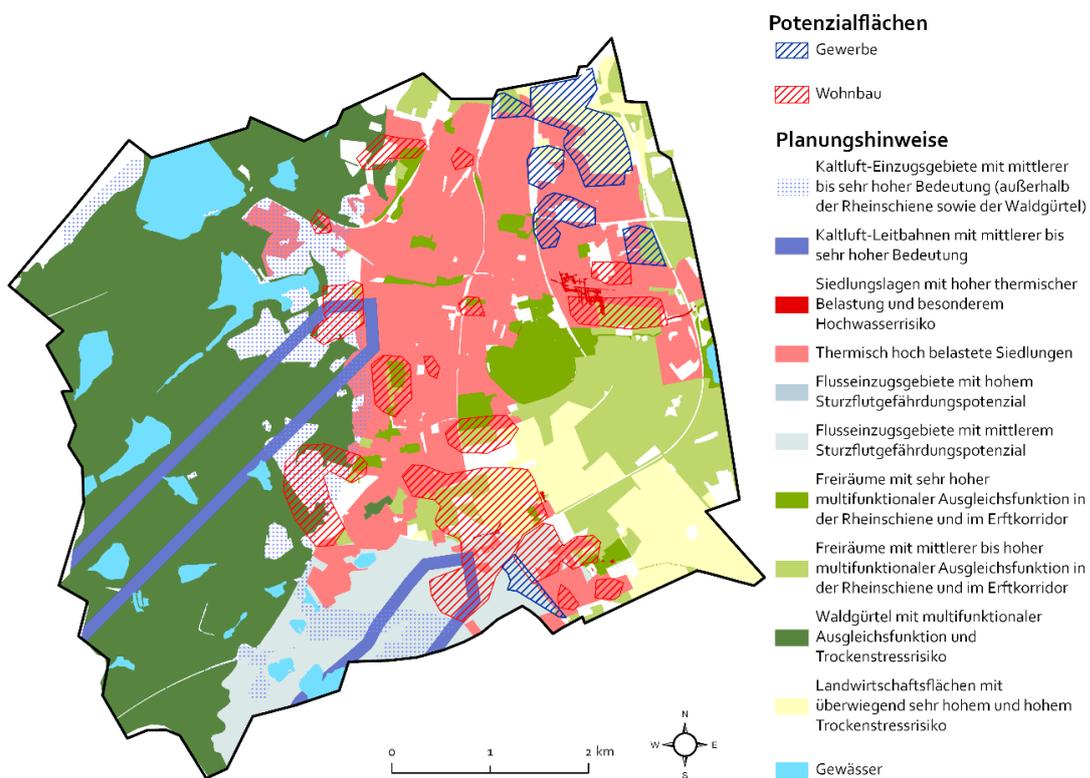


Abbildung 5-8: Regionale Klimaanalyse und Potenzialflächen für Wohnbau und Gewerbe (Kartengrundlage: Klimawandelvorsorgestrategie Köln/ Bonn 2019; energielenker projects)

- › Die Karte zeigt regionale Planungshinweise für die Planungsregion Köln/Bonn und bezieht sich somit auf einen größeren Maßstab als die Stadtklimaanalyse (Karte 4-6).
- › Die Potenzialflächen liegen teilweise in regionalbedeutsamen Kaltluftleitbahnen (insbesondere die westlich gelegenen Wohnbau-Potenzialflächen) und in Freiräumen mit hoher bis sehr hoher multifunktionaler Ausgleichsfunktion im Erftkorridor.

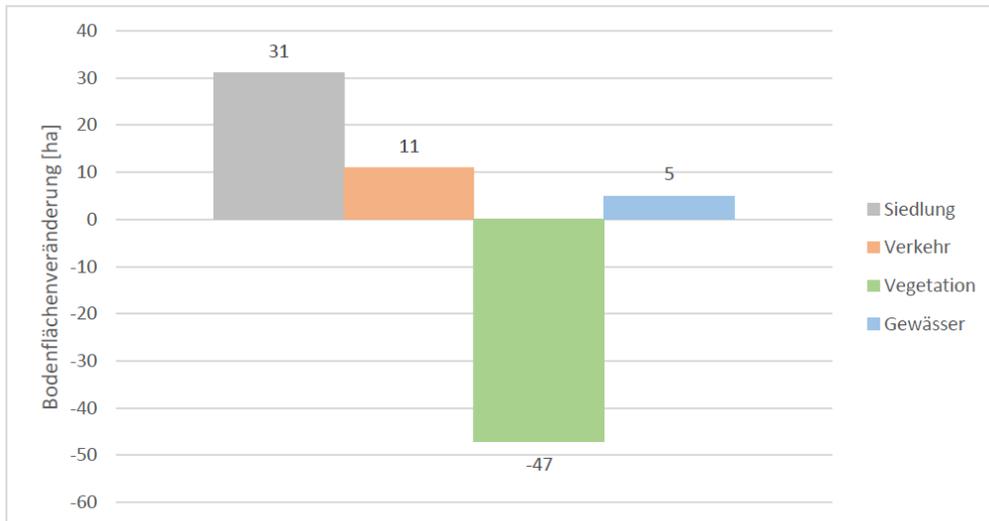


Abbildung 5-9: Veränderung der Flächennutzung in Brühl zwischen 2016 und 2019 (Quelle: Stadt Brühl; Riedel 2019)

- › Das Balkendiagramm beinhaltet den Flächenzuwachs und die Flächenabnahme in Brühl zwischen 2016 und 2019 für die Bereiche Siedlung, Verkehr, Vegetation und Gewässer
- › Durch den Zuwachs von Siedlungs- und Verkehrsflächen, hat sich der Anteil der Vegetationsflächen im Stadtgebiet um 47 ha verringert. Der größte jährliche Flächenzuwachs auf Siedlungsebene weist das Jahr 2019 auf.

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- › Bereits in den letzten Jahren ist eine Flächenabnahme der Vegetationsflächen aufgrund der Schaffung von Siedlungs- und Verkehrsflächen im Stadtgebiet erkennbar
- › Der überwiegende Teil der Potenzialflächen für Wohnen und Gewerbe betreffen klimatisch bedeutsame Bereiche und liegen teilweise in regionalbedeutsamen Kaltluftleitbahnen

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

- › Reduzierung klimatisch bedeutsamer Flächen (insb. Frei- und Grünflächen) angesichts der Realisierung von Neubaugebieten
- › Verschärfung der klimatischen Belastungssituation im Stadtgebiet Brühl durch die zunehmende Bebauung (u. a. durch Strömungshindernisse innerhalb bedeutsamer Kaltluftbahnen)
- › Durch die verstärkte Oberflächenversiegelung wird der Verdunstungseffekt (durch Asphalt, Beton, etc.) und geringere Luftaustauschprozesse verhindert. Insbesondere in Siedlungsgebieten wird der Wärmeinseleffekt verstärkt.
- › Durch den Anstieg versiegelter Oberflächen werden Überflutungen aufgrund von z. B. Starkniederschlägen begünstigt

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Anstieg heiße Tage (vgl. Kapitel 3)
- › Veränderung Mittlerer Jahresniederschlag (vgl. Kapitel 3)
- › Zunahme mittlere Lufttemperatur (vgl. Kapitel 3)
- › Stadtklima/Wärmeinseln
- › Hitzebelastung

Betroffene Handlungsfelder

- › Stadtentwicklung und kommunale Planung

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmenvorschlag

S. Kapitel 5.1.3; Maßnahmen 1 und 3

5.1.3 Handlungsempfehlung und Maßnahmenvorschläge gegenüber Hitze

Aus den Ergebnissen der Analyse und den Betroffenheiten im Stadtgebiet Brühl, wurden übergeordnete Anpassungsziele abgeleitet, um dem Problemfeld Hitze im Stadtgebiet zukünftig entgegenzuwirken.

Um die Anpassungsziele zu erreichen und den ermittelten Handlungserfordernissen aus den Kapiteln 5.1.1 und 5.1.2 zu begegnen, werden darüber hinaus Maßnahmenvorschläge gegeben, die innerhalb der Stadtverwaltung Brühl zukünftig geprüft, konkretisiert und priorisiert werden sollten. Die Maßnahmenvorschläge wurden dazu in entsprechenden Handlungsfelder eingeordnet.

Erforderliche Anpassungsziele für das Problemfeld Hitze in der Stadt Brühl

1. Ganzheitliche und querschnittsorientierte Betrachtung von Hitze zum Schutz der Brühler Bevölkerung
2. Verminderung der bestehenden thermischen Belastungen insbes. in Bereichen mit vulnerablen Einrichtungen/ Gesundheitliche Beeinträchtigungen der Bevölkerung infolge von zunehmender Hitze zukünftig vermindern
3. Verankerung von Klimaanpassung in den Verfahren und Prozessen der Stadtverwaltung
4. Vorhandene Grünzüge und Waldflächen strategisch schützen und aufwerten, um die Kaltluftproduktion und Frischluftzufuhr für belastete Gebiete zu sichern
5. Lösung von Flächenkonflikten im Sinne einer hitzesensiblen Planung

Handlungsfeld: Stadtentwicklung und kommunale Planung

Risiko	Zunahme der Hitzebelastung bzw. Ausbreitung und Intensivierung der städtischen Wärmeinsel bei voranschreitender Bodenversiegelung und Bebauung aufgrund von steigendem Wohnraumbedarf und Flächenkonkurrenz
Handlungserfordernis	Schutz des Bodens und Flächenverbrauchsreduzierung; Strategie zum Umgang mit zukünftigen Wohnungsbedarf und somit erforderlichen Baulandflächen
Maßnahmenvorschlag 1	<p>Erarbeitung einer Strategie zur zunehmenden Flächenkonkurrenz z. B. „doppelte Innenentwicklung“</p> <ul style="list-style-type: none"> › Die Vermeidung von weiterer Bodenversiegelung sollte im Hinblick auf die voranschreitenden Klimaveränderungen als vorrangiges Ziel in der Stadt Brühl gelten. › Durch die sog. „doppelte Innenentwicklung“ kann durch eine städtebauliche Nachverdichtung ein Beitrag zur Klimaanpassung geleistet werden. Dazu gehören u. a. eine bauliche Erweiterung bestehender Bestandsgebäude (Aufstockung, Anbau) zusammen gedacht mit grüner Infrastruktur, der Abriss und Neubau mit erhöhter Dichte, die Umstrukturierung sowie die Neunutzung leerstehender Gebäude. › Für Planungsvorhaben sollte die städtische Klimafunktions- und Planungshinweiskarte verwendet sowie die regionalen Planungshinweise beachtet werden. Für konkrete Bauvorhaben in thermisch belasteten Gebieten sollten verstärkt mikroskalige Klimasimulationen erstellt werden. › Aktuell werden bereits vereinzelt Klimagutachten im Rahmen von Bauvorhaben erstellt. Dies ist zu begrüßen und sollte unbedingt für Planvorhaben innerhalb klimatisch bedeutsamer Bereiche fortgeführt werden. › Anknüpfung an vorliegende Analysen der Stadt Brühl insbesondere „Masterplan Freiraum und Grün“, um die Bedeutung der klimatisch wirksamen Flächen im Rahmen der Abwägung zu berücksichtigen

Risiko	Zunahme der Hitzebelastung im Zentrum von Brühl infolge der prognostizierten Zunahme an Hitzetagen und -perioden sowie weiterer Versiegelung aufgrund von zunehmender Flächenkonkurrenz
Handlungserfordernis	Systematische Integration von Maßnahmen zur Klimaanpassung in Stadtentwicklungsprozesse
Maßnahmenvorschlag 2	Verstärkte Einbindung von klimaanpassungsbezogenen Maßnahmen in Stadtentwicklungsprozesse (z. B. im Rahmen des Citymanagementkonzepts für die Innenstadt) <ul style="list-style-type: none">› Klimaanpassungsbezogene Maßnahmen sollten grundsätzlich in Stadtentwicklungsprozess integriert werden. Dabei sollte die Vermeidung von weiterer Versiegelung als vorrangiges Ziel gelten.› U. a. sollte dabei eine verstärkte Entsiegelung der Flächen sowie ein nachhaltiges Begrünungskonzept im Fokus der weiteren Planung stehen. Innerhalb des Begrünungskonzept sollten Blumenkübel vermieden und eine dauerhafte Bepflanzung mit z. B. Stauden bevorzugt werden. Grundsätzliche Bepflanzung der Bereiche mit klimaresilienten Baumarten. Etablierung von Pflanzen mit hoher Durchwurzelung an z. B. Straßenbegleitgrünflächen, um die Versickerungsleistung des Bodens zu erhöhen.

Risiko	Zunahme der Hitzebelastung bzw. Ausbreitung und Intensivierung der städtischen Wärmeinsel aufgrund von Nicht-Beachtung der Auswirkungen eines Bauvorhabens auf die lokalklimatischen Verhältnisse
Handlungserfordernis	Prüfung der Verträglichkeit von jeglichen Bauvorhaben in Bezug auf ihre Klimawirkung (Kaltlufttransport, etc.)
Maßnahmenvorschlag 3	<p>Anwendung einer Checkliste/ Klimacheck-Tools im Rahmen der Bauleitplanung/ vertiefende Klimaanalysen</p> <ul style="list-style-type: none"> › Checkliste als zusätzliche Hilfestellung für die Bewertung klimatischer Belange im Rahmen der Bauleitplanung. Klimacheck als Unterstützung im Rahmen von Abwägungsprozesse. Bei Neubauvorhaben sollte die geringst notwendige Bodenversiegelung als zentrales Ziel gelten. › Für Planungsvorhaben sollte die städtische Klimafunktions- und Planungshinweiskarte weiterhin verwendet werden und die regionalen Planungshinweise beachtet werden. › Aktuell werden bereits vereinzelt Klimagutachten im Rahmen von Bauvorhaben erstellt. Dies sollte für weitere Planvorhaben innerhalb der klimatisch bedeutsamen Bereiche fortgeführt werden und ggfs. für konkrete Bauvorhaben in thermisch belasteten Gebieten mikroskalige Klimasimulationen erstellt werden.

Risiko	Zunahme der Hitzebelastung im Zentrum von Brühl infolge der prognostizierten Zunahme an Hitzetagen und -perioden sowie weiterer Versiegelung aufgrund von zunehmender Flächenkonkurrenz
Handlungserfordernis	Klimaangepasste Gestaltung von Aufenthaltsbereichen in der Innenstadt bei der Umgestaltung und Neuzonierung des Straßenraumes
Maßnahmenvorschlag 4	<p>Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Zuge von Gestaltungsprozessen im öffentlichen Raum (z. B. Umgestaltung Kölnstraße) verstärkt integrieren</p> <ul style="list-style-type: none"> › Im Rahmen der geplanten Aufwertungsmaßnahmen klimafolgenanpassungsbezogene Maßnahmen miteinbeziehen und Synergien schaffen (Entsiegelung, Begrünung, etc.). › Weitere Prüfung besonderes Städtebaurecht: Sanierungsgebiete unter klimaökologischen Gesichtspunkten ausweisen (§ 136 Abs. 2 BauGB) › Nach Maßnahmenumsetzung die Übertragbarkeit auf andere Planungsvorhaben überprüfen

Risiko	Zunahme der Hitzebelastung mit besonderer Intensität in versiegelten und verdichteten Bereichen mit erhöhter Verkehrsbelastung
Handlungserfordernis	Verstärkte Vegetationskonzepte und hitzemindernde Maßnahmen an starkbefahrenen Verkehrswegen
Maßnahmenvorschlag 5	<p>Vegetationskonzepte und hitzemindernde Maßnahmen an starkbefahrenen Verkehrswegen</p> <ul style="list-style-type: none"> › Die Anpassungskapazität im Verkehrswesen wird bezogen auf die Veränderungen der Temperatur und thermischen Ereignisse als eher hoch eingeschätzt. Bezogen auf die Straßenbeläge sind langfristig neue Entwicklungen bei Asphaltmischungen beziehungsweise deren vermehrter Einsatz notwendig, um diese an höhere Temperaturen anzupassen. › Um das Aufheizen von Straßenräumen zu begrenzen und die Luftschadstoffe zu reduzieren, sollte zudem die Beschattung durch Bäume oder Straßenbegleitgrünflächen verstärkt werden. Dazu wäre in Brühl die Erarbeitung eines Vegetationskonzept oder die Erweiterung des ökologischen Grünflächenmanagements mit dem Schwerpunkt Verkehrsbelastung zu empfehlen.

Risiko	Zunahme der Hitzebelastung infolge der prognostizierten Zunahme an Hitzetagen und -perioden
Handlungserfordernis	Berücksichtigung von Klimaanpassung bei kommunalen Neubauvorhaben
Maßnahmenvorschlag 6	<p>Checkliste im Rahmen von Neubauplanungen kommunaler Liegenschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> › Anwendung einer Checkliste „Klimaanpassung im Zuge von kommunalen Neubauvorhaben/ Ertüchtigungsmaßnahmen“

Risiko	Zunahme der Hitzebelastung in Bereichen, die schon heute vorbelastet sind, infolge der prognostizierten Zunahme an Hitzetagen und -perioden
Handlungserfordernis	Hitzemindernde Maßnahmen an privaten Gebäuden/Grundstücken
Maßnahmenvorschlag 7	<p>Begrünungskonzept Hinterhöfe und Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Dachbegrünung</p> <ul style="list-style-type: none"> › Private Grundstücke/ Hinterhöfe bieten ein großes Potenzial, um hitzemindernde Maßnahmen (u. a. durch Entsiegelung, Begrünung) zu realisieren. › Erarbeitung eines Beratungskonzepts/ Öffentlichkeitsarbeit für private Eigentümer insb. im Bereich des Ortskerns von Badorf und südliche Innenstadt (s. Kapitel 5) › Anschließende Übertragbarkeit des Begrünungskonzepts auf andere Bereiche im Stadtgebiet prüfen › Im Zuge der Einführung des Förderprogramms „Dachbegrünung“ der Stadt Brühl, könnte das Gründachkataster des LANUV NRW beworben werden und so zur verstärkten Maßnahmensetzung motivieren.

Risiko	Unterschätzung der Risiken der Klimafolgen in Brühl und mangelnder Vorbildcharakter
Handlungserfordernis	Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der kommunalen Liegenschaften auf den Anpassungsbedarf; Stärkung des Vorbildcharakters der Stadt Brühl
Maßnahmenvorschlag 8	<p>Entwicklung eines Leuchtturmprojekts / Vorbildliche Anpassungsmaßnahmen/ Pilot- und Signalcharakter</p> <ul style="list-style-type: none"> › Die Stadt Brühl könnte ein vorbildliches Klimaanpassungsprojekt im Zuge von städtischen Gebäuden und Anlagen entwickeln, das Signalcharakter besitzt (z. B. vorbildliches, innovatives Gesamtkonzept zur Verschattung/ klimaschonenden Klimatisierung/ Begrünung und Entsiegelung, etc.). › Ein Leuchtturmprojekt könnte im Zusammenhang mit Entwicklungsmaßnahmen in der südlichen Innenstadt („Hot-Spot-Bereich“, s. Kapitel 5) geplant und umgesetzt werden.

Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit und Katastrophenschutz

Risiko	Zunahme der Hitzebelastung mit besonderer Intensität in versiegelten und verdichteten Siedlungsbereichen und vulnerablen Einrichtungen, die sich in diesen Bereichen befinden
Handlungserfordernis	Beratung und baulich-räumliche Präventionsmaßnahmen gegenüber Hitze und Verhaltensvorsorge in den identifizierten Bereichen
Maßnahmenvorschlag 9	Baulich-räumliche Präventionsmaßnahmen gegenüber Hitze in vulnerablen Einrichtungen <ul style="list-style-type: none">› Gespräche mit entsprechenden Objektbetreuern über den Bedarf der Einrichtungen (z. B. erforderliche Hitzeschutzmaßnahmen, Lüftungskonzepte etc.) anstoßen› Prüfung baulicher Präventionsmaßnahmen gegenüber Hitze› regelmäßige Prüfung auf Förderprogramme

Risiko	Verstärkte gesundheitliche Auswirkungen (insbes. auf die vulnerablen Bevölkerungsgruppen) durch Zunahme der Hitzebelastung
Handlungserfordernis	Stärkung der Selbsthilfekapazität der Brühler Bevölkerung
Maßnahmenvorschlag 10	<p>Wissensvermittlung und Bildung der Bevölkerung zu den steigenden Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> › Um ein Bewusstsein auch für das Thema Risiken durch Klima- veränderungen, insbesondere innerhalb der Risikogruppen, zu generieren, sollen Projekte zum Thema menschliche Gesundheit durchgeführt werden. Diese sollen eine Wissensgrundlage in Brühl schaffen und Informationen altersgerecht an Kinder, El- tern, Erziehungsberechtigte, betreuende und pflegende Perso- nen und ältere Menschen weitergeben. Die Projekte können da- bei Schulprojekte, Informationsmaterialien und Informationsver- anstaltungen darstellen. › Prioritär sollten die Einrichtungen und Wohnorte informiert werden, welche in besonderem Maße die Risikogruppen beher- bergen (s. Abbildung 4.1) › Beispiele hierfür sind: Informationsveranstaltungen/ Schulun- gen in stationären Einrichtungen (z. B. Regulierung des Raumkli- mas, eine hitzevermeidende Gestaltung des Tagesablaufes, aus- reichende Kühlung von Medikamenten etc.) › Auslegen von Flyern in z. B. Schulen, KiTa´s, Apotheken, Alters- heimen und Pflegeeinrichtungen › Idee des Bereichs Seniorenarbeit: Bewerbung eines hausinter- nen App-Systems in Pflegeeinrichtungen. Informationen wie z. B. Verschiebung des Arzttermins an Hitzetagen in die Morgen- stunden oder allgemeine Hitzewarnhinweise werden an die Be- wohner der Einrichtungen übermittelt. Mögliche Vernetzungs- und Kooperationsarbeit sind denkbar.

Risiko	Verstärkte gesundheitliche Auswirkungen auf Brühler Bevölkerung durch Zunahme der Hitzebelastung
Handlungserfordernis	Aufklärung der Bevölkerung zu relevanten Risikobereichen und gesundheitsrelevanten Verhaltensweisen erforderlich sowie Möglichkeiten eigene Klimaanpassungsmaßnahmen umzusetzen
Maßnahmenvorschlag 11	Verankerung des Themas Klimaanpassung auf der städtischen Website <ul style="list-style-type: none">> Veröffentlichung weiterer themenbezogener Flyer/ Broschüren auf der städtischen Homepage> Übersichtliche Gestaltung und Aufbau der Themen und Ergänzungen zu möglichen Schutz- und Vorsorgemaßnahmen gegenüber des Klimawandels

5.2 Trockenperioden

5.2.1 Vorhandene Daten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten

	Vorhandene Grundlagendaten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten	Inhalt	Maßstabsebene/ Bereich
Planerisch	Fachbeitrag Klima für die Planungsregion Köln (LANUV 2018)	Daten zum Klima und bereits stattgefundene Änderungen und projizierte Änderungen in der Zukunft (Jahresniederschläge)	Regierungsbezirk Köln
	Klimawandelvorsorgestrategie Köln-Bonn	Bedeutung der Stadt Brühl und Planungshinweise im regionalen Kontext: <ul style="list-style-type: none"> - Waldflächen mit hohem Trockenstressrisiko - Sehr hohes Trockenstressrisiko für die Landwirtschaft - Hohes Trockenstressrisiko für die Landwirtschaft - Niedrigwasserrisiko am Rhein 	Region Köln-Bonn
	Regenrückhaltmaßnahmen im Rahmen der Bauleitplanung	Im Rahmen der Bebauungsplan wird der Regenwasserrückhalt geprüft, jedoch bisher nicht konsequent umgesetzt. Ziel: Möglichst natürliche Versickerung im Plangebiet durch weniger Versiegelung und Ableitung des Regenwassers. Festsetzung von Dachbegrünung auf Flachdächern und Tiefgaragen bereits teilweise erfolgt	Stadt Brühl
	Aufbaues eines ökologischen Grünflächenmanagements	<ul style="list-style-type: none"> - Extensive Grünflächenpflege - Bei der Neuanpflanzung von naturnahen Gehölzstreifen, Abpflanzungen oder Feldholzinseln werden heimische Gehölze und Bäume verwendet. 	Stadt Brühl
	Anpflanzung von heimischen und klimaangepassten Arten		Stadt Brühl
	Extensive Wiesenbewirtschaftung	Bereits seit dem Jahr 1997 führt der SSB auf verschiedenen städtischen Flächen eine extensive Wiesenmäh durch. Die Ausweisung von Wiesenflächen hat in den letzten Jahren verstärkt umgesetzt worden. Extensive Bewirtschaftung in folgenden Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> - Ausgleichsflächen (ca. 95.000 m²) - Regenwasserversickerungsmulden (ca. 11.600 m²) - Bachläufe des Palmersdorfer Bachverbandes 	Stadt Brühl

	Vorhandene Grundlagendaten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten	Inhalt	Maßstabsebene/ Bereich
		<ul style="list-style-type: none"> - Unbebaute Grundstücke der Stadt Brühl - Obstwiesen vom NABU-Erftkreis (ca. 10.000 m²) - Überhangfläche Nordfriedhof (ca. 8.000 m²) - Wienfläche an der Halle des Brühler Turnvereins (Von-Wied-Straße) 	
	Auswahl von Straßenbäumen hinsichtlich der Klimaänderung	Auf der Grundlage der Zukunftsbaumliste der Stadt Düsseldorf, Empfehlungen anderer Kommunen, Fachzeitschriften und eigene Erfahrungen	Stadt Brühl
	Investitionsprogramm „Baumpflanzungen 2019-2023“		Stadt Brühl
	Verstärkte Pflanzung von insektenfreundlichen Stauden und Sträuchern	z. B. Rathaus A, An der Synagoge, Hedwig-Gries-Straße	Rathaus A, An der Synagoge, Hedwig-Gries-Straße
Technisch	Festgelegte Gießliste	Die Bäume im Stadtgebiet werden nach einer festgelegten Liste gegossen. Die Stadtbaumnachpflanzungen erfolgen nach der Düsseldorfer Tabelle (In dieser Liste sind Straßenbäume über eine Klimaartenmatrix von geeignet bis ungeeignet eingestuft). Es handelt sich in der Regel um Bäume vom 4. bis 6. Standjahr). Aufgrund der jährlichen Pflanzung von ca. 70 bis 80 Bäume, wird die Liste in den nächsten Jahren entsprechend erweitert.	Stadt Brühl
	Bewässerungssysteme	Tröpfchenbewässerung im Atrium des MEG und der Gesamtschule	Atrium des Max-Ernst-Gymnasiums und Gesamtschule
	Umsetzung alternativer Bewässerungs- und Pflanzmaßnahmen im öffentlichen Raum	u. a. Bewässerungssäcke	Stadt Brühl
Sensibilisierend/ Anreize	Gieß-Baumpatenschaften	Zurzeit gibt es ca. 80 Baumpatinnen und Baumpaten. Vermehrte Öffentlichkeitsarbeit dazu in Planung	Stadt Brühl
	Veröffentlichung Waldbrandgefahrenindex	Der Waldbrandgefahrenindex WBI beschreibt das meteorologische Potential für die Gefährdung durch Waldbrand. Der Waldbrandgefahrenindex vom DWD wird auf der Webseite der Feuerwehr Brühl veröffentlicht	Stadt Brühl

5.2.2 Analyse und Betroffenheit

Stadtgrün/ Grünflächen

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Städtische Grünflächen übernehmen zahlreiche klimarelevante Funktionen und verbessern das Stadtklima allgemein. Neben der Produktion von Sauerstoff, trägt städtisches Grün zur Erhöhung der Luftfeuchtigkeit sowie Absorption langwelliger Wärmestrahlung bei, sodass ein angenehmes Wohnumfeldklima entsteht. Darüber hinaus werden Risiken infolge des Klimawandels durch u.a. das Ausgleichen von Extremtemperaturen (durch Verdunstung und Abschattung), das Absorbieren und Filtern von Schadstoffen sowie das natürliche Rückhalten von Regenwasser bei Starkregen (durch Versickerung) abgemildert. Grünflächen haben damit eine multifunktionale Ausgleichsfunktion: thermischer Ausgleich und zudem Retention von Wasser in dicht besiedelten Gebieten. Die klimatische Wirkung der Flächen hängt dabei von deren Größe, Volumen und Verteilung in der Stadt ab.

Analysekarte/ Abbildung

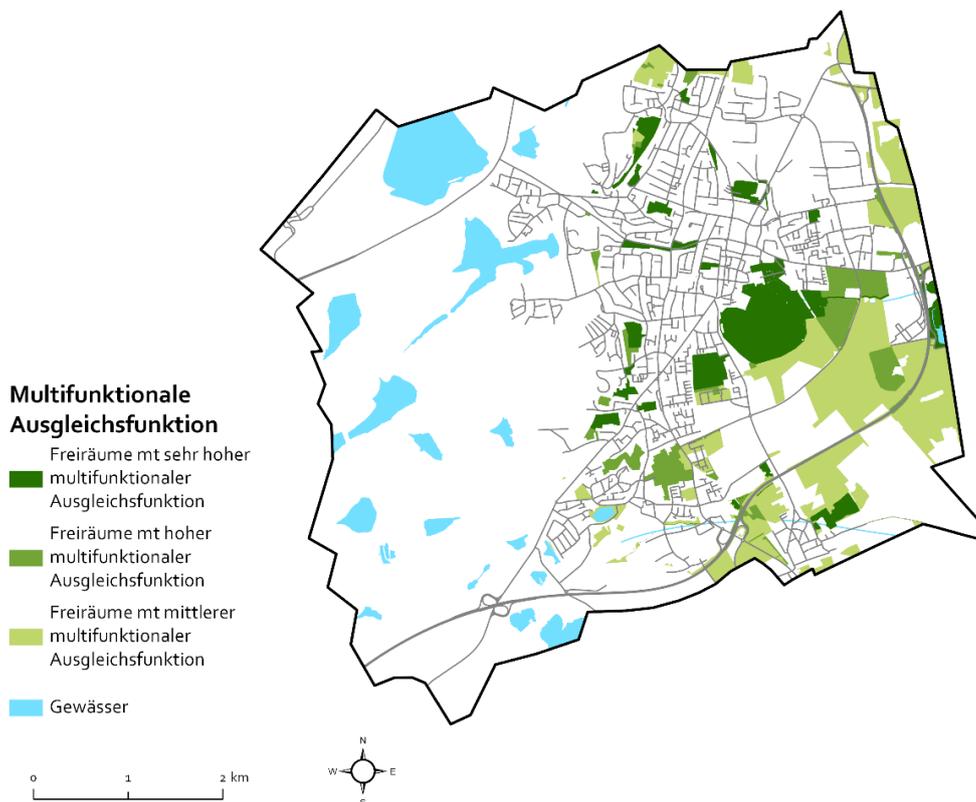


Abbildung 5-10: Multifunktionale Ausgleichsfunktion der Freiräume im Stadtgebiet Brühl (energielenker projects nach Klimawandelvorsorgestrategie Köln/Bonn 2019)

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- › **Bedeutung der Grünflächen im Stadtgebiet Brühl (Klimawandelvorsorgestrategie Köln/Bonn 2019):**
 - Überregional: Die Grünflächen der Stadt Brühl haben eine überregionale Bedeutung in Bezug auf ihre thermische Ausgleichs- sowie Retentions- und Abflussfunktion im dicht besiedelten Erftkorridor
 - Lokal: Insbesondere die innerstädtischen Grünflächen in Brühl weisen eine sehr hohe multifunktionale Ausgleichsfunktion für die angrenzend bebauten Bereiche auf: Von besonders hoher Bedeutung sind diese Flächen, wenn sie sich innerhalb von Sanierungszonen bzw. innerhalb von Flächen mit erheblicher klimatisch-lufthygienischer Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen befinden. Dies betrifft beispielsweise die Flächen im Bereich des Schlossparks, den Alten Friedhof Mühlenstraße westlich der Innenstadt und den Spielplatz östlich der Römerstraße im Südwesten der Innenstadt.
- › **Betroffenheit von Stadtgrün in Brühl:**
 - Probleme bei der Bewässerung des Stadtgrüns in Hitze- und Trockenphasen.
 - Mittlerweile führt der SSB in den Sommermonaten ab April bis Oktober teilweise täglich Wässerungen von Neuanpflanzungen durch (Wässerungen insbesondere von Bäumen 3. bis 5. oder 6. Standjahr, Stauden- und Gehölzpflanzungen sowie Kübelpflanzungen).
 - Stadtbäume (insb. Straßenbäume) sind stärker belastet durch versiegelte und verdichtete Böden, Nährstoffarmut und Wassermangel, erhöhte Umgebungstemperatur durch Abstrahlung versiegelter Flächen, Anfahrtschäden durch Autoverkehr und Verletzungen bei Baumaßnahmen. Dadurch wird die Lebenserwartung der Stadtbäume stark beeinflusst.
 - Trockenheit führt verstärkt zu Engpässen beim zu leistenden Bewässerungsvolumen.
 - Hohe Investitionskosten für den Ausgleich der Baumverluste in den vergangenen Jahren (Gewährleistungen des Erfolges von Baumneuanpflanzungen als Ausgleich und/oder Ergänzung für Baumverluste unsicher).
 - Der Schlosspark hat infolge der Dürrejahre 2018 – 2020 starke Schäden erlitten. Die Schlossparkverwaltung hat in 2021 einen Förderantrag zur Sanierung an das Land gestellt.

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

- › Zunahme Hitze- und Trockenstress von Freiräumen und Stadtgrün
- › Stress durch Schädlinge/ Krankheiten
- › Kostenanstieg durch verstärkte Erhaltungs- und Bewässerungsmaßnahmen

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Anstieg heiße Tage und Zunahme mittlere Lufttemperatur (vgl. Kapitel 3)
- › Stadtklima/Wärmeinseln
- › Trockenheit und Hitze

Betroffene Handlungsfelder

- › Stadtentwicklung und kommunale Planung

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmenvorschlag

S. Kapitel 5.1.3; Maßnahme 1 und Kapitel 5.2.3 Maßnahmen 14 und 16

Waldflächen

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Stadtnahe Waldflächen stellen einen wichtigen Erholungs- und Ausgleichsraum für die städtische Bevölkerung dar und bieten Lebensraum für verschiedenste Tier- und Pflanzenarten. Darüber hinaus übernehmen Wälder zahlreiche klimarelevante Funktionen wie u.a. die Aufnahme und Speicherung von Wasser, die Fähigkeit zur Filterung von Luftschadstoffen und die Wirksamkeit als Kohlenstoffsenke. Darüber hinaus sind Wälder bedeutende Frischluftlieferanten (Multifunktionale Ausgleichsfunktion Waldflächen). Zur Bewertung der Funktionalität der Waldflächen wurden in der folgenden Abbildung die thermischen Ausgleichsflächen der Klimanalyse des LANUV und die Wasserrückhaltefunktion entsprechend den Jahresniederschlagswerten herangezogen.

Analysekarten/ Abbildung

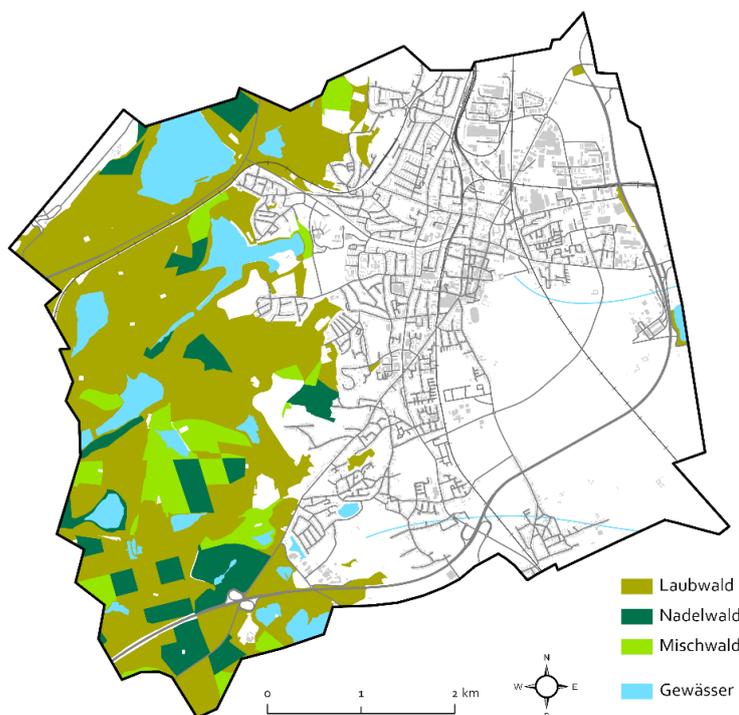


Abbildung 5-11: Waldflächenverteilung im Stadtgebiet Brühl (energielenker projects nach Klimawandelvorsorgestrategie Köln/Bonn 2019) 2019)

- › Waldflächenverteilung im Stadtgebiet Brühl: Insgesamt 34% des Stadtgebietes sind mit Wald bedeckt (1.225 ha), davon sind 5,1% (63 ha) sind im städtische Besitz (Brühl kompakt 2018/19). Die Karte beinhaltet Waldflächen ab einer Flächengröße von mehr als 0,1 ha (Aufteilung nach Laub-, Nadel- und Mischwald). Die Waldflächen befinden sich überwiegend im westlichen Teil der Stadt.

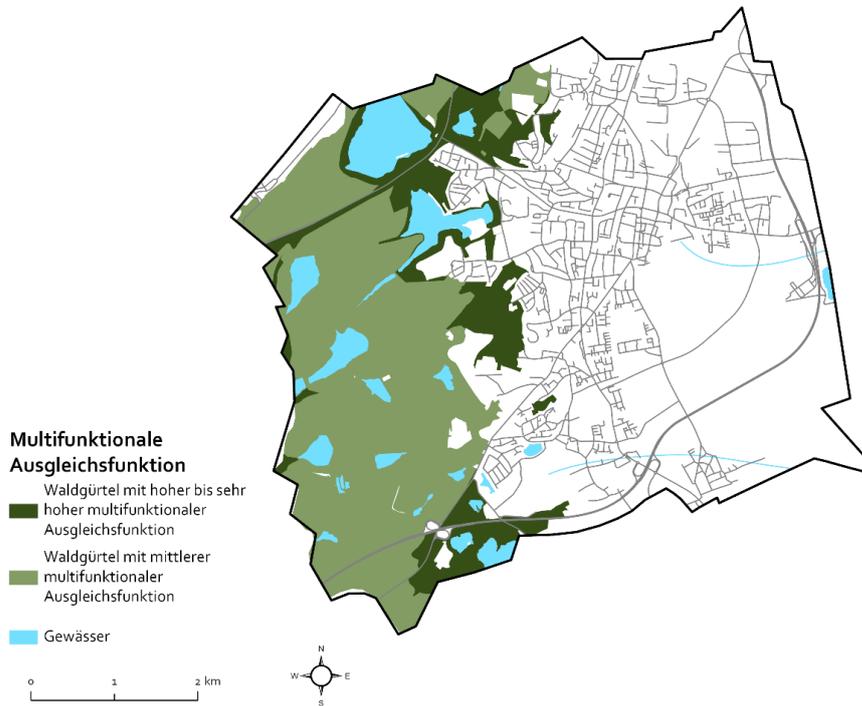


Abbildung 5-12: Multifunktionale Ausgleichsfunktion Waldflächen (energielenker projects nach Klimawandelvorsorgestrategie Köln/Bonn)

- › Multifunktionale Ausgleichsfunktion der Waldflächen im Stadtgebiet Brühl: Waldflächen mit hoher bis sehr hoher multifunktionaler Ausgleichsfunktion befinden sich insbesondere im Bereich der angrenzenden Siedlungsstrukturen

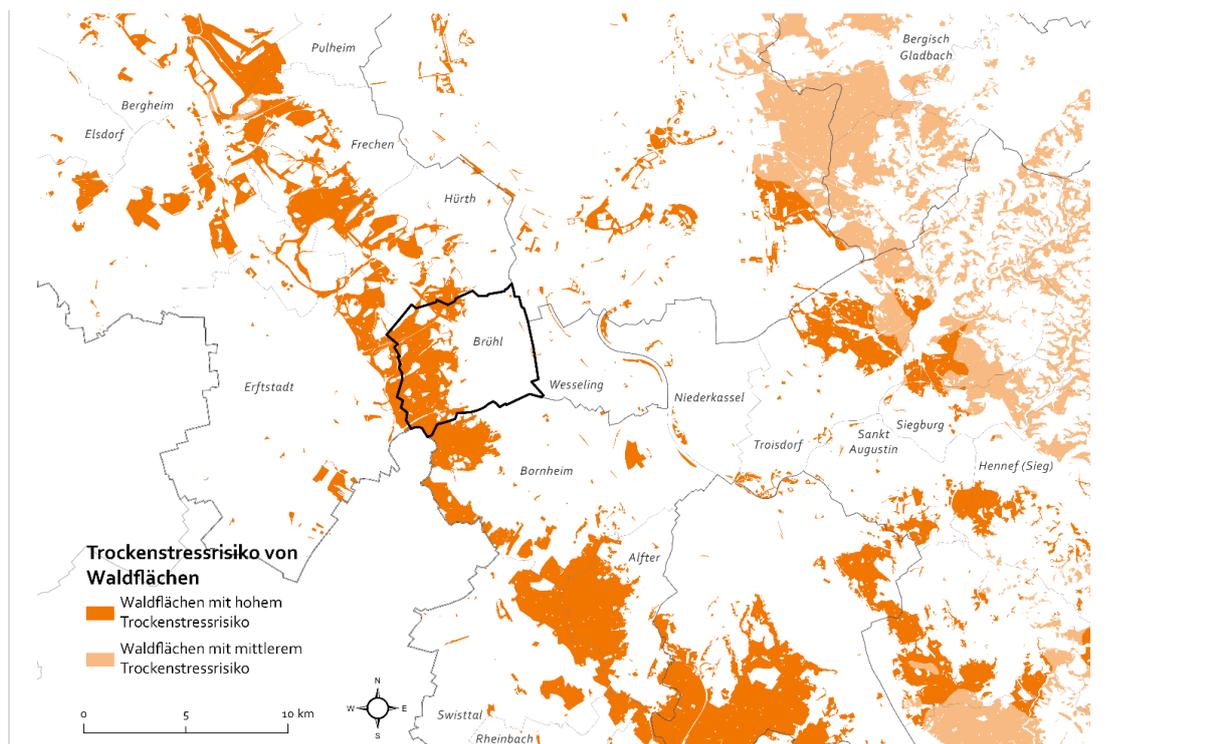


Abbildung 5-13: regionales Trockenstressrisiko der Waldflächen (energielenker projects nach Klimawandelvorsorge-strategie Köln/Bonn 2019)

› Überregionale Betroffenheit von Waldflächen durch hohes Trockenstressrisiko

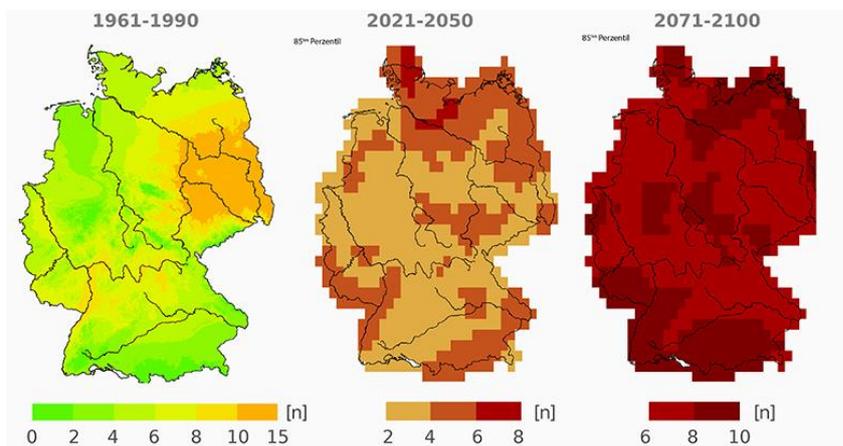


Abbildung 5-14: Waldbrandgefährdung (DWD 2020)

- › Waldbrandgefährdung: Im Vergleich zu der Entwicklung in den vergangenen Jahrzehnten lässt sich für die Zukunft bundesweit eine Zunahme von Waldbrandgefahren feststellen. Laut dem Deutschen Wetterdienst steigt die Waldbrandgefahr für das Stadtgebiet Brühl in der nahen Zukunft (2021-2050) um 2 bis 4 Tage und für die ferne Zukunft (2071-2100) um 6 bis 8 Tage.

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- › Die Waldflächen im Stadtgebiet Brühl werden überwiegend mit hoher bis sehr hoher multifunktionaler Ausgleichsfunktion eingestuft.
- › Die aktuelle Baumartenzusammensetzung und Waldstruktur ist überwiegend an zurückliegende Klimabedingungen angepasst. Der anthropogene Klimawandel sorgt dafür, dass sich die Waldflächen nicht in dieser Geschwindigkeit an die Umweltveränderungen anpassen können (insbesondere Monokulturen). Laut dem Landesbetrieb Wald & Holz ist ein Waldumbau erforderlich (Baumarten halten nicht mehr stand, neue Baumarten sind jedoch teilweise mit der heimischen Flora und Fauna nicht kompatibel).
- › In Brühl sind bereits heute schon deutliche negative Reaktionen des Waldes auf kurzfristige Klimaschwankungen beobachtbar. So haben die Trockenperioden in den vergangenen Jahren während der Vegetationsperiode auch in den Folgejahren noch negative Auswirkungen gezeigt → hohe Verluste für die Forstwirtschaft im Waldbestand (Vorschädigungen, Hitze- und Trockenstress, Borkenkäfer (1 ha befallen)).
- › Belastung des kommunalen Haushaltes durch sich weiter erhöhende Kosten für die Instandhaltung des Stadtwaldes: die Stadt Brühl ist für die Unterhaltung des Stadtwaldes zuständig; aufgrund der massiven Waldschäden und der Preissteigerung für Ersatzpflanzungen wird der Etat für die Instandhaltung und Pflege des Stadtwaldes finanziell belastet. Es ist davon auszugehen, dass die weitere Verschlechterung der Klimasituation diese Kosten weiter ansteigen lässt. Trotz Aufstockung des Budgets konnten nur Sicherungsmaßnahmen (Entfernung der umgestürzten Bäume), aber keine Entwicklungs- und Ersatzmaßnahmen für neue Baumpflanzungen getätigt werden. Für das Jahr 2023 ist das Budget bereits auf 50.000€ aufgestockt worden.
- › Laut dem DWD und dem Fachbereich Feuerwehr und Rettungsdienst, besteht ein Anstieg von Waldbrandgefahren in Hitzeperioden (insb. durch illegale Freizeitnutzungen).

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

- › Zunahme Hitze- und Trockenstress von Freiräumen und Stadtgrün
- › Stress durch Schädlinge/ Krankheiten
- › Höhere Kosten durch Erhaltungsmaßnahmen/ Verminderung Holzertrag
- › Waldbrandgefährdung

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Anstieg heiße Tage und Zunahme mittlere Lufttemperatur (vgl. Kapitel 3)
- › Trockenheit

Betroffene Handlungsfelder

- › Land- und Forstwirtschaft

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmenvorschlag

S. Kapitel 5.2.3; Maßnahme 12

Landwirtschaft

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Die Landwirtschaft ist stark in die natürlichen jahreszeitlichen Rhythmen eingebunden, da im Rahmen der Bewirtschaftung auf die jährlich wechselnden Witterungsbedingungen sowie die derzeitigen Wetterverhältnisse reagiert werden muss. Die Klimaveränderungen können sich dabei sowohl positiv als auch negativ auf die jeweiligen Kulturen auswirken. Durch hohe Temperaturen sowie längere Trockenperioden können u. a. Ertrags- oder Qualitätseinbußen erfolgen. In Trockenperioden ist eine erhöhte Wasserentnahme zur Bewässerung der landwirtschaftlichen Flächen erforderlich.

Analysekarte/ Abbildung

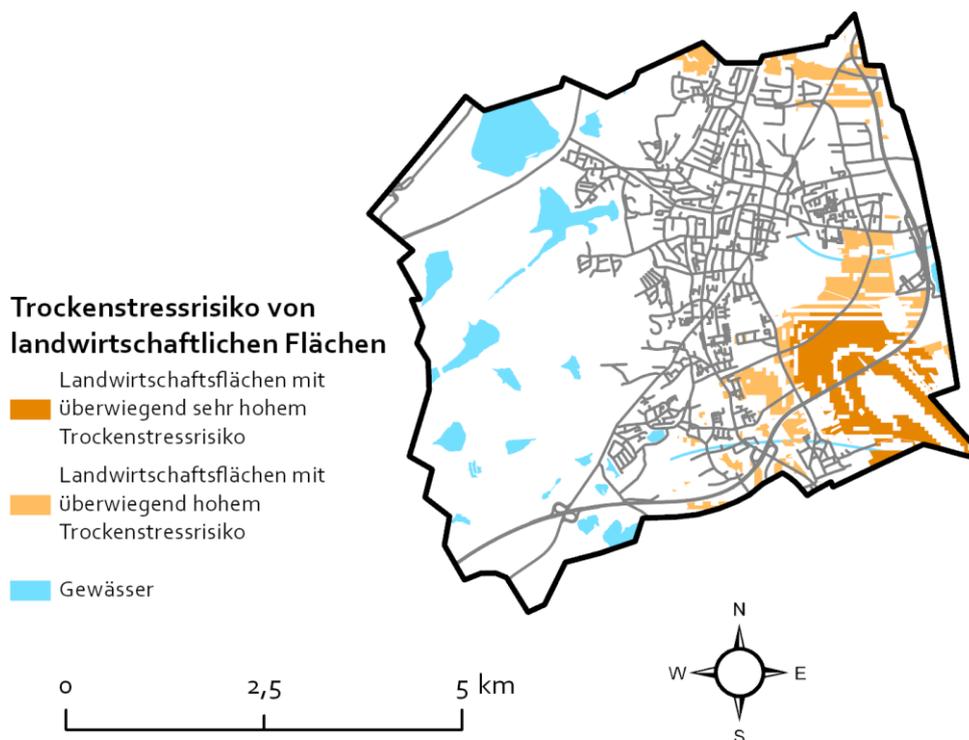


Abbildung 5-15: Trockenstressrisiko der landwirtschaftlichen Flächen im Stadtgebiet Brühl (energielenker projects; Datengrundlage Klimawandelvorsorgestrategie Köln/Bonn 2019)

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- › Trockenstressrisiko von landwirtschaftlichen Flächen: Potenzielle Betroffenheit des Ackerbaus durch Trockenstress ist im regionalen Kontext im linksrheinischen Bereich am höchsten. In Brühl befinden sich im südöstlichen Bereichen Landwirtschaftsflächen mit überwiegend sehr hohem Trockenstressrisiko.

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

- › Vermehrtes Auftreten von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen
- › Ertrags- oder Qualitätseinbußen
- › Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion und den Wasserverbrauch

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Anstieg heiße Tage und Zunahme mittlere Lufttemperatur (vgl. Kapitel 3)
- › Trockenheit und Hitze
- › Veränderung Mittlerer Jahresniederschlag
- › Veränderung Eistage

Betroffene Handlungsfelder

- › Land- und Forstwirtschaft

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmenvorschlag

S. Kapitel 5.2.3; Maßnahme 13

Grundwasserneubildung

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Für eine nachhaltige Bewirtschaftung der natürlichen Grundwasserressourcen ist die Ermittlung der Grundwasserneubildungsraten von zentraler Bedeutung. Die Grundwasserneubildung ist somit ein bedeutendes Maß für die natürliche Regenerationsfähigkeit der Grundwasserressourcen. Die Grundwasserneubildung hängt unter anderem von der Niederschlagsmenge und -verteilung, den Durchlässigkeiten der Böden, dem Bewuchs und dem Relief der Bodenoberfläche ab. Mit Grundwasserneubildung wird der Teil des Wasserkreislaufs bezeichnet, der als infiltrierendes Sickerwasser den Grundwasserleiter speist.

Analysekarte/ Abbildung

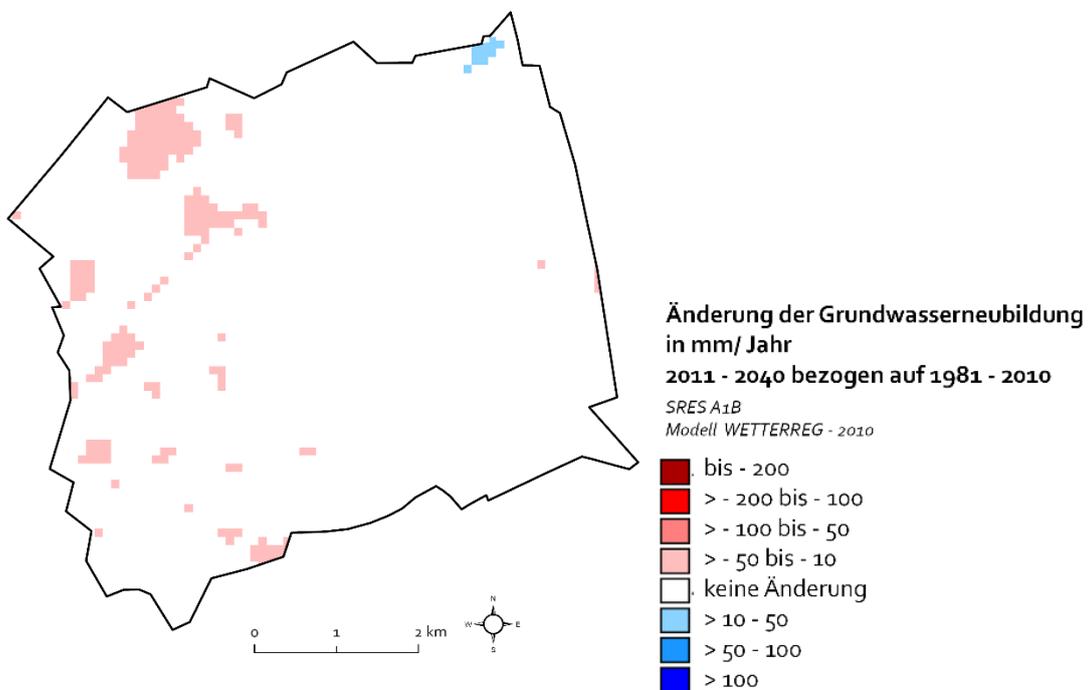


Abbildung 5-16: Änderung der Grundwasserneubildung pro Jahr in der nahen Zukunft (2011 - 2040) im Stadtgebiet Brühl (energielenker projects; Datengrundlage LANUV FIS)

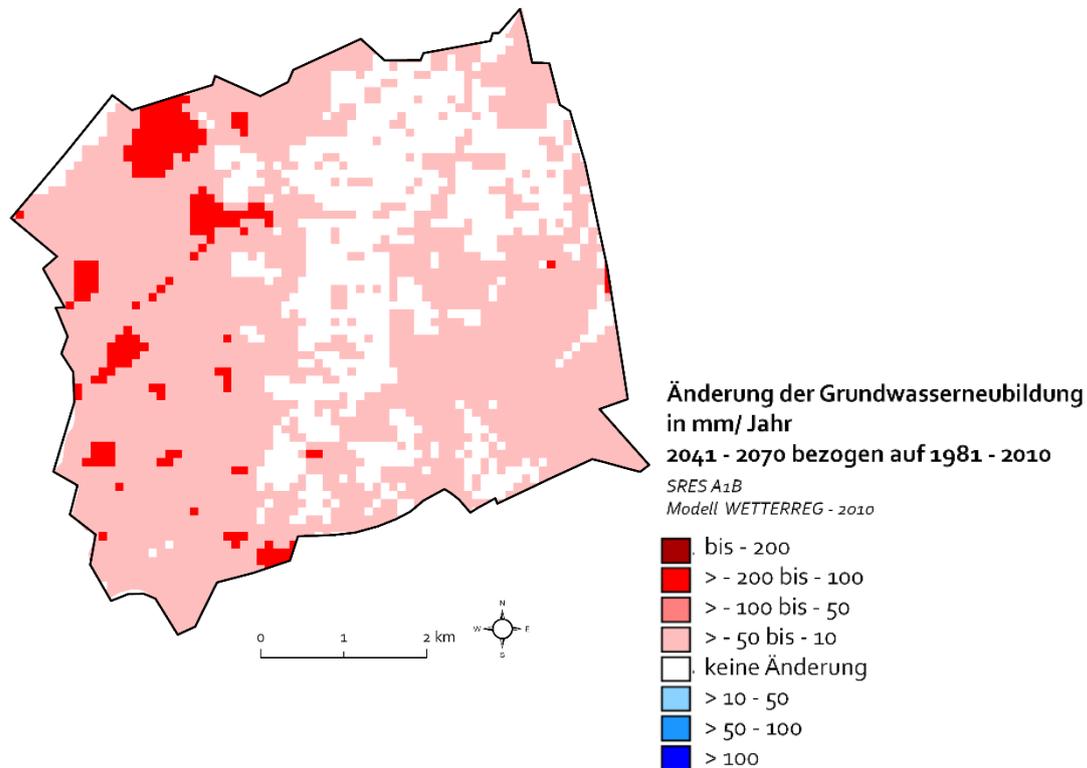


Abbildung 5-17: Änderung der Grundwasserneubildung pro Jahr 2041- 2070 bezogen auf 1981-2010 im Stadtgebiet Brühl (energielenker projects; Datengrundlage nach LANUV FIS)

- › Die beiden Karten verdeutlichen die Änderung der Grundwasserneubildung im Stadtgebiet Brühl für die nahe und ferne Zukunft gegenüber den Jahren 1981 bis 2010.
- › Die Zukunftsprojektionen für die Entwicklung der Grundwasserneubildung der Stadt Brühl zeigen, dass nur leichte Änderungen in den nächsten Jahren (bis 2040), in Bezug auf die Grundwasserneubildung in mm pro Jahr, eintreffen werden. Die Abnahme fällt hier im Bereich des Stadtwaldes mit -50 bis -10 mm pro Jahr sehr gering aus und auch die Zunahme in einem kleinen Bereich mit > 10 bis 50 bleibt moderat.
- › Für die Jahre 2041 bis 2070 wird mit einer noch stärkeren Abnahme der Grundwasserneubildung gerechnet. Zum einen, durch die Verschiebung der Niederschläge von den Sommermonaten in die Winterzeit und dem Trend hin zu langen trockenen Perioden und kurzweiligen starken Regenschauern. Zum anderen, durch den verstärkten Oberflächenabfluss bei ausgetrockneten Böden (das Regenwasser fließt hier oberflächlich ab und sickert nicht bis zum Grundwasser durch).
- › Der Grundwasserflurabstand (Abstand zwischen Geländeoberkante und Grundwasseroberfläche) liegt in Brühl bei ca. 20 m.

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- › Laut dem LANUV wird das räumliche Muster der Grundwasserneubildung in Nordrhein-Westfalen als heterogen eingestuft. Für die zukünftige Grundwasserneubildung lassen sich derzeit noch keine gesicherten Trendaussagen treffen, da auch die Zukunftsprojektionen zu Niederschlägen und Evapotranspirationen keinen einheitlichen Entwicklungstrend aufzeigen.
- › In Nordrhein-Westfalen zeigt jedoch die Grundwasserentwicklung der letzten Jahre bereits ein deutliches Defizit. An 80 % der Messstellen liegt der Grundwasserspiegel derzeit unterhalb des langjährigen Durchschnitts (vgl. LANUV NRW).
- › Infolge von längeren Trocken- und Hitzeperioden sowie feuchteren und milderen Wintern muss jedoch mit erhöhten Verdunstungsraten gerechnet werden. Diese könnte auch in der Stadt Brühl zur Abnahme der Grundwasserneubildung führen. Verschärft wird dies insbesondere durch die vermehrte Entnahme von Grundwasser zur Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen.

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

- › Abnahme der Grundwasserneubildung und somit negative Auswirkungen auf den Erhalt von grundwasserabhängigen Ökosystemen
- › Veränderung der Wasserbilanz und somit auch Effekte auf Trinkwasserversorgung

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Anstieg heiße Tage und Zunahme mittlere Lufttemperatur (vgl. Kapitel 3)
- › Trockenheit und Hitze
- › Veränderung Mittlerer Jahresniederschlag

Betroffene Handlungsfelder

- › Wasserwirtschaft

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmvorschlag

S. Kapitel 5.2.3; Maßnahmen 15, 16, 17

Grundwasserstände und Grundwasserqualität

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

- › Wasser ist für viele Nutzungen unverzichtbar (z. B. als Trinkwasser, Kühlmedium in der Energiewirtschaft, als Verkehrsträger in der Schifffahrt oder für die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen)
- › Bundesweit werden etwa zwei Drittel der Bevölkerung mit dem Grundwasser zum täglichen Wasserbedarf versorgt
- › Die Grundwasserstände unterliegen jahreszeitlichen Schwankungen, aber auch längerfristigen Veränderungen des Klimas. Grundwasserstandsänderungen haben erhebliche Auswirkungen auf den Erhalt von grundwasserabhängigen Ökosystemen sowie auf die wasserwirtschaftlichen Handlungsbereiche wie die Trink-Wasserversorgung
- › Klimaveränderungen wirken sich insbesondere auf das Handlungsfeld „Wasserwirtschaft“ aus, weil dadurch sowohl die Wassermenge im Boden, das Grundwasser und die Wasserqualität von Gewässern beeinflusst werden kann.

Analysekarte/ Abbildung

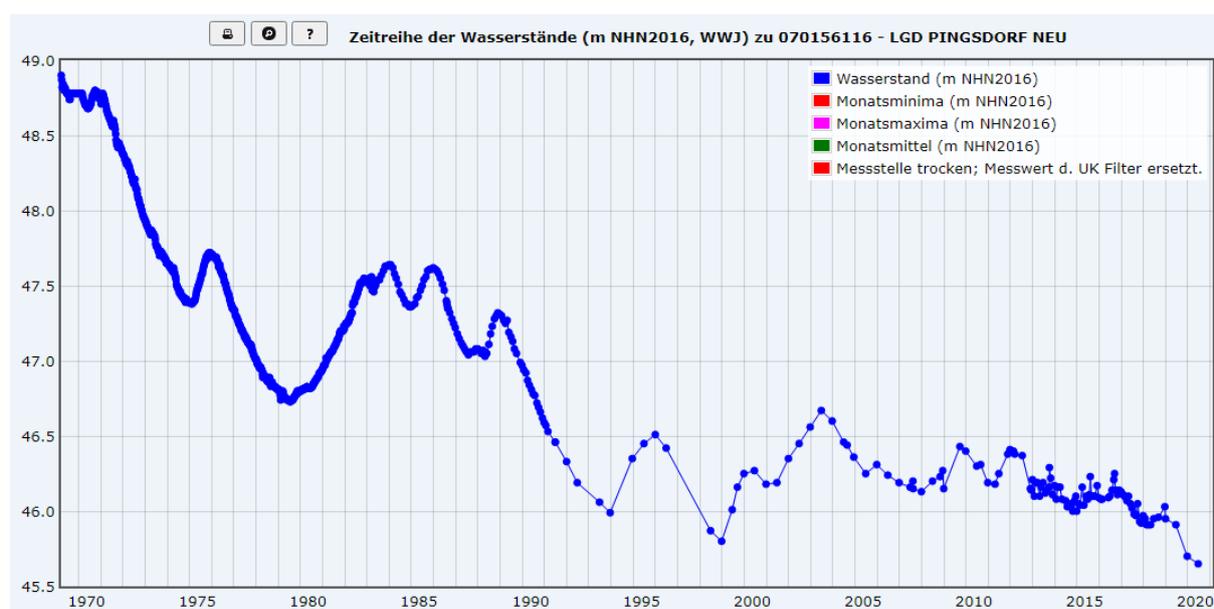


Abbildung 5-18: Wasserstände im Zeitraum von 1969 bis 2021; Grundwasser-Messstelle in Brühl Pingsdorf (NRW Umweltdaten 2021)

- › Anhand der Abbildung 5-18 werden die Wasserstände im Zeitraum von 1969 bis 2021 an der Messstelle in Brühl Pingsdorf aufgezeigt:
 - Höchster Wasserstand 01.10.1969 (48,90 mNHN)
 - Niedrigster Wasserstand am 20.04.2020 (45,65 mNHN)

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- › In NRW zeigen die Grundwasserstände keine flächendeckenden, über längere Zeiträume stabilen, statistischen Zusammenhänge mit den in den Klimadaten beobachteten Trends.
- › Anhand des Beispiels in Brühl Pingsdorf ist jedoch zu erkennen, dass die Grundwassermengen innerhalb der Jahre rückläufig sind.
- › Laut dem Fachbereich Tiefbau und Infrastruktur, liegt darüber hinaus keine gute Grundwasserwasserqualität in Brühl aufgrund von erhöhten Nitratgehalten im Grundwasser (Brühler Süden stärker betroffen u. a. Dickopsbach) vor.

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

- › Steigende oder sinkende Grundwasserstände
- › Gewährleistung einer ausreichenden Wasserverfügbarkeit in Trockenperioden
- › Veränderung des chemischen Zustands/ Verstärkte Nitratproblematik im Grundwasser

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Anstieg heiße Tage und Zunahme mittlere Lufttemperatur (vgl. Kapitel 3)
- › Trockenheit und Hitze
- › Veränderung Mittlerer Jahresniederschlag

Betroffene Handlungsfelder

- › Wasserwirtschaft

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmenvorschlag

S. Kapitel 5.2.3; Maßnahme 17

5.2.3 Handlungsempfehlung und Maßnahmenvorschläge gegenüber Trockenheit

Aus den Ergebnissen der Analyse und den Betroffenheiten im Stadtgebiet Brühl, wurden übergeordnete Anpassungsziele abgeleitet, um dem Problemfeld Trockenheit im Stadtgebiet zukünftig entgegenzuwirken.

Um die Anpassungsziele zu erreichen und den ermittelten Handlungserfordernissen aus den Kapiteln 5.2.1 und 5.2.2 zu begegnen, werden darüber hinaus Maßnahmenvorschläge gegeben, die innerhalb der Stadtverwaltung Brühl zukünftig geprüft, konkretisiert und priorisiert werden sollten. Die Maßnahmenvorschläge werden dazu in entsprechenden Handlungsfelder eingeordnet.

Erforderliche Anpassungsziele für das Problemfeld Trockenheit:

1. Ganzheitliche und querschnittsorientierte Betrachtung von Trockenheit (Kooperation mit Landwirtschaft/Bachverbänden, Förderung der fachübergreifenden Zusammenarbeit)
2. Verbesserung der Grundwassersituation und Erhöhung der Retentionsfähigkeit
3. Die Resilienz der Grünflächen, des Baumbestands und der Waldflächen langfristig gegenüber Trockenheit verbessern und den Grünanteil im Stadtgebiet erhöhen (Mitdenken bei allen Planungen)

Handlungsfeld: Land- und Forstwirtschaft

Risiko	Verlust von Waldflächen mit multifunktionalen Ausgleichsfunktionen infolge von Trockenstress, Schädlingsbefall, Waldbränden und Starkwindereignissen
Handlungserfordernis	Erhalt und Schutz des Waldgürtels; Waldumbau (Vermeidung von Monokulturen und verstärkte Umsetzung von Mischwäldern)
Maßnahmenvorschlag 12	<p>Erarbeitung einer kommunalen Zukunftsstrategie Waldentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> › Erarbeitung einer gemeinsamen kommunalen Waldstrategie auf Grundlage der Landeswaldstrategie zur Klimaanpassung in Kooperation mit den Revierförstern (aktueller Schadenszustand, welche Verluste sind in den nächsten Jahren zu erwarten, welche Maßnahme können helfen, Kosten) › Einführung eines Waldmonitorings › Einplanung der Kosten in den städtischen Haushalt / Nutzung von Förderprogrammen › Mögliche Themenschwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> - Sicherung aller Waldfunktionen durch die aktive Waldentwicklung (Anbaueignung der Baumarten etc.) - Umgang mit ansteigender Waldbrandgefährdung. Abfrage möglicher Behinderungen bei Einsätzen von Lösch- und Rettungsfahrzeugen - Monitoring für Kosten für Verkehrssicherungsmaßnahmen - Intensivierung einer langfristigen Waldentwicklung (z. B. weiterer Anbau von Mischwäldern → Ansprache Waldflächeneigentümern) - Finanzierung und Erarbeitung von Maßnahmen zum Wasserrückhalt (z.B. Rückbau von Entwässerungsgräben) - Aufstellung eines Waldmonitorings (z. B. regelmäßige Erfassung der Waldzustände) in Kooperation mit den Waldeigentümern

Risiko	Negative Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion aufgrund von häufigeren und intensiveren Dürre- und Hitzeperioden, Verschiebung von Jahreszeiten
Handlungserfordernis	Strategie zum Umgang mit lokaler Wasserbilanz
Maßnahmenvorschlag 13	<p>Gründung einer Arbeitsgruppe/ Ausbau Netzwerk „Landwirtschaft im Klimawandel“</p> <ul style="list-style-type: none"> › Geeignete Anpassungsmaßnahmen insbesondere der Anbau von hitze- und trockenbeständigeren Arten und Sorten, frühere Aussaattermine, eine Änderung der Fruchtfolge sowie Bewässerungsmaßnahmen sind nur einige Beispiele zum Umgang mit den zu erwartenden Klimaveränderungen. › Verstärkte Vernetzung mit Landwirtschaft, zur Abfrage der aktuellen Situation/ bereits umgesetzter Maßnahmen etc. › Im Rahmen einer Arbeitsgruppe/Netzwerks könnten den Brühler Landwirten die Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten, die insgesamt zur Anpassung an den Klimawandel im Stadtgebiet beitragen, nähergebracht werden u. a.: <ul style="list-style-type: none"> - Gestaltungsmaßnahmen zur Überflutungsvorsorge durch die Querbewirtschaftung von Hängen - Vermeidung des großflächigen Anbaus abflussfördernder Pflanzen - Entsiegelung/Rückbau von nicht mehr benötigten Wegen oder gezielte Aufforstung brachliegender Flächen - Rückhaltorientierte Gestaltung der Wegeentwässerung oder Zuleitung zu Freiflächen mit hohem Versickerungsvermögen - Anlage von naturnahen Landschaftselementen in Ackergebieten, Verbesserung von intensiv genutztem Grünland, Umgang mit Pflanzenschutzmitteln/ Verwendung von Pestiziden - Maschinelle Lockerung tonhaltiger und verdichtungsgefährdeter Böden

Handlungsfeld: Stadtentwicklung und kommunale Planung

Risiko	Verlust von multifunktionalen städtischen Grünbeständen/-flächen durch zunehmenden Hitze- und Trockenstress (Trockenschäden, höhere Anfälligkeit für Schädlinge, etc.); Kostenanstieg durch verstärkte Erhaltungs- und Bewässerungsmaßnahmen von städtischen Grünbeständen/-flächen
Handlungserfordernis	Erhalt und verstärkte Pflege von städtischem Grün
Maßnahmenvorschlag 14	<p>Bewässerungskonzepte und verstärkte Anwendung intelligenter Bewässerungssysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> › Prüfung von Möglichkeiten durch naturnahe oder technische Lösungen Wasser im oberflächennahen Untergrund zu speichern (Speichermulde, Baum-Rigolen) - als ressourcenschonende Bewässerungslösung, › Recherche von erfolgreich umgesetzten, intelligenten Bewässerungssystemen (z. B. Stadt Mannheim: durch ein umgekehrtes Drainagesystem wird der Niederschlag am direkten Versickern verhindert und speichert das Wasser in Speichermulde nah unter der Oberfläche) › Verstärkte Bewässerung der Bäume und sonstige Begrünung durch Dachregenwasser › Erhöhung der Wasserverfügbarkeit für Bäume durch die Pflanzung der Bäume in besonders wasserspeicherfähiges Bodensubstrat oder das vorherige Einbringen von Weidenbündeln, um einen Grundwasserzugang zu ermöglichen › Erhöhung der Wasserversickerung durch Anlage größerer Baumscheiben › Prüfung des Erhalts von Bäumen bei der Planung von Ver- und Entsorgungstrassen, Straßenbau, etc. (Stadtwerke, FB 66) durch fachbereichsübergreifende Abstimmung › Frühzeitige Einbeziehung angepasster Bewässerungskonzepte in die Bebauungs- und Freiflächenplanung

Risiko	Verlust von klimarelevanten innerstädtischen Grünbeständen durch zunehmenden Hitze- und Trockenstress
Handlungserfordernis	Nutzung von Niederschlagswasser und Zulassen der natürlichen Versickerung von Regenwasser auf privaten Grundstücken
Maßnahmenvorschlag 15	<p>Sensibilisierungskampagne zur privaten Regenwassernutzung und Entsiegelungsmaßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none">› Möglicher Aufbau einer Informationskampagne, die die Nutzung von Regenwasser und Entsiegelung für private Gärten bewirbt. Hierbei sollten insbesondere die verschiedenen Nutzungsarten, die Kosteneinsparungen und generellen Vorzüge sowie die Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten thematisiert werden.› Mit einem Förderprogramm könnte die Motivation der Hauseigentümer zur nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung gesteigert werden.› Mögliche Effekte durch die private Bewässerung und Entsiegelungsmaßnahmen:<ul style="list-style-type: none">- Erhöhung der lokalen Grundwasserneubildung- Reduzierung des Oberflächenabflusses durch natürliche Versickerung- Erhalt einer möglichst natürlichen Bodenfunktion durch Vermeidung von versiegelten Oberflächen auf privaten Grundstücksflächen- Minimierung der punktuell hydraulischen Belastungen für Fließgewässer- Verbesserung des Stadtklimas durch einen erhöhten Anteil an Verdunstung im Bereich der privaten Eigentumsflächen

Handlungsfeld: Wasserwirtschaft

Risiko	Verlust von multifunktionalen städtischen Grünbeständen/-flächen durch zunehmenden Hitze- und Trockenstress (Trockenschäden, höhere Anfälligkeit für Schädlinge, etc.); Kostenanstieg durch verstärkte Erhaltungs- und Bewässerungsmaßnahmen von städtischen Grünbeständen/-flächen; negative Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion aufgrund von häufigeren und intensiveren Dürre- und Hitzeperioden
Handlungserfordernis	Erhalt von Erholungs- und Naturräumen, landwirtschaftlichen Flächen, Flora und Fauna
Maßnahmenvorschlag 16	Verstärktes Regenwassermanagement und Gießpatenschaften in Trockenzeiten <ul style="list-style-type: none">› Auch für die Zukunft sollten rechtzeitige und geeignete Maßnahmen mit der Forstwirtschaft bzw. dem Landesbetrieb Wald und Holz sowie weiteren Vertretern des Naturschutzes gemeinsam überlegt und geplant werden.› Darüber hinaus ist ein verstärkter Aufruf an die Bürgerinnen und Bürger, Bäume in der Nähe des Wohnsitzes zu wässern und weitere Anschaffung von Treegater (Wasserspeicherbehälter) zur besseren Bewässerung von Bäumen innerhalb der bebauten Bereiche, zu empfehlen.› Der Themenbereich des Regenwassermanagements sollte grundsätzlich bei jedem Bauvorhaben verstärkt mitbetrachtet werden („Schwammstadt“). Dies sollte insbesondere zur Förderung der dezentralen Niederschlagsversickerung als Beitrag zur Grundwasserneubildung (Abfluss in die Kanalisation verhindern) und eine verstärkte Sicherung von Wasserressourcen dienen.

Risiko	Zeitweilige Wasserknappheit infolge länger andauernder und häufigerer Trockenperioden; Verschlechterung des chemischen Zustands durch verstärkte Nitratproblematik im Grundwasser
Handlungserfordernis	Ganzheitliche Strategie zur Verbesserung der Grundwassersituation
Maßnahmenvorschlag 17	Strategie zur Verbesserung der Grundwasserqualität und Grundwasserstände <ul style="list-style-type: none">› Aufbau/ Intensivierung eines Grundwassermanagements› Um ein bewusstes Grundwassermanagement zu erreichen, bedarf es einer Erfassung der Menge und Qualität des zur Verfügung stehenden Grundwassers und einer regelmäßigen Erhebung der Grundwasserneubildungsraten im Stadtgebiet Brühl.› Erhebung von bereits durchgeführten Maßnahmen zur Verbesserung der Grundwasserqualität/ Ermittlung möglicher Potenziale und planerisches Hinwirken auf angepasste Nutzungen bei sinkenden Grundwasserneubildungsraten› Im Rahmen des Grundwassermanagements: Ausarbeitung einer gesamtstädtischen Strategie zur Verbesserung der Brühler Grundwassersituation (u. a. zum schonenden Umgang mit den Wasservorräten und die Balance zwischen Wasserdargebot und -nutzung)

5.3 Extremniederschläge und Hochwasser

5.3.1 Vorhandene Daten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten

Vorhandene Grundlagendaten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten		Inhalt	Maßstabsebene/ Bereich
planerisch	Fachbeitrag Klima für die Planungsregion Köln (LANUV 2018)	Daten zum Klima und bereits stattgefundene Änderungen und projizierte Änderungen in der Zukunft (Jahresniederschläge, Starkniederschläge)	Regierungsbezirk Köln
	Klimawandelvorsorgestrategie Köln-Bonn	Bedeutung der Stadt Brühl und Planungshinweise im regionalen Kontext: <ul style="list-style-type: none"> - Mittleres Sturzflutgefährdungspotenzial - Siedlungslagen mit besonderem Hochwasserrisiko 	Region Köln-Bonn
	Hochwassergefahrenkarten	u. a. Untersuchung zum Palmersdorfer Bach und den Dickopsbach (mit Geildorfer Bach und Lenterbach → Ableitung Maßnahmen (Fließwassermanagement))	Stadt Brühl
	Einrichtung eines SAE	Stab für Außergewöhnliche Ereignisse seit 2014	Stadt Brühl
	Regelmäßige Übungen für den Hochwassereinsatz	Prüfung, inwiefern regelmäßige Übungen im Rahmen des Einsatzes des SAE und der Feuerwehr stattfinden werden; Fokus liegt hierbei u. a. auf Koordination zwischen SAE und Feuerwehr	Dickopsbach, Palmersdorfer Bach
	Vermehrte Ausweisung von Hochwasserschutzgebieten/ Bachrenaturierungen	Bachrenaturierung: aktuell ist eine große Gewässerrenaturierung geplant, zwei Bachläufe sollen im Stadtgebiet freigelegt werden (Dickopsach, Verlängerung Donnersbach)	Stadt Brühl
	Dokumentation von Ereignissen und Schäden	Dokumentation und Nachsorge bei Hochwasserereignissen; Hochwasserereignisse werden durch Einsatzberichte dokumentiert; des Weiteren werden die gesammelten Erfahrungen aufbereitet und in die Alarm- und Einsatzplanung eingearbeitet bzw. in neue Maßnahmen umgesetzt	Stadt Brühl
	Generalentwässerungsplan	Der Generalentwässerungsplan ist die Grundlage des Kanalbetriebs für die stadtweiten Planungen (z. B. Anschluss von Baugebieten; Erforderlichkeit Regenrückhaltemaßnahmen). In dem Plan werden die Kanäle konkret ausgelegt. Aktualisierung i. d. R. alle 15 Jahre (freiwillig). Auf der	Stadt Brühl

Vorhandene Grundlagendaten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten		Inhalt	Maßstabsebene/ Bereich
		Grundlage wurden bereits Maßnahmen in Baugebieten umgesetzt (u. a. alte Bonnstraße)	
	Regelmäßige Fortschreibung des Abwasserbeseitigungskonzepts	Abwasserbeseitigungskonzept 2017-2023. Für die Aufsichtsbehörde Köln, um die baulichen Zustände des Kanalnetzes mitzuteilen. Gesetzlich vorgeschrieben. Trennerlass. Stark befahrende Straßen z. B. Römerstraße darf das Regenwasser unbehandelt nicht mehr in Gewässer eingeleitet werden. Aktualisierung des Konzepts alle sechs Jahre.	Stadt Brühl
	Prüfung von Bereichen mit Hangrutschpotenzial	Nach dem Hangrutsch in Vochem wird aktuell im Stadtgebiet untersucht, ob sich noch Standorte mit ähnlicher Problematik im Stadtgebiet befinden, ggfs. Ankauf der Flächen.	Stadt Brühl
	Optimierung des Kanalsystems	Das Kanalsystem wurde in den letzten Jahren umfangreich auf die durchschnittlichen Abflussmengen des städtischen Bedarfes optimiert.	Stadt Brühl
	Hinweise und Auflagen bei Baugenehmigungen	Im Rahmen von Baugenehmigungen über Bau- und Wasserrecht wird bereits informiert und auf die potenzielle Gefährdung hingewiesen, wenn die Baumaßnahme in einem hochwassergefährdeten Bereich liegt.	Stadt Brühl
technisch	Anlage eines Feldgehölzes mit Flutschutzdämmen (2016)	Umsetzung von drei Mulden, zwei Wällen, Feldgehölze, extensive Wiese, Erneuerung der Zuwegung zum Spielplatz	Frechener Straße
	Offenlegung von verrohrten Fließgewässern	Dickkopsach, Verlängerung Donnersbach	Dickkopsach, Donnersbach
	Bau eines Rückhaltekanals	In Bereich Euskirchener Straße für eine Einleitung in den Pingsdorfer Bach. Baubeginn 2021	Euskirchener Straße
	Verlegung Einleitstelle und Bau Rückhaltebecken	2022 wird eine Einleitstelle am Wehrbach verlegt und ein Rückhaltebecken gebaut. Ziel: Verringerung des hydraulischen Stresses im Fließgewässer/ indirekte Hochwasserschutzmaßnahme	am Wehrbach
Sensibilisierend/Anreize	Informationsflyer „unter dem Steinacker“	Anwohnerinformation zu Anlage eines Feldgehölzes mit Flutschutzdämmen nördlich der Frecher Straße	Norden Frecher Straße
	Informationsmaterial für Ver- und Entsorger	Information der regionalen Energieversorgungs- und Infrastrukturunternehmen, Klärung des Umgangs und	Stadt Brühl

Vorhandene Grundlagendaten und bisherige Klimaanpassungsaktivitäten	Inhalt	Maßstabsebene/ Bereich
	Sicherstellung der Stromversorgung bei Hochwasser	
Erhöhung der Regenwassergebühr	2019 wurde durch die Stadt ermittelt, wie hoch der Anteil der Regenwasserableitung und Behandlung ist. Dabei wurde berechnet, dass in Brühl etwa 60 % Regenwasser und 40 % Schmutzwasser anfallen (Regenwasser ist teurer als Schmutzwasser). Aus diesem Grund wurde der Anreiz zu Entsiegelungsmaßnahmen geschaffen,	Stadt Brühl
Broschüren und Flyer auf städtischer Webseite	Veröffentlichung auf der städtischen Webseite (Planen, Bauen und Umwelt). Inhalte: klimagerecht bauen und sanieren; Broschüre „Hochwasserschutzfibel-Objektschutz und bauliche Vorsorge“; Infoblatt „Planen und Bauen im Überschwemmungsgebiet“	Stadt Brühl
Informationen Niederschlagsversickerung	„Die Versickerung von Niederschlagswasser auf dem Grundstück wird grundsätzlich begrüßt.“ (städtische Webseite)	Stadt Brühl
Erstellung bzw. Nutzung von zielgruppenorientiertem Informationsmaterial	Erstellung eines Flyers zum Thema "Überschwemmungsgebiete"; Als Postwurfsendung Verteilung an Betroffene, die im Überschwemmungsgebiet wohnen bzw. Veröffentlichung im Internet	Stadt Brühl
Ortsnahe Veröffentlichung der HWGK und HWRK	Ortsnahe Veröffentlichung der Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten. Darstellung der Karten auf städtischer Homepage	Stadt Brühl

5.3.2 Analyse und Betroffenheit

Hochwasser und soziale Infrastruktur

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Die maßgebenden Faktoren für die Höhe und Dauer von Hochwasserereignissen sind Niederschläge und Abflussgeschehen in Flusseinzugsgebieten. Neben dem Klimawandel beeinflussen auch weitere Faktoren das Hochwassergeschehen, u. a. die zunehmende Versiegelung und Bodenverdichtung in den jeweiligen Einzugsgebieten. Durch Starkniederschläge ausgelöste Flusshochwasser sind bundesweit die Naturereignisse, welche die größten wirtschaftlichen Schäden verursachen. Auswirkungen auf den Bevölkerungsschutz entstehen insbesondere im Bereich vulnerabler Einrichtungen (Krankenhäuser, Senioren- und Kindertageseinrichtungen etc.).

Analysekarte/ Abbildung

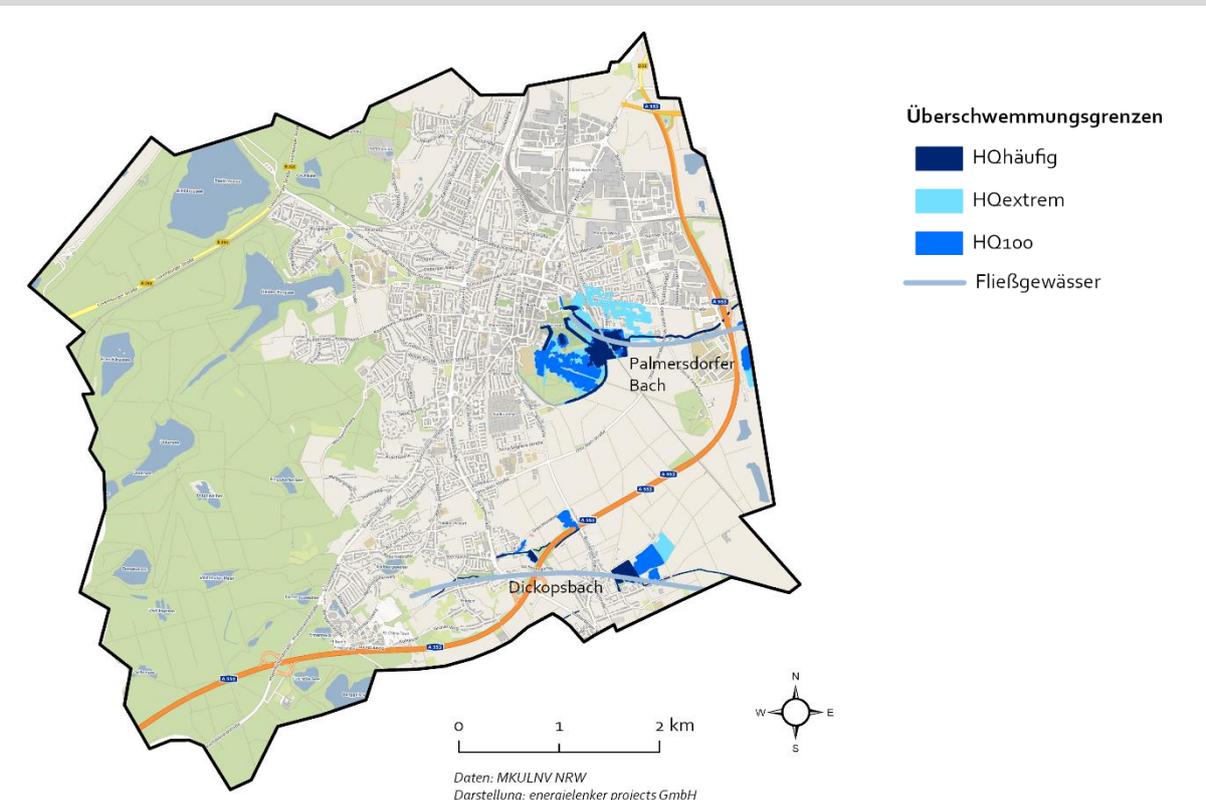


Abbildung 5-19: Überschwemmungsgrenzen durch Hochwasser im Stadtgebiet Brühl (HQhäufig, HQ100, HQextrem) (energienker projects nach Umweltministerium NRW 2019)

- › Anhand der Karte lassen sich die potenziellen Gefahren- und Risikobereiche durch Hochwasser (ausgelöst durch Sturmfluten und Flusshochwasser) ablesen. In der HWRM-RL (Hochwasserrisikomanagementrichtlinie wurden folgende drei Szenarien festgelegt (Flussgebiete 2019):

- HQhäufig: Hochwasser mit einer hohen Wahrscheinlichkeit, welches im statistischen Mittel einmal in 10 Jahren (HQ10) oder einmal in 20 Jahren (HQ20) auftritt.
- HQ100: Hochwasser mit einer mittleren Wahrscheinlichkeit, welches im statistischen Mittel alle 100 Jahre einmal auftritt. Die Abflüsse und die Überflutungsflächen sind i. d. R. größer als für ein HQhäufig.
- HQextrem: Hier handelt es sich um ein Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit, welches sehr selten auftritt. Dieses Szenario ist dasjenige mit den größten Abflüssen und den potenziell größten Überflutungsflächen.

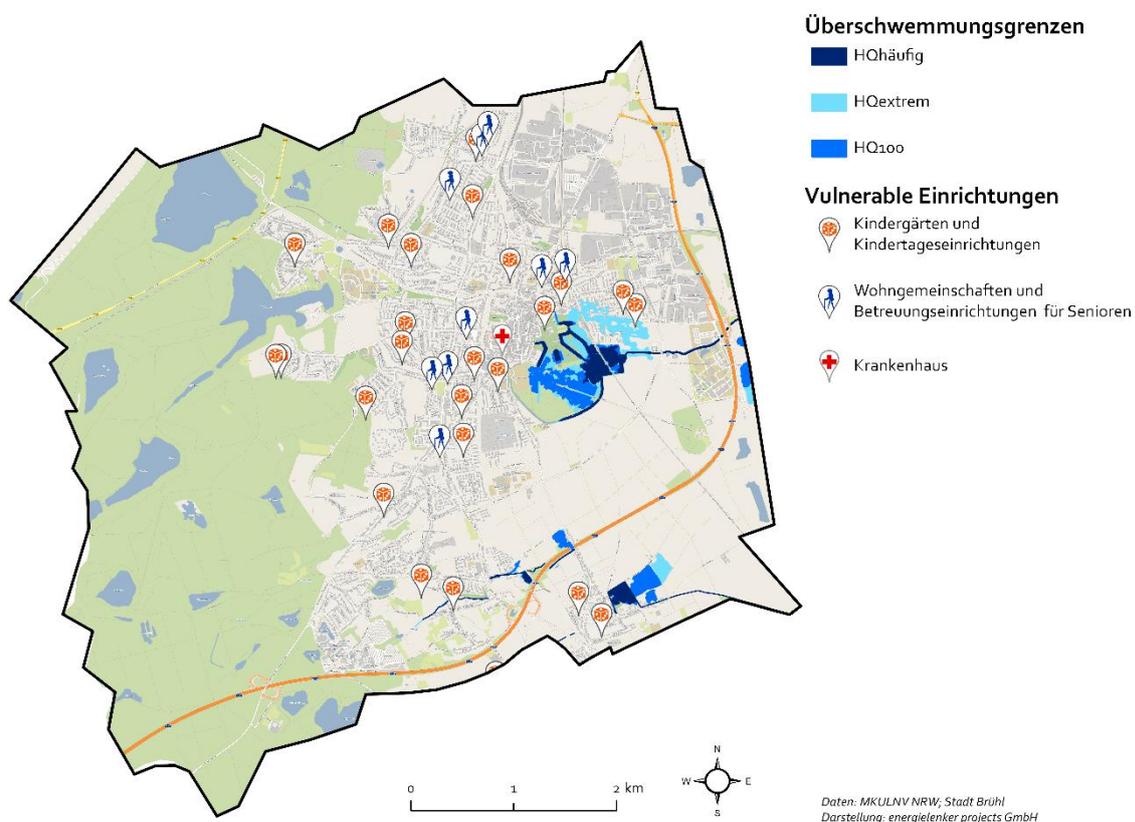


Abbildung 5-20: Überschwemmungsgrenzen durch Hochwasser vulnerable Einrichtungen (HQhäufig, HQ100, HQextrem) (energielenker projects nach Umweltministerium NRW 2019)

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- > Die hochwassergefährdeten Bereiche im Stadtgebiet Brühl umfassen die Ortslagen Brühl Mitte, Schwadorf und Geildorf
 - Risikogewässer im Stadtgebiet: Palmersdorfer Bach und Dickopsbach
 - Dickopsbach: HQhäufig: Ist mit Hochwasser in der Ortslage Schwadorf im Bereich der Bonnstraße und der Schallenburg zu rechnen. Betroffenheit der Wohnhäuser und die dort befindliche Wasserburg durch Hochwasser. HQ100: weitere Wohnhäuser im

Bereich Weiherhofstraße betroffen. HQextrem: Überflutungen in Gebieten mit Wohnbebauung im Eckendorfer Mühlenweg (Geildorf)

- Palmersdorfer Bach: HQhäufig: Potenzielle Gefahren bestehen für die dort gelegenen Wohnhäuser, Baudenkmäler und die Parkanlage (Ortslage Brühl im Bereich um das Schloss Augustsburg)
- › Risikobereiche laut Alarm- und Einsatzplan Stadt Brühl:
 - Unterführungen: Comesstraße, Renault-Nissan-Straße, Theodor-Heuss-Straße, Dreichtenweg, Am Hornsgarten
 - Trafostationen: Bonnstraße, Lindenstraße, Comesstraße, Weiherhofstraße
- › Anhand der Karte der vulnerablen Einrichtungen lässt sich erkennen, dass im Stadtgebiet Brühl vergleichsweise nur geringe, konkrete Gefahren und Risiken durch Hochwasser bestehen.
 - Die Analyse verdeutlicht, dass im Fall von Hochwasserereignissen durch Risikogewässer (HQ häufig, HQ 100 und HQ extrem) das Risiko sensibler Einrichtungen im Stadtgebiet gering ausfällt.
- › Laut dem Fachbereich Feuerwehr und Rettungsdienst wird die Betroffenheit der Stadt Brühl in den vergangenen 30 Jahren durch Hochwasserereignisse als durchschnittlich eingestuft.

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

- › Erhöhung der Eintrittswahrscheinlichkeit hochwasserrelevanter Wasserstände aufgrund veränderter Niederschlagsverteilung
- › ökonomische, soziale und ökologische Schäden durch häufigere und stärkeren Hochwasserereignisse

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Veränderung des Niederschlags

Betroffene Handlungsfelder

- › Wasserwirtschaft
- › Stadtentwicklung und kommunale Planung

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmenvorschlag

S. Kapitel 5.3.3; Maßnahmen 18 bis 21

Starkregenereignisse

Grundsätzliche Bedeutung im Bereich der Klimafolgenanpassung

Niederschläge, die im Verhältnis zu ihrer Dauer eine hohe Intensität aufweisen, werden generell als Starkniederschläge bzw. Starkregenereignisse bezeichnet. Häufig treten sie in den Sommermonaten in Verbindung mit heftigen Gewittern auf. Der DWD warnt vor unwetterartigem Starkregen, wenn in einer Stunde mehr als 25 Liter je Quadratmeter oder in sechs Stunden mehr als 35 l / m² Regen erwartet werden. Extreme Starkregenereignisse werden ab 40 l / m² eingestuft. Laut unterschiedlicher Klimamodelle wird sich auch in Deutschland die Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlagsereignissen zukünftig ändern. Grund dafür sind in erster Linie die Folge der Zunahme des Wasserdampfgehalts in der Atmosphäre als Reaktion auf den prognostizierten Temperaturanstieg. Jedoch sind die Ergebnisse der lokalen und regionalen Modelle mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Niederschläge können grundsätzlich partiell unterschiedlich auftreten, wodurch die Ausdehnung der Überschwemmungsflächen ebenfalls Unsicherheiten aufweisen. Es ist also möglich, dass eine soziale Einrichtung stark betroffen ist, jedoch in vorherigen Untersuchungen oder Statistiken nicht als Risikostandort benannt worden ist.

Betroffenheit im Stadtgebiet Brühl

- › Mit einer Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen muss deutschlandweit gerechnet werden, genaue Angaben zu lokalen Entwicklungen können jedoch nicht getroffen werden (Umweltbundesamt 2021).
- › Die Betroffenheit in Brühl beruhte in der Vergangenheit auf den fehlenden Kapazitäten einer veralteten Kanalsituation. Das Kanalsystem wurde in den letzten Jahren umfangreich auf die durchschnittlichen Abflussmengen optimiert. Laut dem Fachbereich Tiefbau und Infrastruktur könnte das Kanalsystem in einigen Bereichen, je nach Intensität der Starkregenereignisse, nicht standhalten.
- › Aufgrund der lokalen Bodenverhältnisse in Verbindung mit durchschnittlichen Regenereignissen, kam es in der Vergangenheit zu Hangrutschungen (Stadtteil Vochem).
- › Die Flutkatastrophe vom 14.07.2021 hat auch in der Stadt Brühl einen hohen finanziellen Schaden verursacht.
- › Gesamtstädtische Starkregenanalysen oder weitere Untersuchungen zum Themenbereich liegen aktuell nicht vor.

Mögliches Risiko/ Auswirkungen

- › Überlastung städtischer Entwässerungssysteme mit vielfältigen Folgen aufgrund von Starkregenereignissen
- › ökonomische, soziale und ökologische Schäden durch Sturzfluten

Relevante Klimaveränderungen in Brühl/ Klimatische Einfüsse

- › Veränderung des Niederschlags
- › Zunahme Durchschnittstemperatur

Betroffene Handlungsfelder

- > Wasserwirtschaft
- > Stadtentwicklung und kommunale Planung
- > Menschliche Gesundheit und Katastrophenschutz

Erforderlicher Handlungsbedarf/ Maßnahmenvorschlag

S. Kapitel 5.3.3; Maßnahmen 18 bis 21

5.3.3 Handlungsempfehlung und Maßnahmenvorschläge gegenüber Extremniederschläge und Hochwasser

Aus den Ergebnissen der Analyse und den Betroffenheiten im Stadtgebiet Brühl, wurden übergeordnete Anpassungsziele abgeleitet, um dem Problemfeld Extremniederschläge und Hochwasser im Stadtgebiet zukünftig entgegenzuwirken.

Um die Anpassungsziele zu erreichen und den ermittelten Handlungserfordernissen aus den Kapiteln 5.3.1 und 5.3.2 zu begegnen, werden darüber hinaus Maßnahmenvorschläge gegeben, die innerhalb der Stadtverwaltung Brühl zukünftig geprüft, konkretisiert und priorisiert werden sollten. Die Maßnahmenvorschläge wurden dazu in entsprechenden Handlungsfelder eingeordnet.

Erforderliche Anpassungsziele für das Problemfeld Extremniederschläge und Hochwasser:

1. Förderung von dezentraler Versickerung und Regenwassernutzung, um Überflutungen durch Starkregen zu minimieren
2. Bevölkerungsschutz gegenüber Starkregenereignisse
3. Naturnaher Wasserhaushalt und Starkregenvorsorge
4. Eigenvorsorge stärken, um Schäden durch starkregenbedingte Überflutungen zu vermindern

Handlungsfeld: Stadtentwicklung und kommunale Planung

Risiko	Überlastung städtischer Entwässerungssysteme mit vielfältigen Folgen infolge von Starkregenereignissen; Überflutung von Gebäuden und Infrastruktur
Handlungserfordernis	Schutz- und Vorsorgemaßnahmen gegenüber Extremniederschlägen
Maßnahmenvorschlag 18	<p>Verstärktes Regenwassermanagement im Rahmen von Bauvorhaben</p> <ul style="list-style-type: none"> › Der Aufgabenbereich des Regenwassermanagements sollte grundsätzlich in jedem Bauvorhaben verstärkt betrachtet und auf die Umsetzung von möglichen Schutz- und Vorsorgemaßnahmen geprüft werden. Die Vermeidung von Versiegelung bzw. die Entsiegelung sollte dabei als grundlegendes Ziel gelten.

Risiko	Überlastung städtischer Entwässerungssysteme mit vielfältigen Folgen infolge von Starkregenereignissen
Handlungserfordernis	Sensibilisierung der Brühler Bevölkerung für die Bedeutung von natürlicher Niederschlagsversickerung; Vorsorge gegenüber Extremniederschlägen
Maßnahmenvorschlag 19	<p>Bewerbung der Reduzierung der Niederschlagsgebühr als Anreiz zur Minimierung der befestigten Flächen auf Grundstücken</p> <ul style="list-style-type: none"> › 2019 wurde seitens der Stadt Brühl ermittelt, wie hoch der Anteil der Regenwasserableitung und Behandlung ist. Dabei wurde berechnet, dass in Brühl etwa 60 % Regenwasser und 40 % Schmutzwasser anfallen (Regenwasser ist teurer als Schmutzwasser); Regenwassergebühr wurde in Brühl bereits erhöht (→ Anreiz für Entsiegelungsmaßnahmen) › Ziel: Maßnahmen zur Minimierung der Versiegelung und der Abflusswirksamkeit von Flächen im Stadtgebiet erhöhen (insbesondere auf privaten Grundstücksflächen) › Bewerbung von Möglichkeiten zur finanziellen Einsparung durch Entsiegelungsmaßnahmen und Schutz gegenüber Starkregenereignissen › Verstärkte Informationsbereitstellung zur Niederschlagsversickerung auf der städtischen Webseite und Hinweise zur Erhöhung der Regenwassergebühr › Bewerbung sollte insbesondere für Industrie- und Gewerbeflächen durchgeführt werden (Möglichkeiten zur Kosteneinsparung durch natürliche Ableitung des Regenwassers)

Risiko	Risiko der Überlastung städtischer Entwässerungssysteme mit vielfältigen Folgen infolge von Starkregenereignissen; Überflutung von Gebäuden und Infrastruktur
Handlungserfordernis	Gesamtstädtische Risikobetrachtung gegenüber Starkregen; Ermittlung gefährdeter Bereiche im Stadtgebiet für die Entwicklung spezifischer Maßnahmen
Maßnahmenvorschlag 20	Stadtweite Starkregengefahrenkarte/ Veröffentlichung der Ergebnisse <ul style="list-style-type: none">› Neben der hydraulischen Analyse des Entwässerungssystems, sollte die Thematik mit einer gesamtstädtischen Starkregenanalyse erweitert werden (2D-Simulation des Oberflächenabflusses)› Die Ergebnisse sollten im Nachgang öffentlichkeitswirksam veröffentlicht werden: Beispiel StEB Köln https://www.hw-karten.de/index.html?Module=Starkregen› Neben der Veröffentlichung sollten erforderliche Schutz- und Vorsorgemaßnahmen seitens der Stadtverwaltung sowie der Bürgerschaft umgesetzt werden (s. Maßnahmen 18 und 19)

Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit und Katastrophenschutz

Risiko	Ökonomische, soziale und ökologische Schäden durch Sturzfluten; unzureichende Kenntnis über bisherige Starkregenereignisse
Handlungserfordernis	Dokumentation und Aufarbeitung von Starkregenereignissen
Maßnahmenvorschlag 21	<p>Starkregenrisikomanagement/ Erweiterung des Alarm- und Einsatzplans</p> <ul style="list-style-type: none"> › Alarm- und Einsatzplan der Feuerwehr im Bereich Hochwasser liegt bereits vor; Hochwasserereignisse werden dokumentiert; des Weiteren werden die gesammelten Erfahrungen aufbereitet und in die Alarm- und Einsatzplanung eingearbeitet sowie erforderliche Schutzmaßnahmen umgesetzt › Empfehlung: Ergänzung des Plans mit lokalen Schäden durch Starkregenabflüsse (Dokumentation von eingetroffenen Sturm- oder Wasserschäden durch Starkregenereignisse in Brühl) › Aufbau eines fachbereichsübergreifendes Starkregenrisikomanagements zur langfristigen Verringerung des Risikos starkregen- und sturzflutbedingter nachteiliger Folgen auf die menschliche Gesundheit, Umwelt sowie Gebäude und Infrastruktur

Handlungsfeldübergreifend

Risiko	Unterschätzung der Risiken der Klimafolgen in Brühl, mangelnde Beachtung der Klimafolgenanpassung in den einzelnen Arbeitsbereichen der Verwaltung
Handlungserfordernis	Fachübergreifender Austausch; Mitdenken der Klimafolgenanpassung in allen Handlungsbereichen; Integrierte Entwicklung von Maßnahmen der Klimaanpassung in allen Planungen im Gebäude-, Versorgungs- und Straßenbau
Maßnahmenvorschlag 22	<p>Bildung einer verwaltungsinternen fachbereichsübergreifenden Arbeitsgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> › Austausch und Maßnahmenentwicklung fachbereichsübergreifend (FB61 Bauen und Planen, FB66 Tiefbau und Infrastruktur, FB37 Feuerwehr und Rettungsdienst, StadtServiceBetrieb Brühl, AÖR Gebäude und Grün)

6 Konkrete Maßnahmen für den Hot-Spot Bereich Stadtteilzentrum Brühl

Die Klimafunktions- und Planungshinweiskarte aus dem Jahr 2018 zeigt, dass die höchsten thermischen Belastungen in der Stadt Brühl im südlichen Bereich der Innenstadt auftreten. Die dort am stärksten bebauten Bereiche wurden daher dem Innenstadt-Klimatop zugeordnet. Darüber hinaus wurde ermittelt, dass die Durchlüftungsverhältnisse in diesem Bereich am schlechtesten sind (Berechnungsergebnisse für die autochthone Wetterlage⁹). Dies drückt sich insbesondere in erhöhten Temperaturen in der Nacht aus, da hier wegen der kompakten Bebauung ein Wärmeinseleffekt entsteht und Kaltluft keine Entlastung bringen kann. In der Klimaanalyse wird das untersuchte Quartier infolgedessen als Sanierungsbereich mit dringendem Handlungsbedarf zur Verbesserung klimatisch-lufthygienischer Situation gekennzeichnet.

Der identifizierte „Hot-Spot Bereich“ reicht im Norden bis zu den Straßen Carl-Schurz Straße/An der Bleiche/Kirchstraße/Bahnhofstraße, im Westen bis zur Straße „An der alten Brauerei“ und dem Balthasar-Neumann-Platz, im Osten bis über den Bereich der Uhlstraße und den Marktplatz und im Süden schließt es die Giesler-Galerie zwischen der Uhlstraße und der Straße „An der alten Brauerei“ mit ein. In allen Richtungen schließt sich ein Bereich mit Stadt-Klimatop an. Dies umfasst auch den nördlichen Teil der Innenstadt.

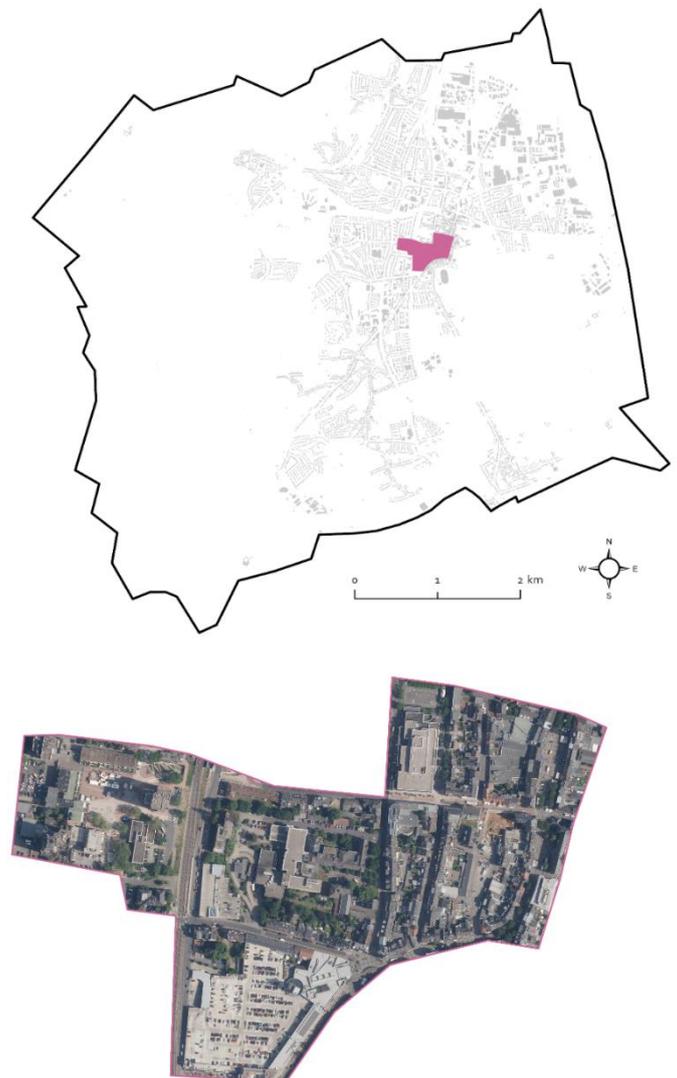


Abbildung 6-1: Lage des Untersuchungsquartiers im Gesamtgefüge und Luftbildausschnitt (energielenker projects)

⁹ Autochthone Wetterlage = durch lokale und regionale Einflüsse bestimmte Witterung, die durch ausgeprägte Tagesgänge der Lufttemperatur, der Luftfeuchte und der Strahlung gekennzeichnet ist. Das Wettergeschehen ist vorwiegend strömungsarm. Das Stadtklima ist am stärksten ausgeprägt. (DWD o.J.)

Temperaturbezogene Klimawirkungen

Tabelle 7: Daten zum Quartier (energielecker projects)

Flächengröße	17,667 ha	Aufgrund der Zugehörigkeit zum Klimatop „Innenstadtklima“ mit einer dichten und hohen innerstädtischen Bebauung sowie sehr geringen Grünflächenanteilen kommt es in dem Quartier tagsüber zu einer starken
Unversiegelte Fläche	1,429 ha	
Versiegelungsgrad	91,91 %	

Aufheizung und nachts zu einer Ausbildung einer deutlichen Wärmeinsel bei im Durchschnitt geringer Luftfeuchtigkeit. Der hohe Versiegelungsgrad führt zu einer bedeutenden Beeinflussung der regionalen und überregionalen Winde. Bei austauscharmen Wetterlagen treten hohe Luftschadstoffkonzentrationen auf. Im Sommer entsteht zusätzlich Hitzestress und Schwülebelastung. In den stärker bebauten Straßenabschnitten treten neben böenartigen Windverwirbelungen je nach Verkehrsbelastung hohe Luftschadstoff- und Lärmbelastungen auf.

Tabelle 8: Prognostizierte Veränderungen für die Stadt Brühl (LANUV NRW)

Klimaparameter	Prognostizierte Änderungen für die Stadt Brühl	
	nahe Zukunft (2031 – 2060) bezogen auf 1971 - 2000	ferne Zukunft (2071 – 2100) bezogen auf 1971 - 2000
Heiße Tage (Maximum $\geq 30^{\circ}\text{C}$)	+ 13,1 Tage	+ 14,5 Tage
Sommertage (Maximum $\geq 25^{\circ}\text{C}$)	+ 21,2 Tage	+ 28 Tage
Tropennächte (Minimum $\geq 20^{\circ}\text{C}$)	+ 2,6 Nächte	+ 7,6 Nächte

Infolge des Klimawandels wird es in der Stadt Brühl zu einer Zunahme der Durchschnittstemperatur sowie der klimatischen Kenngrößen wie „Anzahl der heißen Tage“, „Sommertage“ und „Anzahl der Tropennächte“ pro Jahr kommen. Eine sehr hohe Zunahme wird auch für das Auftreten von Hitzewellen erwartet. Aufgrund der bereits heute sehr ungünstigen thermischen Bedingungen ist das untersuchte Innenstadt Quartier gegenüber den klimatischen Veränderungen besonders gefährdet. Hohe Temperaturen können sich negativ auf das Wohlbefinden und die Gesundheit der dort lebenden und arbeitenden Personen auswirken.

Das Quartier zeichnet sich durch eine hohe Nutzungsdurchmischung aus. Der westliche Bereich (rund um den Balthasar-Neumann-Platz) ist vor allem durch mehrgeschossiges Wohnen mit Gewerbenutzung im Erdgeschoss geprägt. Daran schließt sich Richtung Osten das Marienhospital an. Südlich des Krankenhauses befindet sich die Einkaufsmaill Giesler-Galerie. Vom dort aus zieht sich Richtung Westen in Richtung Norden die Fußgängerzone (Uhlstraße, Markt), die sich durch eine vorwiegend gewerbliche Nutzung mit Einzelhandel und Gastronomie im Erdgeschoss

auszeichnet. Im nördlichen Bereich befindet sich außerdem ein weiteres Kaufhaus (ehemaliger Kaufhof, heute Sinn). Der Gebäudekomplex soll abgerissen und neu bebaut werden. Derzeit existieren drei mögliche Varianten zur Neubebauung mit einer Mischung aus Gewerbe und Wohnnutzung (Vrl. 260/2021: Bebauungsplan 01.11 „Steinweg Mühlenstraße, An der Bleiche, Wallstraße) (Stand: Dezember 2021). Zwischen dem Marienhospital und der Fußgängerzone steht eine dichte Blockbebauung, die vor allem durch Wohnnutzung geprägt ist.

Die Hitzebelastung in der Nacht ist besonders bedeutsam, da der Wärmeineffekt dann am stärksten ausgeprägt ist (vor allem bei geringer Bewölkung und Windstille) und sich ungünstige klimatische Bedingungen negativ auf den Schlaf und die nächtliche Erholung auswirken. Brühl Mitte kennzeichnet sich durch einen vergleichsweise hohen Anteil an über 65-jährigen Personen (26%). Insbesondere ältere Personen gelten in Bezug auf Hitzebelastung als besonders gefährdet. Darüber hinaus befindet sich wie zuvor beschrieben das Marienhospital im untersuchten Quartier, wodurch sich der Anteil an vulnerabler Bevölkerung im Quartier nochmals erhöht.

Niederschlagsbezogene Klimawirkungen

Im untersuchten Quartier selbst sowie in unmittelbarer Nähe dessen befinden sich keine Oberflächengewässer, sodass lokale Überflutungen im Falle eines Starkregens im Quartier selbst entstehen und nicht durch über die Ufer tretende Gewässer. Es ist davon auszugehen, dass die Niederschlagshäufigkeit und -intensität zunehmen wird. Der hohe Versiegelungsgrad und die geringe Begrünung im Gebiet erhöhen daher die Sensitivität¹⁰ des Quartiers gegenüber Starkregenereignissen.

Der Karte (Abb. 5-2) lässt sich entnehmen, dass im östlichen Bereich des Quartiers nahezu keine Grünflächen vorhanden sind, die als Versickerungsflächen dienen können. Einen vergleichsweise hohen Anteil an unversiegelten Flächen weist ausschließlich das Gebiet um das Marienhospital auf.

¹⁰ Sensitivität = Grad, zu welchem ein räumlicher Bereich, ein System oder ein Akteur durch Klimaänderungen beeinflusst wird.



Abbildung 6-2: Unversiegelte Flächen im Untersuchungsquartier (energielenker projects, Kartengrundlage: Geobasis NRW)

Anpassungspotenziale und Maßnahmenvorschläge

Das untersuchte Quartier ist bereits heute durch eine hohe thermische Belastung geprägt, mit zunehmendem Klimawandel wird sich die klimatische Situation im Quartier weiter verschlechtern. In der städtischen Klimafunktions- und Planungshinweiskarte aus 2018 wird eine Verbesserung der klimatisch-lufthygienischen Situation dringend angeraten. Folgende gegensteuernde Maßnahmen werden in der vorliegenden Klimaanalyse von 2018 empfohlen:

- › Verringerung des Versiegelungsgrades bzw. Entsiegelung
- › Erhöhung des Vegetationsanteils bzw. intensive Begrünung (einschließlich Fassaden- und Dachbegrünung)
- › Durchgrünung von Innenhöfen
- › Begrünung von Straßenräumen sowie Verringerungen des Emissionsaufkommens, insbesondere der Verkehrsemissionen (Verkehrsberuhigung, Förderung des ÖPNV)
- › Schaffung bzw. Erweiterung von möglichst begrünten Durchlüftungsbahnen empfohlen

Welche Anpassungsmaßnahmen sich am besten eignen, hängt vom konkreten Ort und seinen Beschaffenheiten ab. Je nach Gebäudestrukturtyp wird das lokale Mikroklima in unterschiedlich starkem Maße beeinflusst. Grundsätzlich lässt sich feststellen: je geschlossener und höher die Bebauung, desto schlechter ist die Durchlüftung und nächtliche Abkühlung. Je nach Strukturtyp sind daher mehr oder weniger Zusatzmaßnahmen zur Verbesserung der lokalen Kleinklimasituation festzusetzen. Darüber hinaus spielt der tageszeitliche Wirkungsverlauf eine wesentliche Rolle in Bezug auf hitzereduzierende Maßnahmen. Je nach Nutzung entstehen verschiedene Ansprüche an die Reduktion der thermischen Belastung: Ein Krankenhaus sowie Wohngebiete müssen rund um die Uhr kühl sein, ein Büro oder Ladengeschäft vor allem tagsüber bis zum Abend. In der Feinplanung sollten Anpassungsmaßnahmen deshalb auf die Nutzungszeit abgestimmt werden.

Vor diesem Hintergrund werden daher im Folgenden für die unterschiedlichen Bebauungsstrukturen und Nutzungen im Quartier individuelle Anpassungspotenziale und Maßnahmenvorschläge identifiziert. Dafür wurde das Gebiet in sechs Bereiche entsprechend den Bebauungsstrukturen eingeteilt (siehe Abb. 5-3).

Im untersuchten Quartier befinden sich eine große Anzahl Baudenkmäler sowie Teile des Baudendenkmals Nr. 192. Die Bestimmungen des Denkmalschutzgesetzes NRW sind bei der Umsetzung der Maßnahmen zu berücksichtigen.

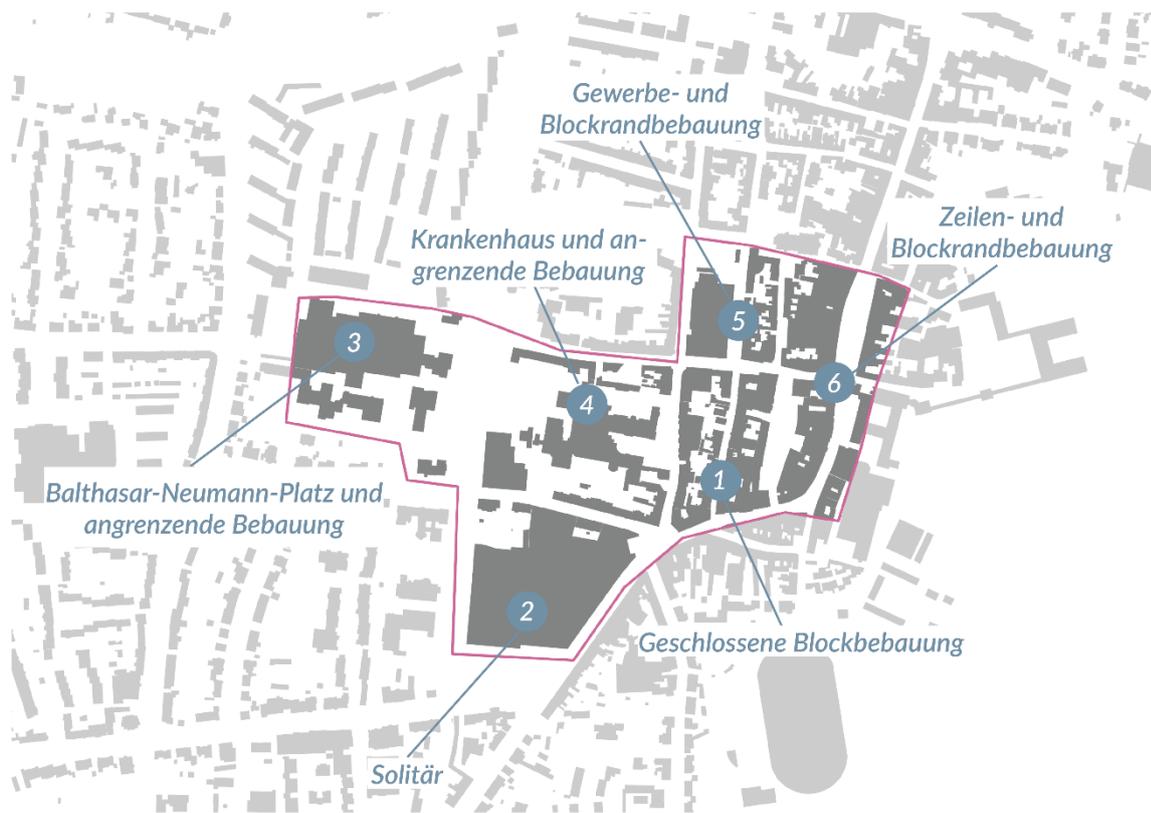


Abbildung 6-3: Überblick Bebauungsstruktur (energielenker projects)

Allgemeine Maßnahmenempfehlung: Dachbegrünung

Insgesamt lässt sich feststellen, dass das untersuchte Quartier eine Vielzahl an Flachdächern (34,65% der Dächer) aufweist und somit ein hohes Potenzial für **Dachbegrünung** besteht. Diese Maßnahme spielt daher für das gesamte Quartier eine bedeutende Rolle. Seit April 2021 steht über das LANUV NRW ein Gründachkataster für Nordrhein-Westfalen zur Verfügung. Dieses zeigt an, ob eine nachträgliche Dachbegrünung aufgrund der Dachneigung und -ausrichtung sowie der Einstrahlung möglich ist. Insbesondere die Kühlleistung und Regenrückhaltung von Niederschlagswasser bei Starkregen sind bei dieser Maßnahme von Bedeutung und daher in Hinblick auf die Analyse für das untersuchte Quartier von hoher Relevanz. Je nach Substratstärke kann ein Gründach bis zu 80% der jährlichen Niederschlagsmenge zurückhalten und verdunsten, was die Wärmebelastung effektiv mindert. Auch die Bindung von Staub, Treibhausgasen und Luftschadstoffen zählen zu den Vorteilen von Gründächern sowie die Erhöhung der Lebensqualität der Bevölkerung und positive Effekte auf den Artenschutz und die Biodiversität.

Wenn es sich nicht um Liegenschaften der Stadt Brühl handelt, liegen die Handlungsmöglichkeiten der Stadt für Dachbegrünungen vor allem im Schaffen von Anreizen für private Eigentümerinnen und Eigentümer (Förderprogramme, Öffentlichkeitsarbeit, etc.).

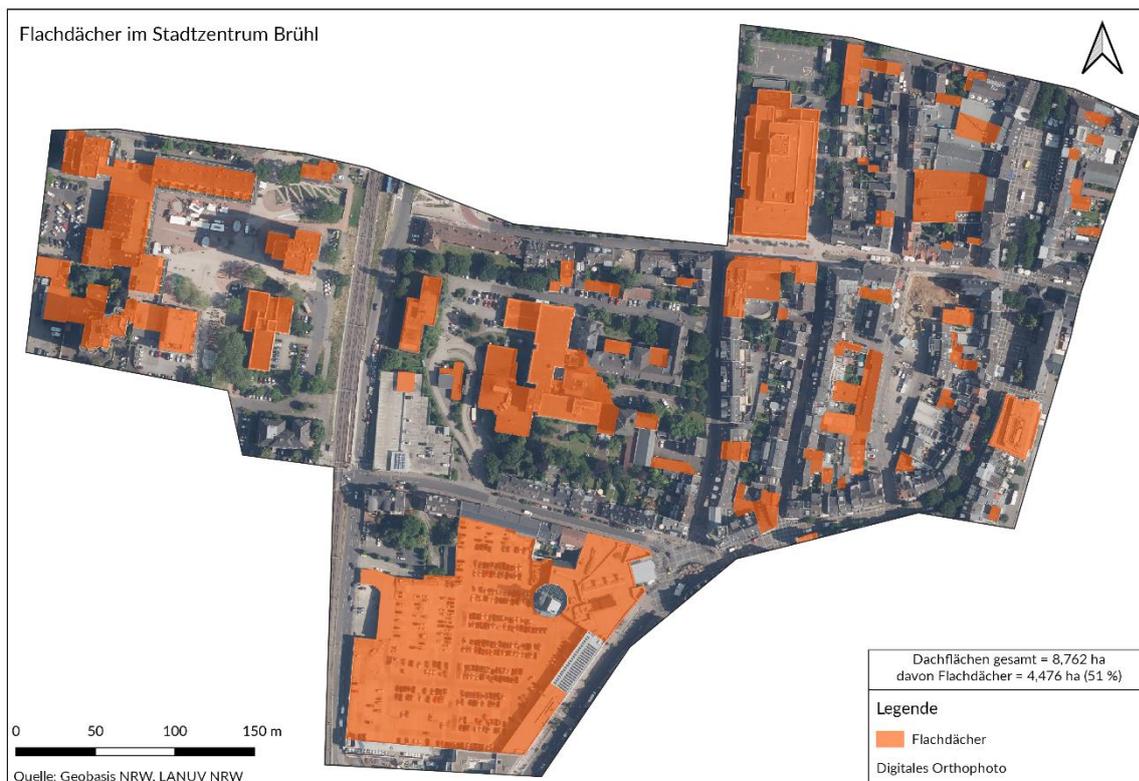


Abbildung 6-4: Flachdächer im untersuchten Quartier (energielenker Projects; Kartengrundlage Geobasis NRW)

Das Gründachkataster des LANUV bietet eine erste Einschätzung zu einzelnen Dachflächen auf Grundlage von der Neigung, Jährlichem Niederschlag, Thermischer Belastungssituation, Standort (für Pflanzliste) und Herkunftsgebiet für Regiosaatgut (inkl. Information zum Ausgangssubstrat). Nach einer Abfrage, welche Substratstärke (10 cm, 20 cm oder 30 cm) verwendet werden soll, liefert die Flächenberechnung direkte Informationen zu den ausgewählten Dachteilflächen über Parameter wie: Gewicht im wassergesättigten Zustand, Retentionspotenzial bei Starkregen, Potenzieller jährlicher Niederschlagsrückhalt, Mittlere Verdunstungskühlleistung pro Jahr, Jährliches Einsparungspotenzial Niederschlagsgebühr (über Eingabefeld), CO₂-Bindungspotenzial, Feinstaubbindung. Außerdem liefert die Flächenberechnung basierend auf Expertenschätzungen ungefähre Kostenberechnungen (Material oder Material inkl. Einbau). Die folgenden beiden Abbildungen geben ein Beispiel zum Potenzial anhand der größten Dachfläche des Marienhospitals (892 m²).

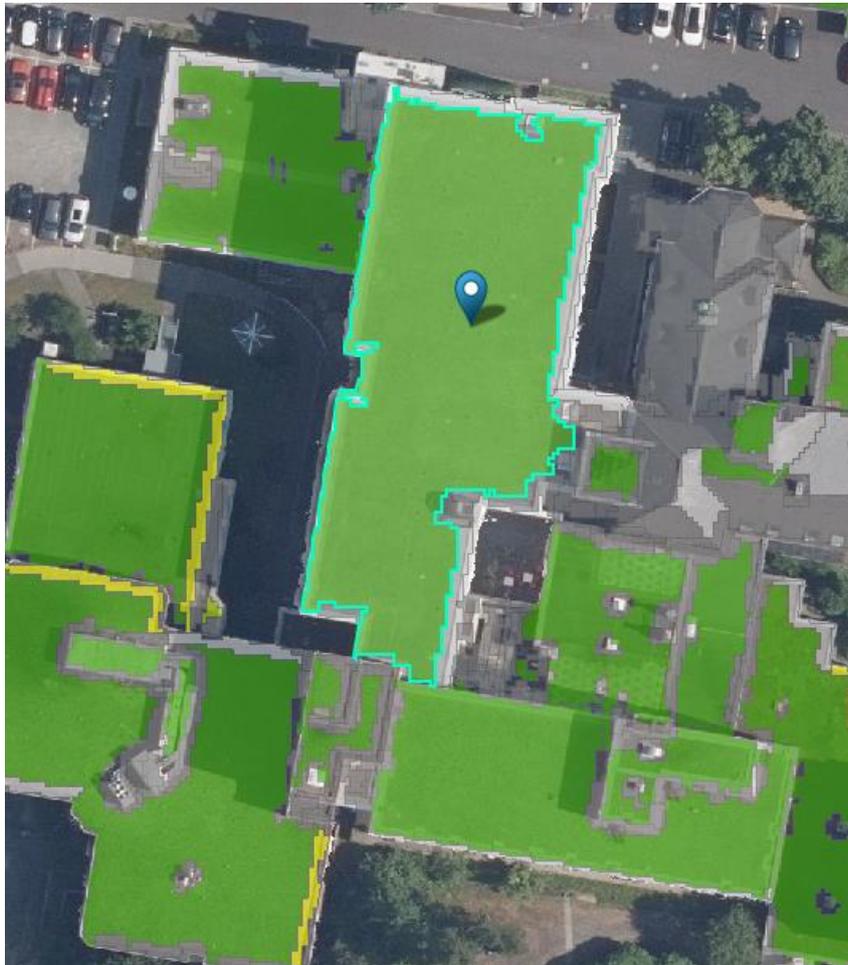


Abbildung 6-5: Größtes Dachflächenpotenzial Marienhospital; 892 m²
(LANUV FIS)

Potenzialinformation ausgewählte Dachflächen

Hier werden die potenziellen Vorteile eines Gründachs auf den ausgewählten Dachflächen angezeigt. Neben der Fläche geht bei einigen Parametern auch die Substratdicke in die Berechnung mit ein. Ausführlichere Informationen hierzu finden Sie [hier](#).

Gewicht im wassergesättigten Zustand	115.960 kg
Retentionspotenzial bei Starkregen	17.840 l/h
Potenzieller jährlicher Niederschlagsrückhalt	303 m³/a
Mittlere Verdunstungskühlleistung pro Jahr	208.350 kWh/a
Niederschlagsgebühr ihrer Kommune	<input type="text"/> €/m ²
Jährliches Einsparungspotenzial Niederschlagsgebühr	- €
CO₂-Bindungspotenzial	714 kg/a
Feinstaubbindung	1249 g/a

Geschätzte Kosten:

Basierend auf den ausgewählten Dachflächen werden hier grobe Kalkulationen anhand von Experteneinschätzungen zu den aktuellen Marktpreisen geliefert. Diese Werte dienen lediglich als Orientierung und können von tatsächlichen Angeboten lokaler Anbieter abweichen.

Material <i>(Schutzlage, Dränschicht, Filtervlies, Substrat, Pflanzen)</i>	43.300,00 €
Material incl. Einbau <i>(Schutzlage, Dränschicht, Filtervlies, Substrat, Pflanzen)</i>	59.600,00 €
Kontrollschächte	54,00 €
Kiesleiste je m im Umlauf der Dachfläche	19,00 €
Fertigstellungspflege <i>(2 Pflegegänge im Jahr)</i>	200,00 €

Für die Fachbetriebssuche sei auf die Suchmaschinen des Verbandes [GaLaBau NRW e.V.](#) sowie des Bundesverbandes [GebäudeGrün e.V. \(BuGG\)](#) verwiesen. Hier lassen sich geeignete Fachunternehmen für die eigene Umfeldsuche am einfachsten finden.

Abbildung 6-6: Potenzialinformationen und geschätzte Kosten der größten Dachfläche Marienhospital; 892 m² (LANUV FIS)

1

Geschlossene Blockbebauung

Mühlenstraße, Wallstraße, Janshofpassage, Steinweg, Uhlstraße



Nutzung

- › Dicht bebaut, intensiv genutzt
- › vorwiegend Wohnen, teilweise Gewerbe im EG
- › tagsüber und nachts

Begrünung/ Versiegelung

- › hohe Versiegelung
- › wenig Begrünung, teils begrünte Innen-/Hinterhöfe

Anpassungspotenziale

- › im Bestand nur wenig Spielräume für größere Anpassungsmaßnahmen und aufgrund der heterogenen Eigentumsstruktur schwer umsetzbar, daher sollte eine Vielzahl kleiner Maßnahmen durchgeführt werden
- › Flachdächer vorhanden
- › Fußgängerzone/ öffentliche Plätze (Uhlstraße, Steinweg)
- › Innenhöfe vorhanden: Im Zuge des Rathaus Neubaus gibt es bereits eine Planung für die klimaangepasste Gestaltung des Janshofs



Maßnahmen an Baudenkmälern /in Bodendenkmälern sowie Maßnahmen, die den Umfeldschutz von Baudenkmälern berühren unterliegen den Bestimmungen des Denkmalschutzgesetzes NRW

Maßnahmenvorschläge

- › Förderung der Begrünung von Innenhöfen (Entfernung von Beton- oder Asphaltbelägen mit anschließender Begrünung durch Gehölze oder Stauden, Anlage begrünter Pergolen, Rankgerüste, etc.)
- › Dach- und Fassadenbegrünungen
- › Aktive Beteiligung der Bewohnerinnen und Bewohner an Anpassungsmaßnahmen im Quartier sowie Informations- und Kommunikationsangebote (Aufklärung zu den Gesundheitsgefahren durch sommerliche Hitzewellen und zu Präventionsmaßnahmen, Anpassungsmöglichkeiten im privaten Umfeld, etc.)
- › Aufstellen von Trinkwasserspendern in Fußgängerzone
- › Schaffung von erlebbarem Wasser und Verschattung auf öffentlichen Plätzen (auch als temporäre Elemente denkbar)
- › Gebäude: Wo bauliche Veränderungen (Umbau, Modernisierung, Verdichtung) anstehen, sollte geprüft werden, ob und welche Maßnahmen sich umsetzen lassen (z.B. Erhöhung der Albedo, Hauswandverschattung, Wärmedämmung, etc.)

<p>2 Solitär Giesler Galerie</p>	
Nutzung	Begrünung/ Versiegelung
<ul style="list-style-type: none"> › Gewerbe › tagsüber 	<ul style="list-style-type: none"> › Extrem hohe Versiegelung › Wenig Begrünung: einzelne Bäume nördlich des Kaufhauses
Anpassungspotenziale	
<ul style="list-style-type: none"> › Großes Flachdach › Vorplatz (Beginn Uhlstraße Fußgängerzone) 	
<p>! In der Giesler Galerie befindet sich das Baudenkmal Nr. 243 „Südturm der ehem. Giesler Brauerei“. In diesem Bereich gelten die Bestimmungen des Denkmalschutzgesetzes NRW.</p>	
Maßnahmenvorschläge	
<ul style="list-style-type: none"> › Dachgestaltung: Albedo Optimierung¹¹, Dachbegrünung, blaugüne Strukturen, erlebbarer Dachgarten, Synergien schaffen: Dachbegrünung und Photovoltaik auf Parkflächen der Giesler Galerie › Fassadengestaltung: Albedo Optimierung, Verschattungselemente › Aufstellen von Trinkwasserspendern auf dem Vorplatz › Schaffung von erlebbarem Wasser, Verschattung und Begrünung auf dem Vorplatz 	

¹¹ Versiegelte Flächen heizen sich stärker auf als unversiegelte. Allerdings kann der Grad der Oberflächenerwärmung durch geschickte Materialauswahl reduziert werden. Wieviel Energie für die Erwärmung einer Oberfläche zur Verfügung steht, wird maßgeblich durch ihr stoffspezifisches Reflexionsvermögen, die sogenannte ‚Albedo‘, bestimmt. Die Albedo bezeichnet die Rückstrahlungsfähigkeit einer Oberfläche (Wert zwischen 0 und 1).

3

Balthasar-Neumann-Platz und angrenzende Bebauung



Nutzung	Begrünung/ Versiegelung
<ul style="list-style-type: none"> > Locker bebaut, vereinzelt Hochhäuser > Mehrgeschossiges Wohnen mit Gewerbe im EG > tagsüber und nachts 	<ul style="list-style-type: none"> > hohe Versiegelung > wenig Begrünung: vereinzelte Straßenbäume und einzelne kleinere Grünflächen/ Straßenbegleitgrün

Anpassungspotenziale

- > fast ausschließlich Flachdächer
- > großer öffentlicher Platz (Balthasar-Neumann-Platz) mit Tiefgarage
- > Hochhäuser

! Maßnahmen berühren ggf. den Umfeldschutz der umliegenden Baudenkmäler und unterliegen damit den Bestimmungen des Denkmalschutzgesetzes NRW

Maßnahmenvorschläge

- > Förderung von Dach- und Fassadenbegrünungen der Hochhäuser
- > Aktive Beteiligung der Bewohnerinnen und Bewohner an Anpassungsmaßnahmen im Quartier sowie Informations- und Kommunikationsangebote (Aufklärung zu den Gesundheitsgefahren durch sommerliche Hitzewellen und zu Präventionsmaßnahmen, Anpassungsmöglichkeiten im privaten Umfeld, etc.)
- > Schaffung von erlebbarem Wasser, Verschattung und ergänzende Begrünung auf dem Balthasar-Neumann-Platz (ggf. als mobile Elemente aufgrund des Marktbetriebs)
- > Aufstellen von Trinkwasserspendern auf dem Balthasar-Neumann-Platz
- > Gebäude: Wo bauliche Veränderungen (Umbau, Modernisierung, Verdichtung) anstehen, sollte geprüft werden, ob und welche Maßnahmen sich umsetzen lassen (z.B. Erhöhung der Albedo, Hauswandverschattung, Wärmedämmung, etc.)
- > Machbarkeitsstudie zur Begrünung von Tiefgaragen

4 **Krankenhaus und angrenzende Bebauung**
Marienhospital, Carl-Schurz-Straße



Nutzung	Begrünung/ Versiegelung
<ul style="list-style-type: none"> › locker bebaut › Krankenhaus, Wohnen und Gewerbe (nördlich des Krankenhauses) › tagsüber und nachts 	<ul style="list-style-type: none"> › Mittlere Versiegelung › Begrünung vorhanden: vereinzelt Straßenbäume und kleinere Grünflächen/ Gartenflächen

Anpassungspotenziale

- › Vorwiegend Flachdächer
- › Erhöhter Anpassungsbedarf aufgrund erhöhtem Anteil vulnerabler Bevölkerung

! Im Bereich der Baudenkmäler Nr.119 „Marienkapelle“ und Nr.120 „3., 5. und 7. Kreuzwegstation am Marienhospital“ (Nordseite Hauptgebäude) gelten die Bestimmungen des Denkmalschutzgesetzes NRW

Maßnahmenvorschläge

Vorschläge der Stadt Brühl für das Krankenhaus:

- › Dachgestaltung: Dachbegrünung, Wassergärten, erlebbarer Dachgarten.
Best-Practice Beispiel: Wiegmann Klinik Berlin: <https://www.faszination-dachbegruenung.de/oeffentliche-bauten/dachbegruenung-gartendach-wiegmann-klinik-berlin=>
- › Fassadengestaltung: Albedo Optimierung, Begrünung, Verschattungselemente, Sonnen- und Wärmeschutzverglasung, etc.
- › Freiraumgestaltung: Verschattung von Aufenthaltsbereichen im Freien, (Teil)-entsiegelung von Flächen rund um den Gebäudekomplex, Anpassung der Bepflanzung.
- › Informations- und Beratungsangebote für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Betroffene und Angehörige zum Umgang mit Hitzebelastung

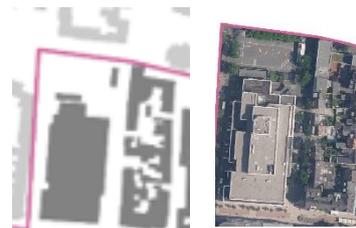
Angrenzende Bebauung:

Aktive Beteiligung der Bewohnerinnen und Bewohner an Anpassungsmaßnahmen im Quartier sowie Informations- und Kommunikationsangebote (Aufklärung zu den Gesundheitsgefahren durch sommerliche Hitzewellen und zu Präventionsmaßnahmen, Anpassungsmöglichkeiten im privaten Umfeld, etc.)

5

Gewerbe und Blockrandbebauung

Kaufhaus Sinn (ehemals Kaufhof), Wallstraße, Steinweg, Hospitalstraße



Nutzung	Begrünung/ Versiegelung
<ul style="list-style-type: none"> > dicht bebaut > Gewerbe, Wohnen mit Gewerbe im EG > tagsüber und nachts 	<ul style="list-style-type: none"> > hohe Versiegelung > wenig Begrünung: vereinzelt Straßenbäume und einzelne kleinere Grünflächen

Anpassungspotenziale

- > großer versiegelter Platz „Auf der Bleiche“
- > Flachdächer vorhanden
- > Fußgängerzone (Steinweg)
- > Unter dem Platz „Auf der Bleiche“ befindet sich eine Tiefgarage
- > Geplanter Abriss des Kaufhauses in 2023 (zukünftig: Neubau mit Gewerbe und Wohnen)



Maßnahmen an Baudenkmalern /in Bodendenkmälern sowie Maßnahmen, die den Umfeldschutz von Baudenkmalern berühren unterliegen den Bestimmungen des Denkmalschutzgesetzes NRW

Maßnahmenvorschläge

- > Aufstellen von Trinkwasserspendern in der Fußgängerzone Steinweg
- > Temporäre Verschattungselemente und Sitzgelegenheiten in der Fußgängerzone (z.B. Sonnensegel)
- > Begrünung des Platzes „Auf der Bleiche“ - Beispiele für Tiefgaragenbegrünung: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2015/DL_UeberflutungHitzeVorsorge.pdf?blob=publicationFile&v=3
- > Gebäude: Wo bauliche Veränderungen (Umbau, Modernisierung, Verdichtung) oder Nutzungsänderungen anstehen, sollte geprüft werden, ob und welche Maßnahmen sich umsetzen lassen (z.B. Erhöhung der Albedo, Hauswandverschattung, Wärmedämmung, etc.).
- > Machbarkeitsstudie zur Begrünung von Tiefgaragen
- > Klimaökologische Vorgaben im Rahmen des neuen Bebauungsplans für das Grundstück des heutigen Kaufhauses (wenn Neubebauung, dann geringstmögliche Versiegelung, Begrünung, etc.)

6 Zeilen- und Blockrandbebauung

Uhlstraße, Janshof, Markt



Nutzung	Begrünung/ Versiegelung
<ul style="list-style-type: none"> › Dicht bebaut, intensiv genutzt › vorwiegend Gewerbe, teils Wohnen › vor allem tagsüber 	<ul style="list-style-type: none"> › Extrem hohe Versiegelung › wenig Begrünung: vereinzelte Straßenbäume
Anpassungspotenziale	
<ul style="list-style-type: none"> › im Bestand nur wenig Spielräume für größere Anpassungsmaßnahmen und aufgrund der heterogenen Eigentumsstruktur schwer umsetzbar, daher sollte eine Vielzahl kleiner Maßnahmen durchgeführt werden › Flachdächer vorhanden › Innenhöfe vorhanden › Fußgängerzone (Uhlstraße, Markt) 	
<p>! mehrere denkmalgeschützte Gebäude vorhanden, Bereich des Bodendenkmals 192, Teilbereich des erweiterten Umfangs Welterbestätte 2005. Maßnahmen an Baudenkmalern /in Bodendenkmälern sowie Maßnahmen, die den Umfeldschutz von Baudenkmalern berühren unterliegen den Bestimmungen des Denkmalschutzgesetzes NRW.</p>	
Maßnahmenvorschläge	
<ul style="list-style-type: none"> › Förderung der Begrünung von Innenhöfen (Entfernung von Beton- oder Asphaltbelägen mit anschließender Begrünung durch Gehölze oder Stauden, Anlage begrünter Pergolen, Rankgerüste etc.). › Dach- und Fassadenbegrünungen. › Aktive Beteiligung der Bewohnerinnen und Bewohner an Anpassungsmaßnahmen im Quartier sowie Informations- und Kommunikationsangebote (Aufklärung zu den Gesundheitsgefahren durch sommerliche Hitzewellen und zu Präventionsmaßnahmen, Anpassungsmöglichkeiten im privaten Umfeld, etc.) › Aufstellen von Trinkwasserspendern in der Fußgängerzone Uhlstraße/ Markt › Schaffung von erlebbarem Wasser und Verschattung der Fußgängerzone (auch als temporäre Elemente denkbar). › Gebäude: Wo bauliche Veränderungen (Umbau, Modernisierung, Verdichtung) anstehen, sollte geprüft werden, ob und welche Maßnahmen sich umsetzen lassen (z.B. Erhöhung der Albedo, Hauswandverschattung, Wärmedämmung, etc.) 	

7 Zusammenfassung der Ergebnisse

Nachfolgend werden die Analyseergebnisse der Betroffenheiten der Stadt Brühl durch Hitze, Trockenheit und Extremniederschläge/Hochwasser zusammenfassend dargestellt. In allen drei Analysebereichen liegen erhebliche Betroffenheiten vor und im Hinblick auf den fortschreitenden Klimawandel besteht ein hoher Handlungsbedarf in Bezug auf die Anpassung der Stadt Brühl an die Klimawandelfolgen.

Tabelle 9: Zusammenfassung der Betroffenheit Stadt Brühl (energielecker projects)

Problemfeld	Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse
Hitzebelastung	<ul style="list-style-type: none"> › Hohe Zunahme in der nahen und fernen Zukunft an heißen Tagen, Sommertagen, Hitzewellentagen › Viele soziale Einrichtungen liegen in thermisch ungünstigen bis sehr ungünstigen Bereichen (u. a. Marienhospital Brühl) › Hoher Anteil der Bevölkerung über 65 Jahren im Stadtteil Brühl-Nord (36 %), Brühl-City/Süd (26%) und Westliche Innenstadt (26 %) → Bereiche mit überwiegend hoher thermischer Belastung › Zunahme der Bevölkerung sowie Zunahme von vulnerablen Bevölkerungsgruppen bis 2030 (insbes. Der über 65-Jährigen) › In den letzten Jahren ist eine Flächenabnahme der Vegetationsflächen aufgrund der Schaffung von Siedlungs- und Verkehrsflächen im Stadtgebiet erkennbar › Zunehmender Wohnraumbedarf: fast alle Potenzialflächen für Wohnen und Gewerbe betreffen klimatisch bedeutsame Bereiche – Entstehung von Flächenkonflikten › Die wichtigsten Quellen für die Emissionen der, aus jetziger Sicht, relevanten Schadstoffkomponenten PM10 und NOx im Stadtgebiet sind der Straßenverkehr und genehmigungsbedürftigen Anlagen › Insbesondere in Brühl Mitte ist die Verkehrsbelastung vergleichsweise hoch. Die Römerstraße, Konrad-Adenauer-Straße, Comesstraße und die Kaiserstraße liegen in thermisch ungünstigen Bereichen und weisen eine Verkehrsstärke über 10.000 KFZ innerhalb von 24 h auf
Trockenperioden	<ul style="list-style-type: none"> › Hohes Trockenstressrisiko für Wälder in Gegenwart und Zukunft im Westen und Süden der Region Köln/Bonn › Trockenheit führt in Brühl bereits zu Kostenanstieg durch verstärkte Erhaltungs- und Bewässerungsmaßnahmen › Hohe Investitionskosten für den Ausgleich der Baumverluste › bereits heute deutliche negative Reaktionen des Waldes auf kurzfristige Klimaschwankungen beobachtbar, u.a. Trockenstress, Borkenkäferbefall › prognostizierte Zunahme der Waldbrandgefahr in naher und ferner Zukunft

	<ul style="list-style-type: none"> › sehr hohes Trockenstressrisiko für die Landwirtschaft im regionalen Kontext › leichte Änderungen in den nächsten Jahren in Brühl (bis 2040), in Bezug auf die Grundwasserneubildung in mm pro Jahr › Für die Jahre 2041 bis 2070 wird in Brühl mit einer stärkeren Abnahme der Grundwasserneubildung gerechnet › Anhand des Beispiels in Brühl Pingsdorf ist zu erkennen, dass die Grundwassermengen innerhalb der letzten 50 Jahre rückläufig sind
Extremniederschläge und Hochwasser	<ul style="list-style-type: none"> › Betroffenheit von Wohnsiedlungen und Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser eher gering › hochwassergefährdete Bereiche im Stadtgebiet Brühl umfassen die Ortslagen Brühl Mitte, Schwadorf und Geildorf › das Risiko sensibler Einrichtungen im Stadtgebiet durch Hochwasserereignisse fällt gering aus › Mittleres Sturzflutgefährdungspotenzial im regionalen Kontext › wahrscheinliche Zunahme von Starkregenereignissen und damit verbundenen Auswirkungen auf sämtliche Bereiche (Überschwemmungen von Infrastrukturen, Gebäuden, etc., Gefährdung von Leben)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Stadt Brühl bereits heute durch klimatische Veränderungen, insbesondere dem Anstieg der Jahresmitteltemperatur sowie der Zunahme von heißen Tagen und Hitzeperioden, betroffen ist und sein wird. Schon bei einem Anstieg von 1 °C wird ein Großteil der Bewohnerinnen und Bewohner Brühls in Bereichen mit sehr ungünstigen thermischen Bedingungen wohnen. Dies spielt vor allem für den Handlungsbereich der menschlichen Gesundheit und Katastrophenschutz und in der kommunalen Planung eine zentrale Rolle. Bereits heute ist die Stadt Brühl zudem von Trockenheit betroffen. Mit Blick auf die Zukunft wird das Thema, insbesondere in den Handlungsfeldern Wasserwirtschaft und Land- und Forstwirtschaft, an Relevanz zunehmen.

Die Gefahr von Überschwemmungen infolge von ausufernden Gewässern ist in Brühl nur in bestimmten Bereichen gegeben und mit Blick auf die Vergangenheit kam es bisher selten zu einer Betroffenheit. Im Hinblick auf den fortschreitenden Klimawandel muss jedoch damit gerechnet werden, dass sich die Häufigkeit und Intensität von Extremniederschlägen voraussichtlich steigern wird. Welche gravierenden Auswirkungen Starkregenereignisse haben können, hat die Flutkatastrophe in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz vom 14.07.2021 eindrücklich gezeigt. Diese Thematik muss sowohl in der Stadtentwicklung und kommunalen Planung sowie im Handlungsbereich Menschliche Gesundheit und Katastrophenschutz sowie Wasserwirtschaft integriert betrachtet werden.

Aus den Ergebnissen der Risikoanalyse konnten in einem weiteren Schritt erste Schlüsselmaßnahmen mit entsprechenden Handlungsmöglichkeiten erarbeitet werden. Auf dieser Grundlage wurden folgende Handlungsfelder für die Stadt Brühl mit hoher Relevanz in Bezug auf die Klimawandelfolgenanpassung identifiziert:

Tabelle 10: Übersicht über die identifizierten Handlungsfelder und erarbeiteten Schlüsselmaßnahmen (energielecker projects)

Handlungsfeld	Maßnahme	Kapitel
Stadtentwicklung und kommunale Planung	Erarbeitung einer Strategie zur zunehmenden Flächenkonkurrenz z. B. „doppelte Innenentwicklung“	5.1.3
	Verstärkte Einbindung von klimaanpassungsbezogenen Maßnahmen in Stadtentwicklungsprozesse (z. B. im Rahmen des Citymanagementkonzepts für die Innenstadt)	5.1.3
	Anwendung einer Checkliste/ Klimacheck-Tools im Rahmen der Bauleitplanung/ vertiefende Klimaanalysen	5.1.3
	Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung im Zuge von Gestaltungsprozessen im öffentlichen Raum (z. B. Umgestaltung Kölnstraße) verstärkt integrieren	5.1.3
	Vegetationskonzepte und hitzemindernde Maßnahmen an starkbefahrenen Verkehrswegen	5.1.3
	Checkliste im Rahmen von Neubauplanungen kommunaler Liegenschaften	5.1.3
	Begrünungskonzept Hinterhöfe und Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Dachbegrünung	5.1.3
	Entwicklung eines Leuchtturmprojekts / Vorbildliche Anpassungsmaßnahmen/ Pilot- und Signalcharakter	5.1.3
	Bewässerungskonzepte und verstärkte Anwendung intelligenter Bewässerungssysteme	5.2.3
	Sensibilisierungskampagne zur privaten Regenwassernutzung und Entsiegelungsmaßnahmen	5.2.3
	Verstärktes Regenwassermanagement im Rahmen von Bauvorhaben	5.3.3
	Bewerbung der Reduzierung der Niederschlagsgebühr als Anreiz zur Minimierung der befestigten Flächen auf Grundstücken	5.3.3
	Stadtweite Starkregengefahrenkarte/ Veröffentlichung der Ergebnisse	5.3.3
Menschliche Gesundheit und Katastrophenschutz	Baulich-räumliche Präventionsmaßnahmen gegenüber Hitze in vulnerablen Einrichtungen	5.1.3
	Wissensvermittlung und Bildung der Bevölkerung zu den steigenden Risiken	5.1.3
	Verankerung des Themas Klimaanpassung auf der städtischen Website	5.1.3
	Starkregenrisikomanagement/ Erweiterung des Alarm- und Einsatzplans	5.3.3
Land- und Forstwirtschaft	Erarbeitung einer kommunalen Zukunftsstrategie Waldentwicklung	5.2.3
	Gründung einer Arbeitsgruppe/ Ausbau Netzwerk „Landwirtschaft im Klimawandel“	5.2.3
Wasserwirtschaft	Verstärktes Regenwassermanagement und Gießpatenschaften in Trockenzeiten	5.2.3
	Strategie zur Verbesserung der Grundwasserqualität und Grundwasserstände	5.2.3
Handlungsfeld-übergreifend	Bildung einer verwaltungsinternen Steuerungsgruppe	5.3.3

Betroffenheit und Handlungsmöglichkeiten im südlichen Bereich der Innenstadt

In der stadtweiten Klimafunktions- und Planungshinweiskarte von 2018 ist der Bereich, im Hinblick auf die Hitzebelastung, als dringend sanierungsbedürftig eingestuft worden.

Das Gebiet ist durch eine hohe Nutzungsdurchmischung und heterogene Bebauungsstrukturen geprägt. Im Rahmen der Analyse konnten für die einzelnen Bebauungsstrukturtypen entsprechende Maßnahmenvorschläge entwickelt werden.

Die Potenziale liegen vor allem bei der Anpassung von öffentlichen Plätzen und Fußgängerzonen (Begrünung, temporäre Elemente, Trinkwasserbrunnen) sowie Dach- und Fassadenbegrünungen (aufgrund der hohen Anzahl an Flachdächern v. a. Marienhospital).

Bei den bestehenden Gebäuden sollte bei baulichen Veränderungen geprüft werden, welche Maßnahmen sich umsetzen lassen (z. B. Erhöhung der Albedo, Hauswandverschattung, Wärmedämmung, etc.). Bei der Neubebauung des Kaufhausgrundstückes (heute Modehaus „Sinn“) sollte eine klimaangepasste Gestaltung im Vordergrund stehen (möglichst wenig Versiegelung, viel Begrünung, etc.). Die im Quartier vorhandenen Innenhöfe bieten Potenziale zur Entsiegelung und Begrünung.

Insgesamt wird empfohlen, den Fokus auch auf die Einbeziehung der Bewohnerinnen und Bewohner sowie Öffentlichkeitsarbeit zu legen, um für die Risiken zu sensibilisieren und zur Maßnahmenumsetzung am privaten Eigentum im Quartier zu motivieren.

Analysegrundlagen

Die Stadt Brühl hat bereits gute, vertiefende, sektorale Untersuchungen vorliegen (u. a. Klimawirkungsanalyse 2018, Klimawandelvorsorgestrategie Köln-Bonn 2019). Die derzeitige Erarbeitung des Masterplans Freiraum und Grün bildet einen wesentlichen Schwerpunkt, um die Belange der Klimafolgenanpassung mit in die zukünftigen Planungsprozesse zu integrieren. Die Wirkzusammenhänge aus dem Themenbereich der Niederschlagsentwicklung und Starkregenereignisse sind noch nicht ausreichend in Modellen abgebildet. Die Entwicklung von hochauflösenden Starkregenszenarien und deren Umsetzung in Sturzflutszenarien ist in diesem Zusammenhang jedoch ein wichtiger Baustein für zukünftige Planungsarbeit. Aus diesem Grund wird neben den vorliegenden Analysegrundlagen, die Aufstellung einer stadtweiten Starkregenanalyse oder topografischen/ hydraulischen Überflutungsanalyse empfohlen. Darüber hinaus sollten weiterhin für konkrete Bauvorhaben in thermisch belasteten Gebieten mikroskalige Klimasimulationen erstellt werden.

Im Zuge der Risikoanalyse wurden die Klimaprojektionen für die nahe und ferne Zukunft für die wesentlichen Klimaparameter und Extremereignisse in der Stadt Brühl ermittelt. Auf dieser Grundlage wurden erste zu erwartende Auswirkungen auf das Stadtgebiet untersucht. Die Ana-

lyse enthält eine Abschätzung der Betroffenheit sowie eine Bestimmung der Schwerpunktbereiche in fünf Handlungsfeldern. Erste Akteure aus der Stadtverwaltung wurden in den Prozess miteinbezogen. Es wird vorgeschlagen die einzelnen Handlungsfelder tiefergehender zu betrachten und alle relevanten Akteure mit in den Prozess einzubeziehen, um die vorhandenen Analyseergebnisse zu schärfen und detaillierte Maßnahmenplanungen zukünftig vornehmen zu können.

Planungsprozesse

Die Stadt Brühl setzt in Bebauungsplänen bereits erste Maßnahmen zur Minderung der Klimawandelfolgen fest. Die Maßnahmen basieren dabei oftmals auf den bereits vorhandenen Gutachten (Generalentwässerungsplan, Klimawandelanalyse etc.). Neben der Intensivierung der Maßnahmen in B-Plänen, sollten zukünftig nicht allein im Bereich der Neuplanung, sondern auch im Rahmen von Bestandsentwicklungen die klimaanpassungsbezogenen Belange verstärkt mitberücksichtigt werden. Auch eine verstärkte Berücksichtigung des Themenschwerpunktes bei der Erstellung von Stadtentwicklungskonzepten etc. wird empfohlen. Dabei ist die Zusammenarbeit unterschiedlicher Bereiche innerhalb der Stadtverwaltungen ein entscheidender Faktor. Oftmals verlaufen die planerischen Verfahren getrennt oder zeitlich hintereinander, sodass eine Abstimmung der unterschiedlichen Belange erschwert wird. Durch die integrierte Zusammenarbeit der Fachbereiche zu einem möglichst frühen Zeitpunkt der Konzept- bzw. Maßnahmenplanung besteht die Möglichkeit, die verschiedenen Belange frühzeitig zu bündeln und untereinander abzustimmen.

Grundsätzliches Ziel sollte sein, dass im Zuge der Neubau- und Planungsvorhaben der Handlungsbedarf in Bezug auf die Klimafolgenanpassung ermittelt wird und der Bedarf sich anschließend konsequent in Form von baulichen Maßnahmen wiederfindet.

Öffentlichkeitsarbeit, Außenwirkung und Vorbildfunktion

Im Rahmen von Neubau- und Sanierungsplanungen der eigenen Liegenschaften werden die klimaanpassungsrelevanten Handlungsbedarfe derzeit nicht berücksichtigt. Aus diesem Grund wird die Umsetzung eines vorbildlichen Klimaanpassungsprojektes (z. B. Modellprojekt/ auf die örtliche Betroffenheit ausgerichtete Sanierung einer Schule/ Kindergartens etc.) sowie die Anwendung von Tools oder Checklisten zum Bereich Klimafolgenanpassung empfohlen.

Die Stadt Brühl hat bereits eine Vielzahl an themenbezogenen Anreizen und sensibilisierenden Projekten initiiert und durchgeführt (u. a. Projekt Zukunftsbäume, Ereigniswald, Förderprogramm Dachbegrünung, Veröffentlichung der Hochwassergefahrenkarten etc.). Dies betrifft insbesondere die Bereiche Hitze und Hochwasser. Die bereits durchgeführten Projekte sind grundsätzlich zu begrüßen und sollten nach einer erfolgten Evaluierung erneut durchgeführt

werden. Eine verstärkte Sensibilisierung der stadtweiten Akteure ist insbesondere für die Themenbereiche Hitze und Trockenheit anzustreben.

Anpassungsstrategie

Die Stadt hat derzeit keine gesamtstädtische Anpassungsstrategie oder themenbezogene Zielsetzungen/ Leitbilder erarbeitet. Es wird empfohlen eine klimaanpassungspolitische Zielsetzung zu formulieren und diese in ein gesamtkommunales Leitbild zu integrieren.

Um alle stadtweiten Akteure mit in die Thematik einzubeziehen und alle Handlungsfelder vertiefend betrachten zu können, könnte die erforderliche Anpassungsstrategie in Form eines Klimaanpassungskonzeptes erarbeitet werden. Dadurch wird gewährleistet, dass die Strategie mit übergeordneten Anpassungsstrategien (Region, Land, Bund) und stadtweiten Zielsetzungen in einem offiziellen Dokument festgehalten und zukünftig als fester Bestandteil in die Planungsprozesse einfließen kann. Ein wesentlicher Schwerpunkt sollte dabei die fachspezifische Ausarbeitung der empfohlenen Schlüsselmaßnahmen bilden.

8 Quellennachweise

DWD (2018): Deutscher Wetterdienst. Klimatologische Kenntage. Online unter: [https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=101334&lv3=101452#:~:text=Ein%20%22Klimatologischer%20Kenn-tag%22%20ist%20ein,definiertes%20meteorologisches%20Ph%C3%A4nomen%20auftrat%20\(%20z.](https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=101334&lv3=101452#:~:text=Ein%20%22Klimatologischer%20Kenn-tag%22%20ist%20ein,definiertes%20meteorologisches%20Ph%C3%A4nomen%20auftrat%20(%20z.)

DWD (2020): Deutscher Wetterdienst. Waldbrandgefahrenindex. Online unter: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/waldbrandgef/waldbrandgef.html>

DWD (2021): Klimatologische Referenzperiode. Online unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=101334&lv3=101456>

DWD (o.J.): Deutscher Wetterdienst. Stadtklima – die städtische Wärmeinsel. Online unter: https://www.dwd.de/DE/forschung/klima_umwelt/klimawirk/stadtpl/projekt_waermeinseln/projekt_waermeinseln_node.html

DWD (o.J.): Deutscher Wetterdienst. Autochthone Witterung. Online unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100072&lv3=100304>

Hirschfeld, J., Pissarskoi, E., Schulze, S., Stöver, J. (2015): Kosten des Klimawandels und der Anpassung an den Klimawandel aus vier Perspektiven. Impulse der deutschen Klimaökonomie zu Fragen der Kosten und Anpassung.

Klimafunktions- und Planungshinweiskarte (2018): Für die Stadt Brühl. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG

Klimawandelvorsorgestrategie Köln/Bonn (2019): Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/ Bonn. Praxishilfe. Region Köln/Bonn (Hrsg.) Heider Druck GmbH

LANUV NRW: Klimaatlas Nordrhein-Westfalen. Online unter: <https://www.klimaatlas.nrw.de/>

LANUV FIS: Fachinformationssystem Klimaanpassung (FIS). Online unter: <http://www.klimaanpassung-karte.nrw.de/>

LANUV NRW (2014): Klima Projektionen. Online unter: http://www.lanuv.nrw.de/klima/projektionen_ergebnisse.html

LANUV (2018): Fachbeitrag Klima für die Planungsregion Köln. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen 2018. Online unter: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/6_sonderreihen/Fachbeitrag_Klima_K%C3%B6ln_gesichert.pdf

LANUV NRW (2020): Klimaatlas Nordrhein-Westfalen. Klimaprojektionen Niederschlag. Online unter: [https://www.klimaatlas.nrw.de/Niederschlag_Projektionen-Artikel#:~:text=Be-trachtet%20an%20den%20Jahresniederschlag%20im,Perzentil\).](https://www.klimaatlas.nrw.de/Niederschlag_Projektionen-Artikel#:~:text=Be-trachtet%20an%20den%20Jahresniederschlag%20im,Perzentil).)

NRW Umweltdaten (2021): NRW Umweltdaten vor Ort. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Online unter: <https://www.uvo.nrw.de/uvo.html?lang=de>

Riedel, Björn (2019): Projektarbeit Innenentwicklung Flächenschutz. Flächenentwicklung der Stadt Brühl

Stadt Brühl (2017): Wohnraumbedarfsanalyse für die Stadt Brühl. Untersuchung im Rahmen der Neuaufstellung des Flächennutzungsplanes.

Stadt Brühl (2019): Brühl kompakt! 2018/2019

Umweltbundesamt (2021): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland.

Umweltministerium NRW 2019: Flussgebiete NRW. Online unter: <https://www.flussgebiete.nrw.de/hochwassergefahrenkarten-und-hochwasserrisikokarten-8406>

Umweltministerium NRW o.J.: Klimaentwicklung in NRW. Online unter: <https://www.umwelt.nrw.de/umwelt/klimawandel-und-anpassung/klimaentwicklung-in-nrw>

Wohnraumbedarfsanalyse 2017: Wohnraumbedarfsanalyse für die Stadt Brühl. Untersuchung im Rahmen der Neuaufstellung des Flächennutzungsplanes. Plan lokal.

Wiki Klimawandel (o.J.): Regionale Klimamodelle. Online unter: https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Regionale_Klimamodelle