



Beschlussvorlage	Vorlage-Nr: A 61/704/2024 Status: öffentlich AZ: Datum: 13.05.2024 Verfasser: Amt 61 Thomas Balzhäuser
Federführend: Planungsamt	
Risikoanalyse der Klimawandelfolgen für Erkelenz	
Beratungsfolge:	
Datum	Gremium
26.06.2024	Ausschuss für Bauen, Betriebe, Klimaschutz und Umwelt

Tatbestand:

Die Stadt Erkelenz möchte den Klimawandelfolgen u.a. durch die Erstellung verschiedener Bausteine im Sinne eines Klimaanpassungskonzeptes entgegenreten. Als erster Baustein wurde mit dem beauftragten Büro BKR Aachen eine Risikoanalyse der Klimawandelfolgen für das Stadtgebiet erstellt. Diese beinhaltet u.a. die umfangreiche Datenauswertung z.B. zu Temperatur, Niederschlag und Luft im Stadtgebiet sowie die Identifizierung und Priorisierung von Risiken durch Klimawandelfolgen. Hier werden auch Daten des parallel vom Tiefbauamt erstellten Konzept zum Starkregenrisikomanagement verwendet welches Aussagen zu Auswirkungen von Regenereignissen z.B. auf Infrastruktureinrichtungen und Siedlungsbereiche darstellt.

Der Arbeitsprozess wurde darüber hinaus begleitet durch die Einbindung relevanter Fach- und Interessensvertreter. Es wurden Gesprächsrunden mit den Amtsleitungen der Stadt Erkelenz sowie den relevanten Vertretern externer Akteure, z.B. Gesundheitsamt Kreis Heinsberg, Landwirtschaftskammer und NEW durchgeführt, um die Datengrundlage abzugleichen bzw. zu erweitern und die Perspektive sowie den zukünftigen Umgang mit den Klimawandelfolgen in die Arbeit einfließen zu lassen.

Private Haushalte sowie Unternehmen, z.B. in den Bereichen Energieerzeugung, Produktion oder Verkehr haben wesentlichen Einfluss auf die Auswirkungen des Klimawandels und können dazu beitragen, diese zu minimieren. Insofern stellt diese Zielgruppe einen Hauptakteur dar, welcher mit der vorliegenden Analyse angesprochen werden soll. Die konkrete Ansprache der Öffentlichkeit soll deshalb vertieft werden.

Beschlussentwurf in eigener Zuständigkeit):

- „1. Die Risikoanalyse der Klimawandelfolgen für Erkelenz wird zur Kenntnis genommen.
2. Die Öffentlichkeit ist über die Ergebnisse zu informieren.“

Klima-Check:

Trägt der Beschlussentwurf zum Klimaschutz oder zur Klimafolgenanpassung bei?

Ja ☒ Nein ☐

Die Risikoanalyse der Klimawandelfolgen für Erkelenz dient z.B. im Rahmen von Planungsprozessen (z.B. Bauleitplanung, Tiefbauplanung) als Abwägungs- oder Argumentationshilfe sowie für die Auswahl von räumlichen Schwerpunkten bei der Maßnahmenumsetzung/-förderung. Gleichzeitig wird durch die Öffentlichkeitsarbeit ein Bewusstsein für die Folgen des Klimawandels geschaffen.

Finanzielle Auswirkungen:

keine

Anlage:

Risikoanalyse der Klimawandelfolgen für Erkelenz

Stadt Erkelenz
Klimaanpassungskonzept:
Baustein Risikoanalyse



NOKY & SIMON

Stadtplaner, Umweltplaner, Landschaftsarchitekt
Kirberichshofer Weg 6 52066 Aachen Tel. 0241/470580 Fax 4705815

Lesehinweis:

Nicht allgemein verständliche Fachbegriffe sind im Text **grün hinterlegt** und werden im Glossar unter Punkt 8 erläutert.

Projekt	Stadt Erkelenz. Klimaanpassungskonzept Baustein Risikoanalyse
Projektnummer	12301
Auftraggeber	Stadt Erkelenz, Stadtplanungsamt Johannismarkt 17 41812 Erkelenz
Auftragnehmer	BKR Aachen, Noky & Simon Stadtplaner, Umweltplaner, Landschaftsarchitekt Kirberichshofer Weg 6 52066 Aachen Tel.: 0241/47058-0 Fax: 0241/47058-15 E-Mail: info@bkr-ac.de
Projektleitung	Dipl.- Ing. André Simon, Landschaftsarchitekt AKNW
Bearbeitung	M.Sc. Geograph Niklas Becker Dipl.-Ing. Stefan Frerichs, Stadtplaner AKNW
Stand	15. Mai 2024

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	1
2. Einleitung	3
2.1 Klimawandel in Nordrhein-Westfalen im Allgemeinen und in Erkelenz im Speziellen.....	3
2.2 Bausteine des Klimaanpassungskonzepts für die Stadt Erkelenz	4
3. Planerische Ausgangssituation.....	7
3.1 Naturraum und Freiraumnutzungen	7
3.2 Siedlungsstruktur	8
3.2.1 Bau- und Siedlungsstrukturen: Bebauung, Dichte & Form.....	10
3.2.2 Bevölkerungsdichte und Altersstruktur.....	13
3.2.3 Soziale Infrastrukturen	20
3.2.4 Mobilität / Verkehr	21
3.2.5 Kritische Infrastrukturen (Kritis)	23
3.2.6 Grün- und Freiflächen	24
3.3 Tendenzen der städtischen Entwicklung.....	28
3.3.1 Demografische Entwicklung	28
3.3.2 Stadtentwicklung und Bauflächen	30
3.3.3 Freiraum.....	30
3.3.4 Klimaschutz.....	34
4. Erkelenz im Klimawandel	35
4.1 Stadtklima heute	35
4.1.1 Temperatur und Bioklima	35
4.1.2 Niederschlag	40
4.1.3 Wind	40
4.2 Bisherige Erfahrungen mit dem Klimawandel	40
4.2.1 Bisherige Klimaveränderungen	40
4.2.2 Bisherige Extremwetterereignisse.....	41
4.3 Folgen des Klimawandels im Allgemeinen.....	46
4.4 Voraussichtliche Folgen des Klimawandels aufgrund regionaler Klimaprojektionen.....	49
4.4.1 Temperatur und Bioklima	50
4.4.2 Niederschlag	50
4.4.3 Wind	51

5. Risikoanalyse: Handlungsfelder für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels mit besonderen Herausforderungen und Handlungsbedarfen	52
5.1 Cluster Infrastruktur: Bauwesen, Energiewirtschaft und Verkehr/Verkehrsinfrastruktur	53
5.2 Cluster Land: Boden, Landwirtschaft, Wald- und Forstwirtschaft und Biologische Vielfalt	55
5.3 Cluster Raumplanung und Bevölkerungsschutz: Raumordnung, Regional- und Bauleitplanung und Bevölkerungsschutz (im Sinne Katastrophenschutz)	58
5.4 Cluster Wasser: Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft	60
5.5 Cluster Gesundheit: Menschliche Gesundheit	62
5.6 Cluster Wirtschaft: Industrie und Gewerbe, Tourismuswirtschaft und Finanzwirtschaft	65
6. Räumliche Spezifizierung	66
6.1 Teilbewertung: Thermische Belastung (nachts) sensibler Bevölkerungsgruppen	66
6.2 Teilbewertung: Thermische Belastung (tags) sensibler Bevölkerungsgruppen	68
6.3 Teilbewertung: Hochwassergefahren	70
6.3.1 Überschwemmungsgebiete	70
6.3.2 Hochwasserrisiko- und -gefahrenkarten	70
6.4 Teilbewertung: Starkregengefahren und Entlastungspotenziale	72
6.4.1 Betroffene Siedlungsgebiete, kritische Infrastrukturen und soziale Infrastrukturen	73
6.4.2 Hochwasserentstehungsgebiet mit Entlastungspotenzialen	76
6.5 Teilbewertung: Erosionsrisiko	81
6.6 Teilbewertung: Natur- und Freiraum	83
7. Priorisierung der Handlungsbedarfe	85
8. Glossar verwendeter Fachbegriffe	87
9. Literaturverzeichnis	90

Anlagenverzeichnis

1. Übersicht Soziale Infrastrukturen.....	3
2. Buslinien in Erkelenz.....	10
3. Betroffenheit von Straßen und öffentlichem Verkehr durch Starkregen	11
4. Potenzielle Entlastungsbereiche zur Minderung des Oberflächenabflusses aufgrund extremer Starkregen	23
5. Planungshinweiskarte	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bausteine des Anpassungskonzeptes und Verständnis des Risikobegriffs.	5
Abbildung 2: Gewässer, Reliefform und Höhenentwicklung im Stadtgebiet.	8
Abbildung 3: Gliederung des Stadtgebietes in statistische Bezirke.	9
Abbildung 4: Gebäudestruktur Erkelenz-Zentrum, Gewerbegebiet (Koepestraße), Kückhoven und Immerath (neu).	11
Abbildung 5: Bebauungsdichten in den statistischen Unterbezirken der Stadt Erkelenz in Quadratmeter Gebäudefläche bzw. Kubikmeter Gebäudevolumen je Quadratmeter Gebäudegrundfläche.	12
Abbildung 6: Tatsächliche Nutzung des Stadtgebietes von Erkelenz nach ALKIS.	14
Abbildung 7: Anteil der Kinder im Alter bis neun Jahren an der Gesamtbevölkerung in den statistischen Unterbezirken der Stadt Erkelenz.	17
Abbildung 8: Anteil älterer, betagter und hochbetagter Menschen im Alter von 59 Jahren und älter an der Gesamtbevölkerung in den statistischen Unterbezirken der Stadt Erkelenz.	18
Abbildung 9: Standorte von sozialen Infrastrukturen für Kinder und Jugendliche sowie alte Menschen im Stadtgebiet von Erkelenz.	20
Abbildung 10: Verkehrliche Erschließung von Erkelenz.	22
Abbildung 11: Das Busnetz in Erkelenz.	23
Abbildung 12: Freiraumstruktur der Stadt Erkelenz.	24
Abbildung 13: Ausschnitt aus der Freiraumkarte für den Teil nördlich der Erkelenzer Innenstadt.	26
Abbildung 14: Anteil der begrünten Fläche an der Siedlungsfläche im Unterbezirk in m ² je ha.	27
Abbildung 15: Grünversorgung sensibler Personen in m ³ je Person.	27
Abbildung 16: Bevölkerungsvorausberechnung 2021 bis 2050 nach Anteil der Altersklassen an der Gesamtbevölkerung und Entwicklungsindex.	30
Abbildung 17: Bauflächenreserven im Flächennutzungsplan der Stadt Erkelenz und im Regionalplan Köln (Entwurf).	31
Abbildung 18: Potenzielle Lage des künftigen Restsees Garzweiler.	32
Abbildung 19: Entwicklungsvision für das Restseeumfeld.	33
Abbildung 20: Klimatopkarte für die Stadt Erkelenz.	37
Abbildung 21: Nächtliche thermische Situation der Stadt Erkelenz.	38
Abbildung 22: Thermische Situation am Tage in der Stadt Erkelenz.	39
Abbildung 23: Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen von 1881-2022 in Erkelenz für zwei Messstationen. Graue Punkte / Kreuze = Jahresmittelwerte der Einzeljahre; Rote / blaue Linie = Gleitendes Mittel der jeweiligen Messstation; Grauer Schatten = Standardabweichung.	41

Abbildung 24: Anzahl der Starkregentage pro Jahr für definierte Schwellenwerte an den Stationen „Erkelenz KA“ und „Erkelenz Gerderath“	42
Abbildung 25: Modellierte Niederschlagsmengen für drei ausgewählte Ereignisse auf dem Erkelenzer Stadtgebiet.	44
Abbildung 26: Analyse trockener Monate an der Station Erkelenz Kläranlage.	46
Abbildung 27: Problemfeld „Hitze“	47
Abbildung 28: Problemfeld „Niederschlag“	48
Abbildung 29: Risikobewertung zur thermischen Belastung sensibler Bevölkerungsgruppen im Nachtzeitraum.....	67
Abbildung 30: Risikobewertung zur thermischen Belastung sensibler Bevölkerungsgruppen im Tageszeitraum	69
Abbildung 31: Festgesetzte Überschwemmungsgebiete an Baaler Bach, Beeckbach und Schwalm im Stadtgebiet von Erkelenz	71
Abbildung 32: Hochwasserrisikobereiche an Gewässern im Stadtgebiet von Erkelenz gemäß HWRM-RL	72
Abbildung 33: Starkregenrisiken durch Überflutung in Erkelenz	74
Abbildung 34: Maximale Überflutungstiefen aufgrund eines extremen Niederschlagsereignisses und Einstufung in Gefährdungsklassen.....	75
Abbildung 35: Ableitung von Abflusszellen aus den Fließwegen des oberflächigen Niederschlagsabflusses.....	77
Abbildung 36: Potenzielle Entlastungsbereiche zur Rückhaltung und Minderung von Niederschlagsabfluss aufgrund von extremem Starkregen.....	80
Abbildung 37: Bewertung des Risikos wassergebundener Erosion.	82
Abbildung 38: Risikobewertung der klimarelevanten Ökosystemfunktionen für die Stadt Erkelenz	84

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wohngebäude nach Anzahl der Wohnungen.....	13
Tabelle 2:	Bodenfläche von Erkelenz nach Art der tatsächlichen Nutzung	14
Tabelle 3:	Einwohnerdichten in den statistischen Bezirken von Erkelenz.....	16
Tabelle 4:	Anzahl und Anteil sensibler Bevölkerungsgruppen an der Gesamtbevölkerung in den statistischen Bezirken	16
Tabelle 5:	Pendler in Erkelenz (Stand Juni 2022)	19
Tabelle 6:	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Erkelenz nach Wirtschaftsbereichen (4) der WZ 2008	19
Tabelle 7:	Bevölkerungsvorausberechnung 2021 bis 2050 nach Altersklassen	29
Tabelle 8:	Bevölkerungsvorausberechnung 2021 bis 2050 nach Anteil der Altersklassen an der Gesamtbevölkerung und Entwicklungsindex	29
Tabelle 9:	Ausgewählte Berichte über Starkregenereignisse in Erkelenz und Umgebung.	43
Tabelle 10:	Klimadaten- und Projektionen für Erkelenz (Stadtmitte).....	49
Tabelle 11:	Bewertungsmatrix zur Risikoanalyse.....	52
Tabelle 12:	Bewertungsmatrix UHI-Risiko.....	66
Tabelle 13:	Bewertungsmatrix UHI-Risiko.....	68
Tabelle 14:	Schema für die Klassifikation von Überflutung und Fließgeschwindigkeit in Abflusszellen aufgrund des extremen Niederschlagsereignisses im SRM.....	78
Tabelle 15:	Grundstatistik für die rasterbasierte Ermittlung von Überflutungstiefe und Fließgeschwindigkeit in Abflusszellen im SRM	79
Tabelle 16:	Bewertungsmatrix Erosionsrisiko	81

1. Zusammenfassung

Erkelenz ist bereits heute von den Folgen des Klimawandels betroffen und hat in der Zukunft weitere diesbezügliche Herausforderungen zu bewältigen.

Die Durchschnittstemperaturen sind gegenüber dem letzten Jahrhundert (1960 bis 1990) erkennbar gestiegen und die Verteilung und Intensität von Wetterereignissen wie Niederschlag, Hitze und Kälte, Trockenheit und Dürre haben sich deutlich verändert. Viele Erkelenzer Siedlungsbe-
reiche weisen eine ungünstige thermische Situation auf, wie bspw. eine kleinräumige Wärmeinsel im Innenstadtbereich¹. Das Stadtgebiet war zudem in den letzten Jahren bereits mehrfach von den Auswirkungen des Klimawandels durch Extremereignisse betroffen.

Allerdings ist die Situation in Erkelenz nicht mit Großstädten wie etwa Mönchengladbach oder Düsseldorf vergleichbar, da die Stadt doch insgesamt weniger dicht bebaut und stärker durchgrünt ist – die Stadt verfügt insoweit über gute Voraussetzungen zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels.

Die Stadt Erkelenz möchte den bereits sichtbaren sowie den künftig absehbaren Folgen des Klimawandels mit einem Klimaanpassungskonzept entgegenreten. Als erster Baustein wurde dafür eine Risikoanalyse der Klimawandelfolgen für das Stadtgebiet erstellt, die hiermit vorliegt. Aufbauend auf vorliegenden Daten und Informationen des Landes NRW, des Bundes und des DWD zum Stadtgebiet werden dabei die folgenden Fragestellungen beantwortet:

- Was bedeutet der Klimawandel für Erkelenz konkret?
Analyse der ‚schleichenden‘ und extremen klimatischen Veränderungen und ihrer Auswirkungen in den maßgeblichen Handlungsfeldern, wie bspw. Bauen und Wohnen, Soziales, Schulen, Verkehr, Freizeit und Erholung.
- Wo findet der Klimawandel in Erkelenz statt?
Analyse, welche räumlichen Bereiche in welchen Handlungsfeldern besonders betroffen sind, sowie Identifizierung der Handlungserfordernisse und Handlungsmöglichkeiten in den identifizierten relevanten kommunalen Handlungsfeldern – unter Berücksichtigung der absehbaren stadtstrukturellen Veränderungen.

Aufbau und Inhalte des Anpassungskonzeptes orientieren sich grundlegend an den Inhalten der Förderrichtlinie „Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Stand: 19.07.2021)².

Ergebnisse

Für Erkelenz ergibt sich in der nahen Zukunft (2030-2061) ein **Anstieg der Jahresmitteltemperatur** gegenüber der aktuellen Normalperiode (1991 bis 2020) um bis zu 1,3 K bis 2061. Am stärksten fällt die Temperaturerhöhung vor allem im Herbst aus, hier wird es um eine Erhöhung um mindestens 0,8 K bis 2061 kommen. Auch im Sommer und Winter beträgt die Temperaturerhöhung mehr als 0,5 K. Es wird zudem zu **deutlichen Zunahmen sogenannter „heißer Tage“** – mit einer maximalen Temperatur von mindestens 30 °C – von derzeit 10 x pro Jahr auf mindestens 11 bis maximal 16 Tage im Jahr kommen. Damit einher gehen bioklimatische Belastungen (verringerte nächtliche Abkühlung, Mittagshitze):

¹ Angaben abgerufen unter <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte>. Abruf am 15.05.2023

² Die Stadt Erkelenz nimmt zwar keine Mittel der Förderrichtlinie in Anspruch. Gleichwohl ist die in der Förderrichtlinie beschriebene Vorgehensweise mittlerweile „Stand der Technik“.

- Am Tage werden die heute bereits stadtweit stark belasteten Quartiere mit einer gefühlten Temperatur (sogenannte PET) von über 35 bis 41 °C noch stärker mit Hitze beaufschlagt werden, bereits heute stark belastete Quartiere werden sich ausdehnen. Dies betrifft bemerkenswerter Weise gerade die Randlagen einer ganzen Reihe von kleineren Ortsteilen von Erkelenz.
- In der Nacht wird es in der Innenstadt von Erkelenz vermutlich zur Ausprägung einer deutlicheren Wärmeinsel kommen, d. h. im Ortszentrum wird es nachts nicht mehr kälter als 20 °C. Topographiebedingt ist die Kernstadt von der externen Kaltluftzufuhr abgeschnitten.

Hinsichtlich der **Niederschläge** sind in der nahen Zukunft leichte Erhöhungen der durchschnittlichen Jahresniederschlagsmengen absehbar. Insbesondere ist mit feuchteren Frühjahren zu rechnen, die Sommermonate werden hingegen sehr wahrscheinlich trockener werden. Für die Anzahl an Extremwetterlagen wird derzeit kein erheblicher Anstieg angenommen (max. bis zu +2 Tage mehr pro Jahr), allerdings wird die Intensität einzelner Ereignisse aufgrund der höheren Lufttemperatur und des damit verbundenen höheren Wassergehalts in der Luft ansteigen. Im Sommer bedeutet dies häufigere kurzzeitige Starkregenereignisse und in den Wintermonaten ergiebige, länger anhaltende Niederschläge.

Das Tiefbauamt der Stadt Erkelenz hat ein Starkregenrisikomanagement SRRM (Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH & Stadt Erkelenz 2023a) mit dem Ziel beauftragt, Risiken und Gefahren durch abfließenden Niederschlag aufgrund eines extremen Niederschlagsereignisses zu identifizieren und konkrete Maßnahmen zur Gefahrenabwehr und Risikominimierung abzuleiten.

Im Stadtgebiet zeigen sich an verschiedenen Stellen **Risiken durch Überflutungen** aufgrund der Einstauhöhe und der Fließgeschwindigkeiten. Dies betrifft einerseits Ortslagen in Senken und im Bereich von Gewässern, wie bspw. Lövenich, Keyenberg-alt und Golkrath, und andererseits Siedlungsbereiche in Kuppenlagen mit geringer Geländeneigung, in denen sich das Niederschlagswasser in lokalen Senken oder vor Hindernissen anstaut und nicht abfließen kann und auch die Kanalisation aufgrund der Kapazitätsgrenzen im Hinblick auf die ganz extremen Niederschlagsmengen dieses nicht aufnehmen kann, wie bspw. Erkelenz selbst. Andererseits weisen weite Bereiche des Stadtgebietes – vor allem im Freiraum – **Potenziale zum Rückhalt und zur Minderung des Niederschlagabflusses** auf.

Die **Priorisierung der Handlungsbedarfe** bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien und -maßnahmen gegenüber den extremen Folgen des Klimawandels werden in zwei Kategorien ‚Sehr hoher Anpassungsdruck‘ und ‚Hoher Anpassungsdruck‘ eingestuft. Dies betrifft bspw. die Planung von Anpassungsmaßnahmen für Einrichtungen für Kinder, alte und betagte Menschen einerseits, oder für Stadtbereiche mit einer hohen Betroffenheit durch Hitze oder Niederschlagsabfluss durch extremen Starkregen.

Zur weiteren räumlichen Differenzierung der akuten und langfristigen Handlungsbedarfe für die relevanten Akteure in der Stadt wurde zudem eine Planhinweiskarte entwickelt (siehe Anlage 5). Fachlich sind die Handlungsbedarfe vor dem Hintergrund zu betrachten, dass die in Kapitel 5 genannten Gefahren- und Schadenspotenziale „worst case“ darstellen.

Viele relevanten Akteure stehen bereits heute im Dialog und berücksichtigen die Folgen des Klimawandels in unterschiedlichen Bereichen wie bspw. dem Schutz technischer Infrastruktur durch die Energieversorger aber auch im Rahmen der Stadtentwicklung über klimagerechte Bauleitpläne und die Maßnahmen der Verwaltung im Rahmen des European Energy Awards (s. Kapitel 3.3.4).

2. Einleitung

2.1 Klimawandel in Nordrhein-Westfalen im Allgemeinen und in Erkelenz im Speziellen

Aufgrund des globalen **Klimawandels** sind die Durchschnittstemperaturen in Nordrhein-Westfalen in den letzten Jahren bereits signifikant gestiegen. Ein Vergleich der jährlichen Durchschnittstemperaturen der Klimanormalperiode 1981 – 2010 im Vergleich zu 1951 – 1980 zeigt beispielsweise für den Übergangsbereich zwischen Niederrheinischer Bucht und Niederrheinischem Tiefland, in dem Erkelenz liegt, Steigerungen von 0,7 bis 0,9 **Kelvin** (nachfolgend K) an³.

Dieser Trend der **Klima**erwärmung wird sich in den nächsten Jahrzehnten je nach umgesetztem **Klimaschutz**niveau dynamisch fortsetzen und zu einer immer stärkeren Änderung des Klimageschehens führen. Für Nordrhein-Westfalen insgesamt werden nach derzeitigem Kenntnisstand für den Zeitraum 2021 – 2050 erwartet

- ein Anstieg der Jahresmitteltemperaturen um etwa 0,7 bis 1,7 K (RCP-Szenarien 4.5 und 8.5, Zeitraum 2021 bis 2050 im Vergleich zu 1971 und 2000). Bis 2100 ist von einer Steigerung von bis zu 4,4 K auszugehen.
- eine jahreszeitliche Verschiebung des Niederschlagsregimes. Im Winter ist mit einer Zunahme, im Sommer mit einer Abnahme der Niederschläge zu rechnen. Möglich sind sommerliche Trockenheits- und Dürreperioden. In der Folge wird bereits jetzt eine abnehmende Wasserverfügbarkeit aufgrund von sommerlicher Hitze, Trockenheit und absinkendem Grundwasserspiegel beobachtet.
- eine Häufung und Intensivierung von Extremereignissen (v. a. Starkniederschläge, heiße Tage, Hitzewellen), verbunden mit negativen Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bewohner, insbesondere auf ältere Menschen, chronisch Kranke und Kinder. Überdies werden zunehmend extreme Windereignisse bis hin zu Tornados beobachtet.

Gerade Städte mit ihren teilweise verdichteten Bebauungsstrukturen weisen besondere Empfindlichkeiten (→ **Sensitivität**) gegenüber klimatischen Veränderungen auf. Diese Empfindlichkeiten verstärken sich klimawandelbedingt weiter. Zudem sind sie aufgrund der Bevölkerungsdichten und der Konzentration einer Vielzahl von Sachwerten, Gebäuden und Infrastrukturen auf relativ engem Raum besonders empfindlich gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels, vor allem den extremen Wetterereignissen wie anhaltende Hitze, Sturm und extremer Starkregen.

Dies betrifft auch Mittelstädte wie Erkelenz. Diese Stadt ist bspw. durch eine kleinräumige Wärmeinseln im Stadtkern und großflächigen Gewerbegebieten im Süden der Kernstadt gekennzeichnet. Das Fachinformationssystem **Klimaanpassung** des LANUV weist eine ungünstige thermische Situation in vielen Erkelenzer Siedlungsbereichen aus⁴. Das Starkregenrisikomanagement (SRRM) der Stadt Erkelenz zeigt zudem vielfache Betroffenheiten im Stadtgebiet durch oberflächigen Niederschlagsabfluss im Stadtgebiet.

³ Diese und folgende Angaben nach LANUV (2018): Fachbeitrag Klima für die Planungsregion Köln.

⁴ Angaben abgerufen unter <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte>. Abruf am 15.05.2023

Die Situation in Erkelenz ist dabei nicht mit Großstädten wie etwa Mönchengladbach oder Düsseldorf vergleichbar, da die Stadt doch insgesamt weniger dicht bebaut und stärker durchgrünt ist – die Stadt verfügt insoweit über gute Voraussetzungen zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels. Die Stadt Erkelenz war in den letzten Jahren jedoch bereits mehrfach von den Auswirkungen des Klimawandels durch Extremereignisse betroffen. Zu nennen sind bspw. die Folgen der anhaltenden Trockenheit in den letzten Jahren für die Land- und Forstwirtschaft sowie die privaten und öffentlichen Grünflächen der Stadt oder die starken Unwetter in den Jahren 2011, 2014 und 2016. 2021 und 2022 wurden mehrfach Hitzerekorde gebrochen.

Die Stadt Erkelenz möchte den Klimawandelfolgen u.a. durch die Erstellung verschiedener Bausteine im Sinne eines Klimaanpassungskonzeptes entgegenzutreten. In einem ersten Schritt sollen die individuellen **Risiken** und Betroffenheiten im Erkelenzer Stadtgebiet ausgewertet werden (Risikoanalyse). Der vorliegende Bericht stellt das Ergebnis dieser Risikoanalyse dar und wertet die individuellen Betroffenheiten der folgenden Handlungsfelder gemäß Deutscher Anpassungsstrategie (**DAS**) an den Klimawandel aus:

- Cluster Infrastruktur: Bauwesen, Energiewirtschaft und Verkehr/Verkehrsinfrastruktur
- Cluster Land: Boden, Landwirtschaft, Wald- und Forstwirtschaft und Biologische Vielfalt
- Cluster Raumplanung und Bevölkerungsschutz: Raumordnung, Regional- und Bauleitplanung und Bevölkerungsschutz
- Cluster Wasser: Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft und Küsten- und Meeresschutz
- Cluster Gesundheit: Menschliche Gesundheit
- Cluster Wirtschaft: Industrie und Gewerbe

2.2 Bausteine des Klimaanpassungskonzepts für die Stadt Erkelenz

Die Stadt Erkelenz möchte den bereits sichtbaren sowie den künftig absehbaren Folgen des Klimawandels mit einem Klimaanpassungskonzept entgegenzutreten. Als erster Baustein soll dafür eine Risikoanalyse der Klimawandelfolgen für das Stadtgebiet erstellt werden. Aufbauend auf vorliegenden Daten und Informationen des Landes NRW, des Bundes und des DWD zum Stadtgebiet sollen dabei die folgenden Fragestellungen beantwortet werden:

- Was bedeutet der Klimawandel für Erkelenz konkret?
Analyse der ‚schleichenden‘ und extremen klimatischen Veränderungen und ihrer Auswirkungen in den maßgeblichen Handlungsfeldern, wie bspw. Bauen und Wohnen, Soziales, Schulen, Verkehr, Freizeit und Erholung.
- Wo findet der Klimawandel in Erkelenz statt?
Analyse, welche räumlichen Bereiche in welchen Handlungsfeldern besonders betroffen sind, sowie Identifizierung der Handlungserfordernisse und Handlungsmöglichkeiten in den identifizierten relevanten kommunalen Handlungsfeldern – unter Berücksichtigung der absehbaren stadtstrukturellen Veränderungen.

Aufbau und Inhalte des Anpassungskonzeptes orientieren sich grundlegend an den Inhalten der Förderrichtlinie „Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Stand: 19.07.2021)⁵.

Der allgemeine Aufbau des Anpassungskonzeptes ist in der Abbildung 1 dargestellt.

⁵ Die Stadt Erkelenz nimmt zwar keine Mittel der Förderrichtlinie in Anspruch. Gleichwohl ist die in der Förderrichtlinie beschriebene Vorgehensweise mittlerweile „Stand der Technik“.

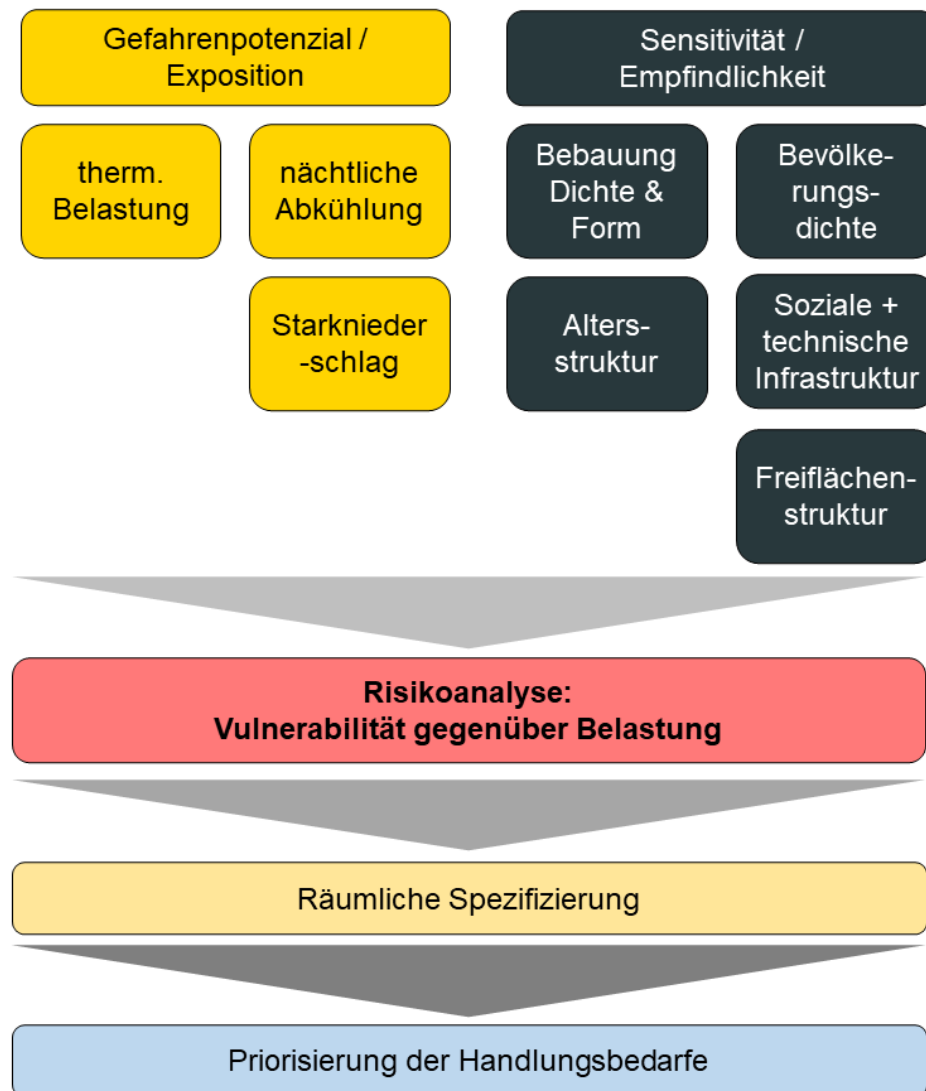


Abbildung 1: Bausteine des Anpassungskonzeptes und Verständnis des Risikobegriffs.
Eigene Abbildung.

In Kapitel 3 werden die naturräumlichen und siedlungsstrukturellen Rahmenbedingungen in der Stadt Erkelenz beschrieben, um insbesondere Faktoren der Sensitivität bzw. Empfindlichkeit herauszuarbeiten. Diese werden betrachtet, um Sozialstrukturen sowie Siedlungs- und Freiraumstrukturen zu identifizieren, die gegenüber den Veränderungen des Stadtklimas und den Folgewirkungen des Klimawandels besonders empfindlich sind und unterschiedliche Widerstands- und Anpassungsfähigkeiten aufweisen.

Das Kapitel 4 umfasst Auswertungen der stadtklimatischen Rahmenbedingungen, der bisherigen Erfahrungen mit klimawandelbedingten Auswirkungen sowie eine Beschreibung der voraussichtlichen Folgen des Klimawandels im Allgemeinen und in Erkelenz im Speziellen. Dies erfolgt im Sinne der Erfassung möglicher Gefahrenpotenziale bzw. der sogenannten **Exposition**. Es wird dargestellt, wie sich im Stadtgebiet von Erkelenz bestimmte Klimaparameter unter dem Einfluss des globalen Klimawandels ändern.

In Kapitel 5 erfolgt die eigentliche Bewertung der mit dem Klimawandel verbundenen Risiken im Erkelenzer Stadtgebiet. Grundlegend dafür ist der **Risiko**begriff. Im vorliegenden Konzept werden dafür die Faktoren der Sensitivität (Empfindlichkeit) mit den Gefahrenpotenzialen bzw. Expositionen verschnitten. Als Produkt dieser Verschneidung ergibt sich die Vulnerabilität (Anfälligkeit) eines Systems gegenüber einer Naturgefahr. Diese Anfälligkeit wird in der Risikobewertung in diesem Bericht in einem fünfstufigen Schema bewertet – von sehr geringfügig bis sehr erheblich – und bezieht sich allein auf die Situation in Erkelenz selbst und ist nicht mit den Verhältnissen in anderen Städten und Gemeinden direkt vergleichbar.

Das Kapitel 5 beschreibt die konkreten Auswirkungen des Klimawandels auf die Menschen und die Stadt- und Freiraumstrukturen von Erkelenz. Soziale und (stadt-)technische Anlagen und Infrastrukturen, die durch Klimawandelfolgen beeinträchtigt werden können, und die einerseits aufgrund ihrer Nutzer besonders empfindlich gegenüber den Folgen des Klimawandels sind, oder die für die Funktionsfähigkeit der Stadt besonders wichtig sind, werden im Einzelnen betrachtet. Die Ermittlung der konkreten Betroffenheiten erfolgt in den Bereichen Stadtklima und Hochwassergefahren auf der Basis vorliegender Daten und Gutachten, im Bereich Starkregen auf Basis des Starkregenrisikomanagements der Stadt Erkelenz SRRM (Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH & Stadt Erkelenz 2023b), das derzeit erarbeitet wird.

In Kapitel 6 erfolgt für einzelne Themenfelder eine räumlich-explicite Ausweisung von Risikobereichen. Dafür wird auf öffentlich verfügbare Geodaten (etwa aus Landesdaten oder durch die Stadt Erkelenz bereitgestellte Datensätze), sowie die Datengrundlagen des Starkregenrisikomanagements zurückgegriffen.

In Kapitel 7 werden die räumlichen Spezifika und die Risikobewertungen aus den vorgehenden Kapiteln dann zu einer Priorisierung von Handlungsbedarfen sowie einer Planhinweiskarte verschnitten. Dies stellt den Ausgangspunkt für nachfolgende Bausteine in der Klimaanpassung dar (Strategieentwicklung, Maßnahmenkonzepte, Controlling). Diese sind nicht Bestandteil des vorliegenden Auftrags der Risikoanalyse.

3. Planerische Ausgangssituation

Die naturräumlichen Voraussetzungen und die Stadt- und Freiraumstrukturen sind wesentliche Voraussetzungen für das Verständnis, welche Auswirkungen der dynamische Klimawandel auf Menschen, Stadtgesellschaft und bauliche, technische und soziale Infrastrukturen hat und zukünftig noch haben wird. Gleichzeitig bildet dieses komplexe Gefüge den Startpunkt und den Rahmen für die Ableitung von Anpassungsmaßnahmen, mit denen die Auswirkungen der negativen Folgen des Klimawandels abgemildert und positive Folgen genutzt werden können – dies erfolgt im zweiten Teil der Klimaanpassungsstrategie und baut auf der Risikoanalyse auf.

Klimaanpassung heißt in diesem Sinne, zur Vorsorge die sowieso stattfindende Umgestaltung und Fortentwicklung von Erkelenz zu nutzen, um in diesen Prozessen auch auf die bereits heute erkennbaren und zukünftig noch zu erwartenden Klimawandelfolgen zu berücksichtigen. Gleichwohl können Handlungserfordernisse, die vorrangig der Gefahrenabwehr dienen, erkannt, und geeignete Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung ergriffen werden.

3.1 Naturraum und Freiraumnutzungen

Die Stadt Erkelenz liegt überwiegend im Naturraum „Jülicher Börde“; nur ein kleiner Teil des Stadtgebietes um Gerderath und Schwanenberg liegt im Naturraum „Schwalm-Nette-Platte“. Der Naturraum Jülicher Börde besteht vor allem aus der mit mächtigen Lössdecken überdeckten Hauptterrasse des Rheins. In diese Lockersedimente haben sich kleinere Fluss- und Bachtäler eingegraben entlang derer sich typischerweise Siedlungskerne reihen. Innerhalb der Jülicher Börde liegt Erkelenz in einem überwiegend ebenen bis flachwelligen Gelände. Auf dem Gebiet der Stadt Erkelenz liegen hier nur wenige natürliche Fließgewässer (etwa der Baaler Bach bei Lövenich oder der Millicher Bach bei Golkrath). Ansonsten werden die Bördeflächen durch Fließe und Gräben entwässert. Die hohe natürliche Bodenfruchtbarkeit der dominierenden Parabraunerden ermöglicht seit der vorrömischen Zeit eine weitestgehend kontinuierliche Intensivierung des Ackerbaus. Geschlossene Siedlungen befinden sich traditionell eher im Bereich der Niederungen am Randbereich der Hochwasserzonen der Fließgewässer. Die Ortsränder waren traditionell durch Grünlandnutzungen gekennzeichnet; diese alten Obstwiesen prägen heute noch den Rand vieler Ortschaften (etwa Mennekraath, Kleinbouslar oder Genhof). Daneben lagen in der Regel nur einzelne Weiler und Einzelgehöfte innerhalb der fruchtbaren Hochflächen der Börde. Ein besonderes Merkmal der Börde ist die ausgesprochene Waldarmut, die sich aus der überwiegenden Ackerbaunutzung ergibt. Das gesamte Stadtgebiet weist nur einen Anteil von ca. 2 % Waldflächen auf.

Ein kleiner Teil im Norden des Stadtgebiets liegt in der naturräumlichen Haupteinheit „Schwalm-Nette-Platte“. Es handelt sich um den zentralen Teil der Hauptterrassenplatte, die sich im Venloer Graben eingesenkt hat. Die Schwalm entwässert nach Westen in die Maas und die Nette nach Norden in die Niers. Die Durchbruchstäler der beiden Flüsse weisen Verengungsstellen auf, die den Wasserablauf hemmen und somit für eine verstärkte Vernässung und Versumpfung verantwortlich sind. Im Osten und Süden wird die Ackerebene durch zunehmend-lösshaltige Schotterlehmdecken überlagert. Es handelt sich überwiegend um den typischen Bodentyp Braunerde. Auf dem Stadtgebiet entspringt die Schwalm bei Genhof und fließt hier in Richtung Norden ab.

Das Stadtgebiet ist weitestgehend eben bis flach gewellt. Die Stadt Erkelenz selbst liegt, untypisch für eine Siedlung in der Börde, nicht in einem Bachtal, sondern auf einer flachen Kuppe und damit höher als das Umland (97 m NHN; siehe Abbildung 2). Insgesamt zeigt sich über das

Stadtgebiet hinweg eine leichte Neigung nach Norden hin zur Schwalmplatte, sowie nach Osten in Richtung der übrigen Niederrheinischen Bucht. Den tiefsten Punkt des Stadtgebiets bildet der Tagebau Garzweiler II im Osten, der auf dem Stadtgebiet eine Tiefe von ca. –40 m unter NHN erreicht. Daneben ist noch das Bachtal des Baaler Bachs bemerkenswert; hier fällt das ansonsten eher flache Terrain vergleichsweise steil von den Bördehochflächen bei ca. 94 m NHN in das tief eingeschnittene Bachtal bei ca. 84 m NHN.

Entsprechend den naturräumlichen Gegebenheiten ist das Stadtgebiet heute überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Nach Auswertung der flurstückbasierten tatsächlichen Nutzung nach AL-KIS ergibt sich ein Anteil von ca. 75 % landwirtschaftlicher Flächen am Stadtgebiet (= ca. 8.200 ha), wobei ackerbauliche Nutzungen dominieren.

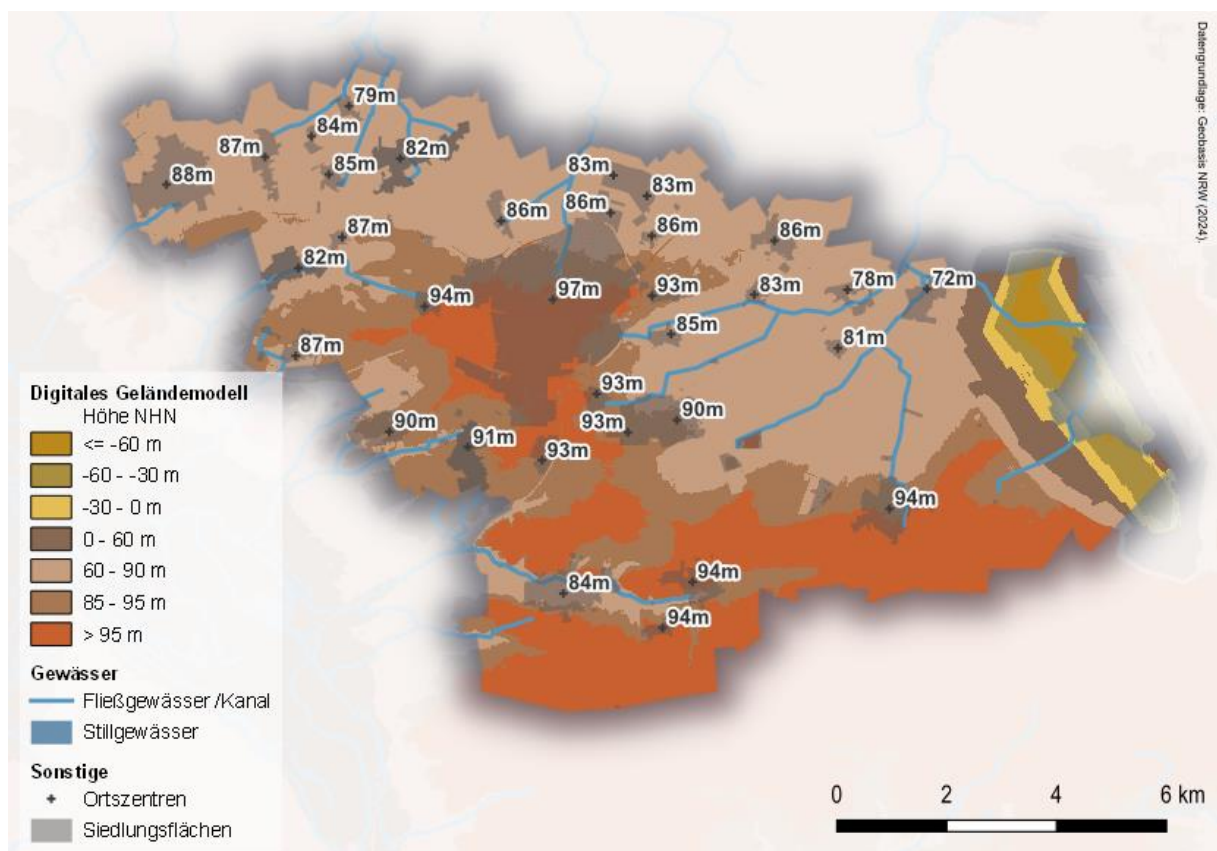


Abbildung 2: Gewässer, Reliefform und Höhenentwicklung im Stadtgebiet.
BKR auf Basis zitierter Grundlagen.

3.2 Siedlungsstruktur

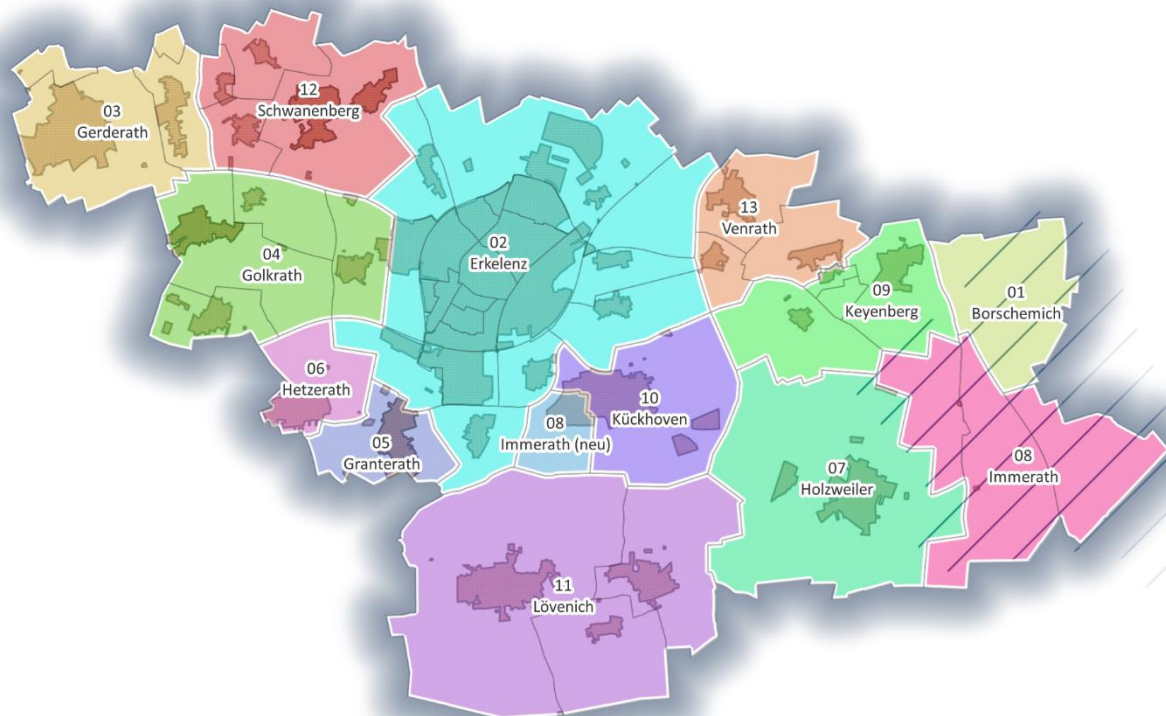
Die Stadt Erkelenz ist die größte kreisangehörige Stadt im Kreis Heinsberg und liegt zwischen den Siedlungszentren Düsseldorf, Köln und Aachen. Erkelenz ist Mittelzentrum für die Region.

Das Stadtzentrum Erkelenz hat einen historischen Stadtkern mit diversen Baudenkmälern wie bspw. das Alte Rathaus, die geldrische Landesburg und die Lambertikirche. Das Zentrum bietet eine Fußgängerzone mit Einzelhandelsangeboten und Fachgeschäften. Darüber hinaus finden sich am Stadtrand Verbrauchermärkte und Einkaufszentren. Cafés und Bistros auf den Plätzen und in Straßen laden zum Verweilen ein.

Von 2006 bis in das Jahr 2030 werden die östlich gelegenen Teile des Stadtgebietes durch den Braunkohletagebau Garzweiler II der RWE Power AG in Anspruch genommen. Dazu wurden neun Ortschaften mit rund 5.000 Einwohnern umgesiedelt und die Dörfer Lützerath, Pesch, Borschemich und Immerath abgebrochen. Als Ersatz für Immerath, Pesch und Lützerath wurde westlich von Kückhoven Immerath neu, sowie Borschemich (neu) an dem Stadtteil Erkelenz-Nord angelegt.

Die Stadt ist in neun Stadtbezirke, 13 statistische Bezirke und 46 statistische Unterbezirke gegliedert:

Stadtbezirk 01	Erkelenz mit Bellinghoven, Oerath
Stadtbezirk 02	Gerderath mit Fronderath, Gerderhahn, Moorheide, Vossem
Stadtbezirk 03	Schwanenberg mit Geneiken, Genfeld, Genhof, Grambusch, Lentholt
Stadtbezirk 04	Golkrath mit Houverath, Houverather Heide, Hoven, Matzerath
Stadtbezirk 05	Granterath und Hetzerath mit Commerden, Genehen, Scheidt, Tenholt
Stadtbezirk 06	Lövenich mit Katzem, Kleinbouslar
Stadtbezirk 07	Kückhoven
Stadtbezirk 08	Keyenberg, Venrath und Borschemich mit Berverath, Berverath (neu), Etgenbusch, Kaulhausen, Keyenberg (neu), Kuckum, Kuckum (neu), Mennekath, Neuhaus, Oberwestrich, Oberwestrich (neu), Terheeg, Unterwestrich, Unterwestrich (neu), Wockerath
Stadtbezirk 09	Holzweiler und Immerath (neu) mit Immerath, Lützerath



Quelle Statistische Bezirke: Stadt Erkelenz
Quelle Geodatengrundlage: Datenlizenz Deutschland - Zero - Version 2.0

Abbildung 3: Gliederung des Stadtgebietes in statistische Bezirke
BKR auf Basis zittierter Grundlagen

3.2.1 Bau- und Siedlungsstrukturen: Bebauung, Dichte & Form

Unterschiedliche Stadtraumstrukturen sprechen auf die Folgen des Klimawandels in unterschiedlichem Maße an und beeinflussen den Ablauf von Klimaereignissen (extremen Wetterereignissen):

- Locker bebaute Siedlungsstrukturen sind in der Regel aufgrund ihrer Winddurchlässigkeit und (noch) stärkeren Begrünung weniger gegen Hitzeereignisse anfällig und kühlen auch nachts besser ab, als die dichter bebauten und (heute) weniger durchgrünten Siedlungskerne.
- Extreme Niederschlagsereignisse können – je nach örtlicher Ausprägung von Bebauung, Grundstücksnutzung und Relief – in locker bebauten Siedlungsbereichen leichter abfließen und die unbebauten Grundstücksbereiche bieten – je nach Gestaltung und lokalen Bodenverhältnissen – Raum für Versickerung und Rückhalt aber auch für schadensarmen Abfluss.
- In den dichter besiedelten Siedlungskernen fehlen diese Funktionen und überschüssiges Niederschlagswasser sammelt sich auf Straßen und Plätzen und fließt von dort konzentrierter und höher ab als in den locker bebauten Gebieten.
- Aufgrund der lockereren Bebauung ist das Schadenspotenzial in den Siedlungsrandlagen vergleichsweise geringer als in den dicht bebauten Kernbereichen mit ihrer Konzentration an materiellen Werten und höheren Bevölkerungs-, Arbeitsplatz- und Besucherdichte.
- Gleichwohl: Wild abfließendes Niederschlagswasser ist in allen Siedlungsstrukturen mit großem Schadenspotenzial verbunden, insbesondere in topografisch bewegtem Gelände, wo das Wasser aufgrund höherer Fließgeschwindigkeiten ein hohes kinetisches Zerstörungspotenzial entfaltet.

Baustrukturen

Die Kernstadt von Erkelenz und die alten Dorfkerne der Ortsteile weisen eine verdichtete Bebauung auf. Diese historischen Siedlungszentren sind von einer lockeren Wohnbebauung mit Einzel- und Doppelhäusern sowie Hausgruppen und Reihenhäusern umgeben, die insbesondere in den Jahrzehnten nach dem 2. Weltkrieg und bis heute entstanden sind. Im Osten und Süden der Kernstadt Erkelenz befinden sich großflächige Gewerbegebiete. Die Umsiedlungsstandorte im Stadtgebiet weisen eine überwiegend lockere Bebauung auf großzügigen Grundstücken auf. (siehe Abbildung 4)

Die Bebauungsdichten sind entsprechend der Gebäude- und Bebauungsstrukturen moderat. Erkelenz selbst und die Ortsteile Lövenich, Katzem, Holzweiler und Gerderath weisen die vergleichsweise höchsten Bebauungsdichten auf (gemessen in Quadratmeter Gebäudefläche und Kubikmeter Gebäudevolumen je Quadratmeter Gebäudegrundfläche – siehe Abbildung 5).

Die Wohngebäudestruktur der Stadt ist zu 81 % durch Einfamilienhausgebäude geprägt, Gebäude mit zwei und mit drei und mehr Wohnungen machen zu jeweils etwas mehr oder weniger als ein Zehntel des Wohngebäudebestandes aus.

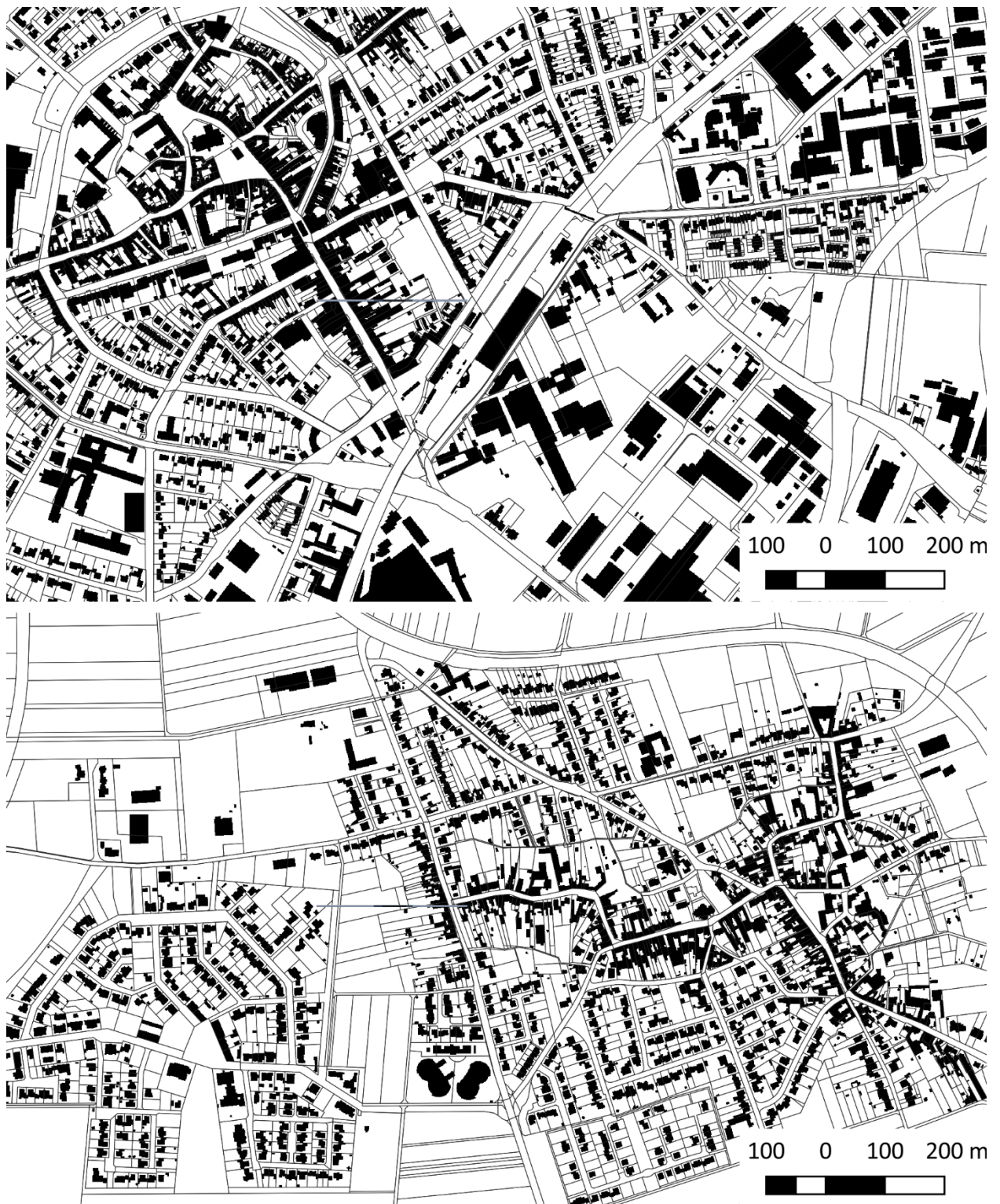


Abbildung 4: Gebäudestruktur Erkelenz-Zentrum, Gewerbegebiet (Koepestraße), Kückhoven und Immerath (neu).

Quelle: Landesvermessung NRW; Datenlizenz Deutschland – Zero – 2.0.

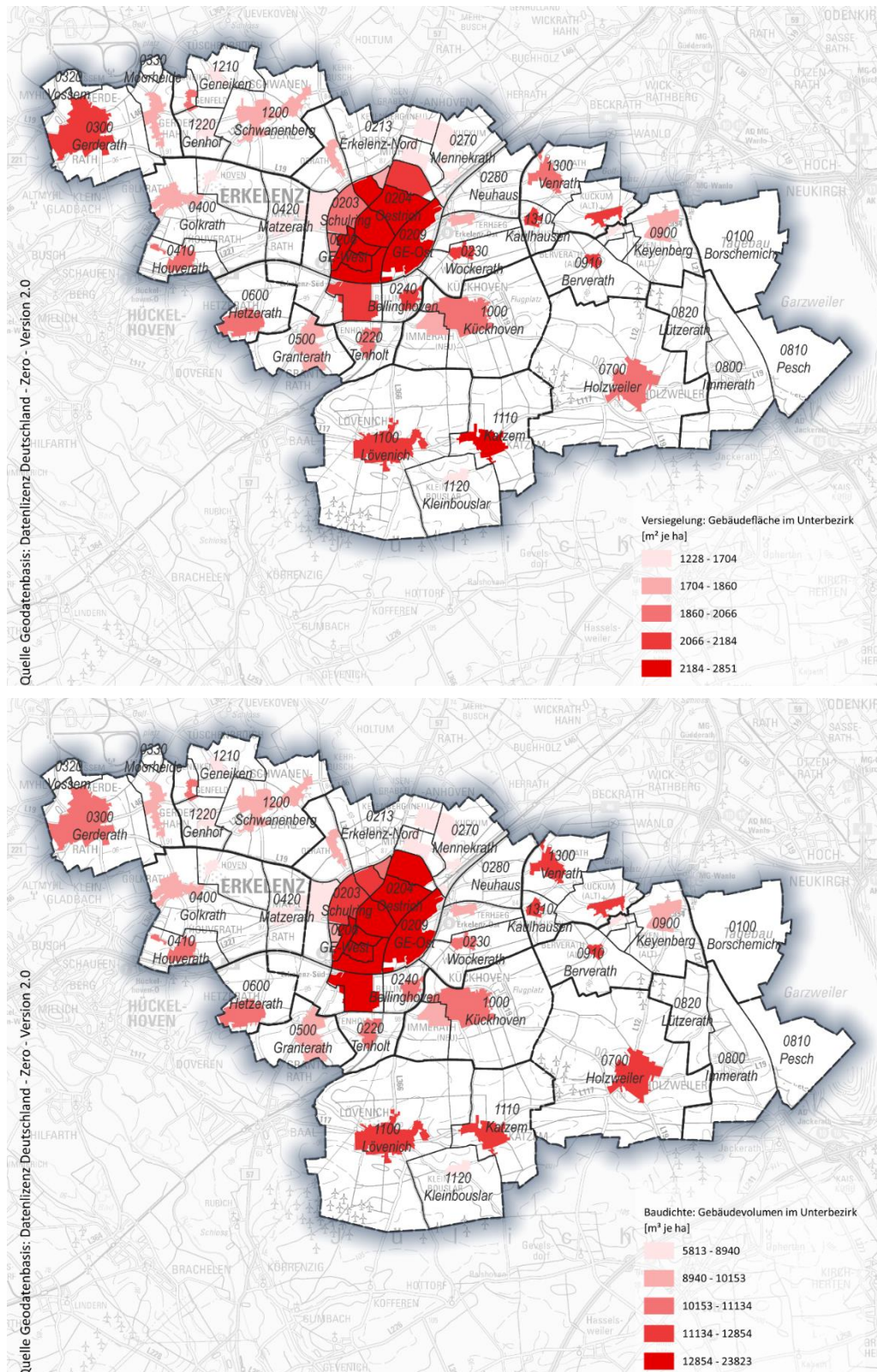


Abbildung 5: Bebauungsdichten in den statistischen Unterbezirken der Stadt Erkelenz in Quadratmeter Gebäudefläche bzw. Kubikmeter Gebäudevolumen je Quadratmeter Gebäudegrundfläche.
BKR auf Basis zitierter Grundlagen.

Tabelle 1: Wohngebäude nach Anzahl der Wohnungen

Quelle: © IT.NRW, Düsseldorf, 2024. Dieses Werk ist lizenziert unter der Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0. | Stand: 13.02.2024 / 13:51:43

	31.12.2022		31.12.2016	
Insgesamt	14.858		14.073	
Wohngebäude mit 1 Wohnung	11.969	80,6%	11.386	80,9%
Wohngebäude mit 2 Wohnungen	1.686	11,3%	1.563	11,1%
Wohngebäude mit 3 und mehr Wohnungen	1.191	8,0%	1.112	7,9%

Der Wohngebäudebestand der Stadt mit Stand Mikrozensus 2011 entstand etwa 17 % vor 1948, zu rund 41 % zwischen 1948 und 1978 und nochmals etwa 10 % bis 1986. In den Jahren danach fand eine mehr oder weniger kontinuierliche Bautätigkeit statt, bei der die übrigen etwa 1/3 des Wohngebäudebestandes errichtet wurde.⁶

Nutzungsstrukturen

Siedlungs- und Verkehrsflächen (Wohnbauflächen, Industrie- und Gewerbeflächen, Verkehrsflächen und weitere) bilden einen Anteil von rund 23 % aus (2.735.ha) der Gemeindefläche von Erkelenz. Abbauf Flächen (Tagebau, Kiesgruben usw.) bilden mit ca. 9 % ebenfalls einen hohen Anteil an der Gesamtfläche aus (1.000 ha). Lediglich knapp 2 % der Stadtfläche sind bewaldet.

Bemerkenswert ist in Erkelenz die Dynamik der Flächenentwicklung, die durch den voranschreitenden Tagebau und die Umsiedlung von zehn Ortschaften geprägt ist. So haben die bebauten Flächen (Wohnbaufläche, Industrie- und Gewerbefläche, Fläche gemischter Nutzung, Fläche besonderer funktionaler Prägung) zwar zugenommen (von etwa 1.600 auf 1.700 ha), dies vor allem aber aufgrund der Zunahme der Sport, Freizeit- und Erholungsflächen. Die bebauten Flächen wurden also grüner und – da die Einwohnerzahl gleichzeitig anstieg – auch effizienter (dichter) bebaut. Aufgrund ihres geringen Alters sind diese Grünflächen heute noch wenig entwickelt.

Die Inanspruchnahme des Stadtgebietes für bergbauliche Tätigkeiten stieg in dem Zeitraum von 265 ha auf über 1.000 ha an und wird trotz Abbaumoratorium noch bis mindestens 2030 anhalten. Als langfristige Nutzungsart wird das heutige Braunkohletagebauggebiet zu einem Restsee, landwirtschaftlichen Flächen und Wald umgestaltet.⁷

3.2.2 Bevölkerungsdichte und Altersstruktur

Menschen können in Abhängigkeit von ihrem individuellen Alter und ihrer persönlichen Lebenssituation in unterschiedlichem Maße auf die Folgen des Klimawandels reagieren. Kinder sowie ältere und (hoch-)betagte Personen sind gegenüber den Folgen des Klimawandels und dabei insbesondere gegenüber Hitze und Sonneneinstrahlung aus gesundheitlichen Gründen besonders sensibel, denn Hitze – gerade auch in Verbindung mit hoher Luftfeuchtigkeit – belastet das Herz-Kreislaufsystem der Heranwachsenden und der älteren Menschen.

⁶ IT.NRW, Düsseldorf, 2024 | Stand: 13.02.2024 / 13:51:43

⁷ <https://www.erkelenz.de/wirtschaft-klima-stadtentwicklung/strukturwandel-braunkohle/revitalisierung-zukunftsvision/positionspapier-erkelenz-zukunftsvision-erkelenzer-tagebaumfeld.pdf?cid=mi9>

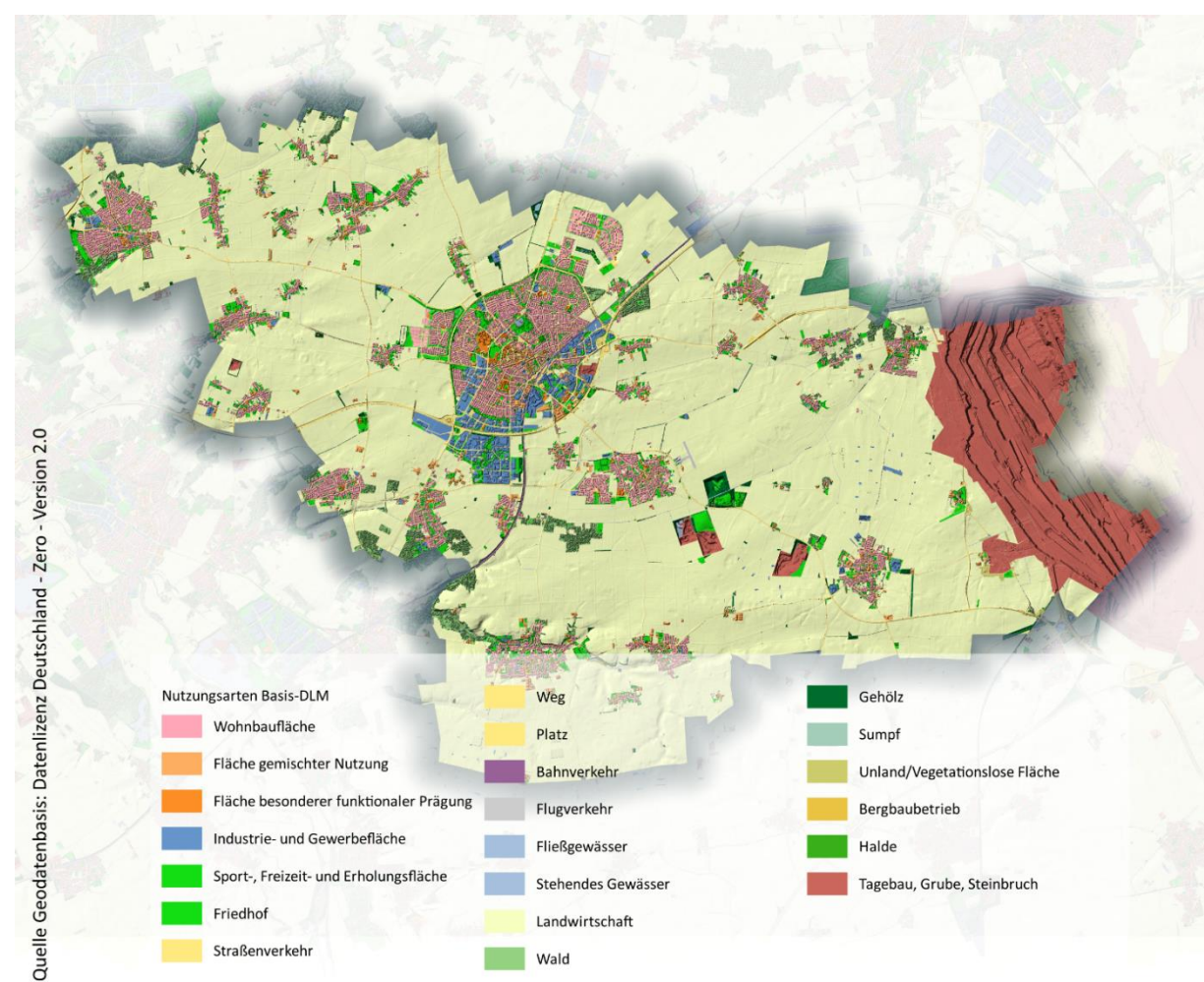


Abbildung 6: Tatsächliche Nutzung des Stadtgebietes von Erkelenz nach ALKIS.
BKR auf Basis zitierter Grundlagen.

Tabelle 2: Bodenfläche von Erkelenz nach Art der tatsächlichen Nutzung
Quelle: © IT.NRW, Düsseldorf, 2024. Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0. | Stand: 13.02.2024 / 13:51:43

Nutzungsart	31.12.2016		31.12.2022	
	In ha	In %	In ha	In %
Insgesamt	11.734		11.734	
und zwar:				
Siedlung, davon	1.882	16,0%	2.735	23,3%
Wohnbaufläche	875	7,5%	804	6,9%
Industrie- und Gewerbefläche	230	2,0%	217	1,8%
Tagebau, Grube, Steinbruch	265	2,3%	1.008	8,6%
Fläche gemischter Nutzung	218	1,9%	177	1,5%
Fläche besonderer funktionaler Prägung	61	0,5%	51	0,4%
Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche, davon	210	1,8%	457	3,9%
Grünanlage	160	1,4%	407	3,5%

Nutzungsart	31.12.2016		31.12.2022	
	In ha	In %	In ha	In %
Friedhof	22	0,2%	19	0,2%
Verkehr	788	6,7%	758	6,5%
Vegetation, davon	9.014	76,8%	8.207	69,9%
Landwirtschaft	8.746	74,5%	7.911	67,4%
Wald	206	1,8%	204	1,7%
Gehölz	43	0,4%	73	0,6%
Unland, Vegetationslose Fläche	19	0,2%	19	0,2%
Gewässer	50	0,4%	34	0,3%

Wohlhabende Menschen haben mehr (finanzielle) Ressourcen, um die negativen Folgen des Klimawandels abzufangen (bspw. durch den Kauf von Verschattungselementen für die Fenster und von Raumkühlungsgeräten) und leben auch häufiger in Wohngebieten mit einer günstigen Ausstattung (bspw. lockere Bebauung und hoher Grünanteil). Daten zur persönlichen Lebenssituation fehlen allerdings derzeit noch⁸ in Erkelenz und dies wird insoweit hier nicht weiter betrachtet. Erkelenz hatte im Juni 2023 rund 47.000 Einwohner. Fast die Hälfte der Einwohner wohnt in der Kernstadt Erkelenz selbst (22.400 Einwohner, rund 48 %). Größte Ortsteile sind nachfolgend Gerderath im Westen der Stadt (etwa 5.250 Einwohner bzw. etwas über 11 %) und Lövenich (rund 4.100 Einwohner bzw. knapp 9 %). Die übrige Bevölkerung verteilt sich auf 46 Ortsteile mit zwischen 850 Einwohnern (Immerath) und 2.500 Einwohner (Kückhoven).

Durch die Verknüpfung der Nutzungsarten der Flurstücke mit der Einwohnerzahl in den Bezirken lässt sich die Einwohnerdichte ermitteln. Dabei werden die Nutzungsarten Wohnbauflächen insgesamt und die Flächen gemischter Nutzung zur Hälfte angerechnet⁹ (siehe Tabelle 3).

Im Schnitt bewohnen 51,6 Einwohner einen Hektar bewohnte Fläche. Die vergleichsweise höchste Einwohnerdichte findet sich in der Kernstadt Erkelenz mit 62,5 Einwohner je ha bewohnte Fläche und die geringste im Bezirk Keyenberg mit 31,9 Einwohner je ha bewohnte Fläche. Dieser Bezirk ist allerdings durch die Umsiedlung aufgrund des Braunkohleabbaus betroffen.

Der Anteil von gegen den Klimawandelfolgen sensibler Personengruppen im Alter bis zu neun Jahren (Kinder) sowie 59 bis 69 Jahren (ältere Menschen), 70 bis 79 (betagte Menschen) und 80 Jahre und älter (hochbetagte Menschen) an der Gesamtbevölkerung beträgt rund 42 % und schwankt in den statistischen Bezirken zwischen knapp 36 % in Keyenberg (Sondersituation Umsiedlungsbetroffenheit) und über 44 % (Granterath). (siehe Tabelle 4, Teil 1 und Teil 2)

⁸ Der Kreis Heinsberg baut derzeit ein Sozialraummonitoring für die Städte und Gemeinden im Kreisgebiet auf, das zukünftig auch diese Angaben beinhalten wird. Die räumliche Gliederung des Sozialraummonitorings liegt zwischen der Einteilung des Stadtgebietes in statistische Bezirke und Stadtbezirke und weicht auch teilweise von der Grenzziehung ab.

⁹ Andere Flächenkategorien werden hier nicht berücksichtigt, da nicht festgestellt werden kann, ob sie bewohnt werden oder nicht

Tabelle 3: *Einwohnerdichten in den statistischen Bezirken von Erkelenz*

Quelle: Stadt Erkelenz, Landesvermessung NRW, BKR Aachen

Bezirk	Bewohnte Fläche in m²	Einwohner	Einwohner je ha bewohnte Fläche
Borschemich	-	568	n. B.
Erkelenz	3.582.102	22.406	62,5
Gerderath	1.040.457	5.249	50,4
Golkrath	594.214	2.091	35,2
Granterath	317.462	1.331	41,9
Hetzerath	348.098	1.537	44,2
Holzweiler	370.882	1.413	38,1
Immerath	204.720	852	41,6
Keyenberg	287.488	917	31,9
Kückhoven	474.203	2.506	52,8
Lövenich	907.005	4.092	45,1
Schwanenberg	587.959	2.288	38,9
Venrath	387.408	1.716	44,3
Gesamtergebnis	9.101.997	46.966	51,6

Tabelle 4: *Anzahl und Anteil sensibler Bevölkerungsgruppen an der Gesamtbevölkerung in den statistischen Bezirken*

Quelle: Stadt Erkelenz

Bevölkerung im Alter von ... bis ...						
Bezirk	0-9	10-58	59-69	70-79	80 und älter	Insgesamt
1 Borschemich	62	321	87	60	38	568
2 Erkelenz	1.959	12.937	3.577	2.194	1.739	22.406
3 Gerderath	527	2.977	958	514	273	5.249
4 Golkrath	201	1.205	378	158	149	2.091
5 Granterath	108	740	271	127	85	1.331
6 Hetzerath	139	901	280	135	82	1.537
7 Holzweiler	119	824	270	122	78	1.413
8 Immerath	96	517	99	96	44	852
9 Keyenberg	74	590	144	73	36	917
10 Kückhoven	284	1.415	405	220	182	2.506
11 Lövenich	413	2.350	696	375	258	4.092
12 Schwanenberg	244	1.370	377	181	116	2.288
13 Venrath	138	1.054	280	155	89	1.716
Stadt Erkelenz	4.364	27.201	7.822	4.410	3.169	46.966

Bevölkerung im Alter von ... bis ...						
Bezirk	0-9	10-58	59-69	70-79	80 und älter	Insgesamt
1 Borschemich	10,9%	56,5%	15,3%	10,6%	6,7%	43,5%
2 Erkelenz	8,7%	57,7%	16,0%	9,8%	7,8%	42,3%
3 Gerderath	10,0%	56,7%	18,3%	9,8%	5,2%	43,3%
4 Golkrath	9,6%	57,6%	18,1%	7,6%	7,1%	42,4%

Bevölkerung im Alter von ... bis ...						
Bezirk	0-9	10-58	59-69	70-79	80 und älter	Insgesamt
5 Granterath	8,1%	55,6%	20,4%	9,5%	6,4%	44,4%
6 Hetzerath	9,0%	58,6%	18,2%	8,8%	5,3%	41,4%
7 Holzweiler	8,4%	58,3%	19,1%	8,6%	5,5%	41,7%
8 Immerath	11,3%	60,7%	11,6%	11,3%	5,2%	39,3%
9 Keyenberg	8,1%	64,3%	15,7%	8,0%	3,9%	35,7%
10 Kückhoven	11,3%	56,5%	16,2%	8,8%	7,3%	43,5%
11 Lövenich	10,1%	57,4%	17,0%	9,2%	6,3%	42,6%
12 Schwanenberg	10,7%	59,9%	16,5%	7,9%	5,1%	40,1%
13 Venrath	8,0%	61,4%	16,3%	9,0%	5,2%	38,6%
Stadt Erkelenz	9,3%	57,9%	16,7%	9,4%	6,7%	42,1%

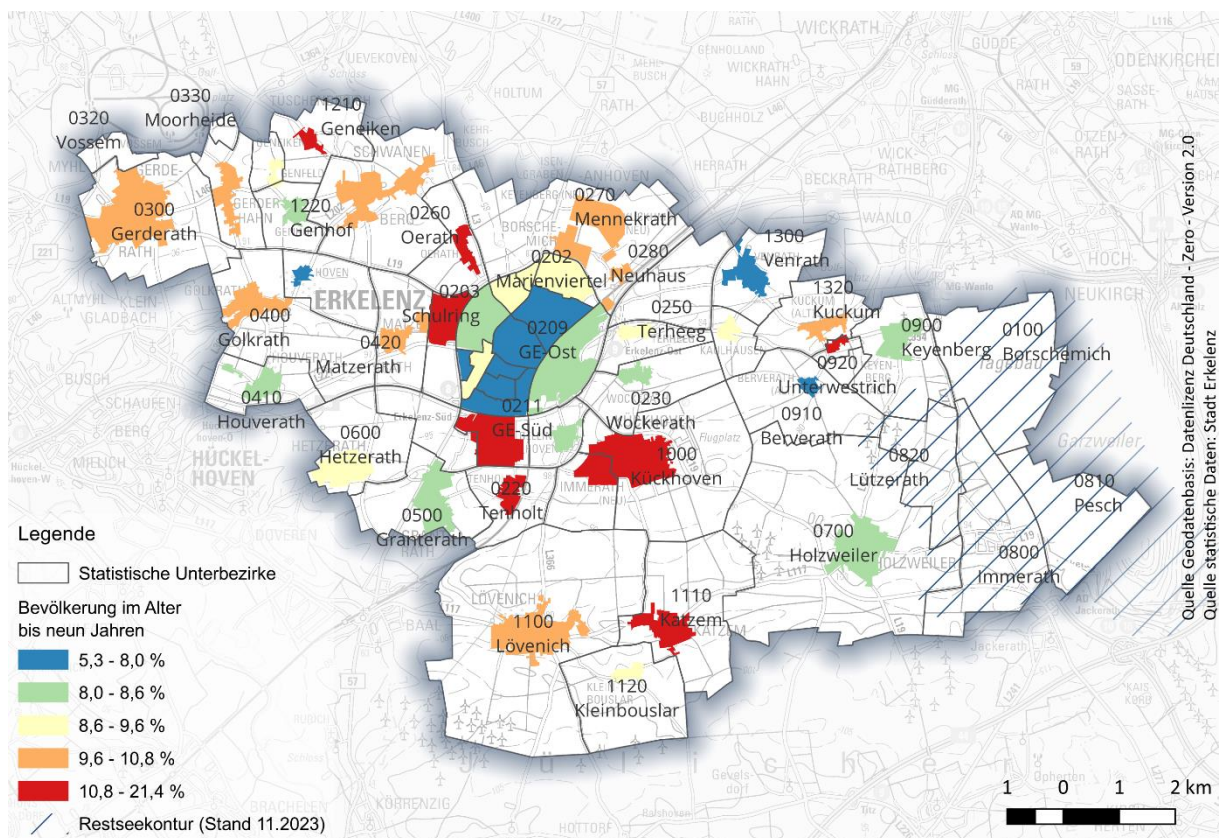


Abbildung 7: Anteil der Kinder im Alter bis neun Jahren an der Gesamtbevölkerung in den statistischen Unterbezirken der Stadt Erkelenz.
BKR auf Basis zitierte Grundlagen.

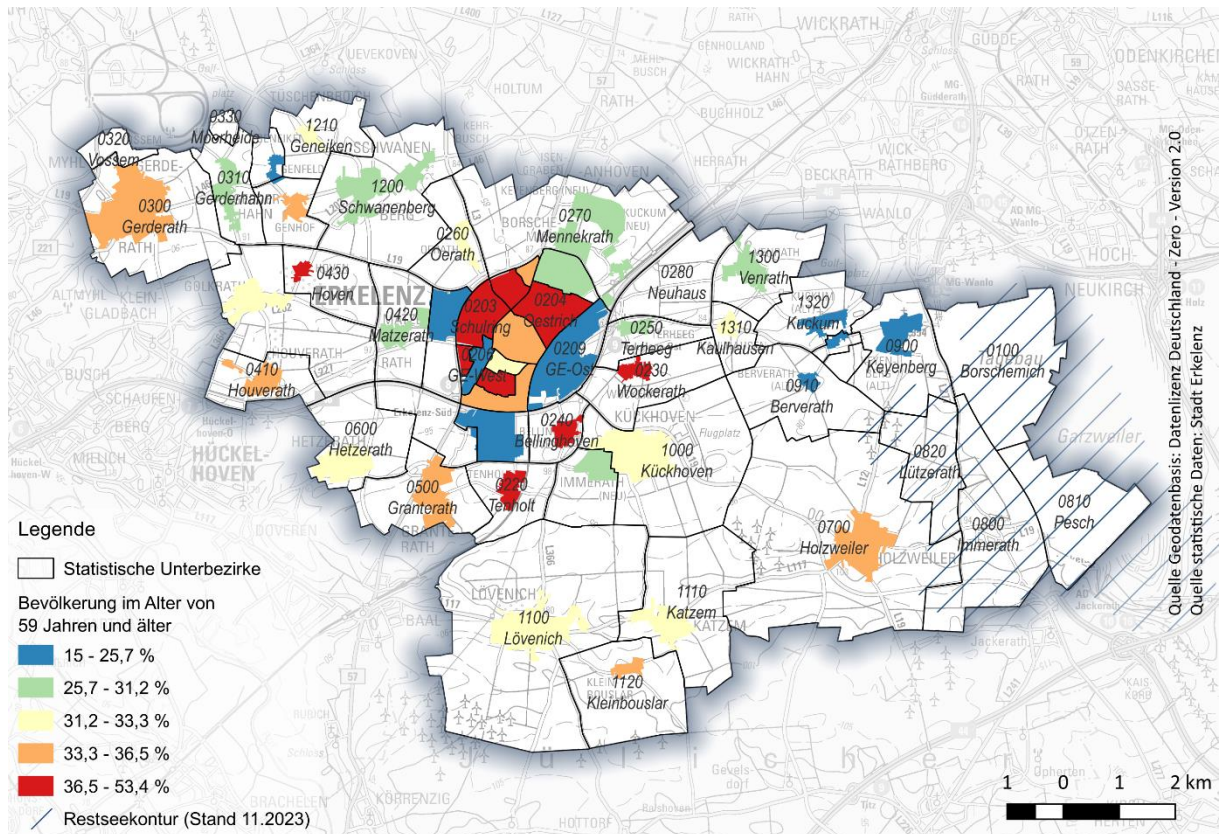


Abbildung 8: Anteil älterer, betagter und hochbetagter Menschen im Alter von 59 Jahren und älter an der Gesamtbevölkerung in den statistischen Unterbezirken der Stadt Erkelenz.
BKR auf Basis zitierter Grundlagen.

Insgesamt leben 2023 4.364 Kinder in der Stadt Erkelenz, was einen Anteil von 8,7 % der Bevölkerung ausmacht. Den vergleichsweise höchsten Anteil an Kinder haben die beiden statistischen Bezirke Immerath und Kückhoven mit jeweils 11,3 % (insgesamt 96 und 284 Kinder), den geringsten Anteil Venrath, Granterath und Keyenberg mit 8 % (insgesamt 138, 108 und 74 Kinder). Die meisten Kinder leben in Erkelenz selbst (1.959 Kinder, 8,7 % der Einwohner).

Rund 15.400 Einwohner der Stadt Erkelenz können in den Kreis der älteren, betagten und hochbetagten Personen gezählt werden (32,8 % der Bevölkerung). Die vergleichsweise älteste Bevölkerung findet sich in Granterath (483 Personen bzw. 36,3% der Einwohnerzahl). Den niedrigsten Anteil an dieser Personengruppe weisen die Bezirke Immerath, Keyenberg und Schwanenberg auf (239 Personen bzw. 28,1%, 253 Personen bzw. 27,6% und 674 Personen bzw. 29,5%). Im statistischen Bezirk Erkelenz leben 7.510 Personen dieser Altersgruppen bzw. 33,5% der Einwohner.

Eine differenzierte Darstellung der Einwohner in diesen Altersgruppen in Verbindung mit den Standorten der altersspezifischen Einrichtungen und Anlagen wie Kindergärten, Grundschulen, Altersheimen und Pflegeeinrichtungen zeigen Abbildung 7 bis Abbildung 9; die Einrichtungen werden in Kapitel 3.2.3 besprochen.

Beschäftigte, Erwerbstätige, Tag- und Nachtbevölkerung

Die Anzahl der Menschen und die Orte, an denen sie sich bewegen und aufhalten, ändern sich in Erkelenz im Tages- und Nachtverlauf. Neben den Arbeitspendlern bewegen sich Kinder, Schüler und Auszubildenden innerhalb der Stadt und über die Stadtgrenze hinaus. Die sich daraus ergebende Tagesbevölkerung ist ebenso wie die Wohnbevölkerung von Hitze wie auch von extremen Niederschlagsereignissen betroffen, insbesondere auch die Menschen, die im Freien arbeiten oder sich aus anderen Gründen dort aufhalten (bspw. Einkauf, Spiel und Sport). All diese Menschen sind von der Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur und des ÖPNV (Busverkehr, Schienenverkehr) abhängig und vertrauen auf die Sicherheit von Arbeits- und Einkaufsstätten, Schulen, Kindereinrichtungen etc. und die Aufenthaltsqualität auf Straßen, Plätzen, Grün-, Spiel- und Sportflächen.

Tagsüber verlassen rund 15.000 Menschen Erkelenz zu ihrem Arbeitsort und rund 11.000 Menschen kommen nach Erkelenz zur Arbeit. Innerhalb der Stadt bewegen sich rund 8.300 Menschen von ihrem Wohn- zum Arbeitsort. Erkelenz hat eine Tagesbevölkerung von rund 40.200 Menschen (Stand Juni 2022; siehe Tabelle 5). Räumlich finden sich die Arbeitsstätten vor allem in der Kernstadt und den angrenzenden großflächigen Gewerbegebieten in Süden und Osten der Stadt. In den übrigen Ortsteilen finden sich demgegenüber wenige Arbeitsstätten. Ein weiteres Zentrum für die Tagesbevölkerung stellt das Schulzentrum westlich der Innenstadt dar.

In der Stadt arbeiten zum 30.6.2023 rund 14.600 sozialversicherungspflichtige Beschäftigte sowie – geschätzt auf Basis der Statistik der Tagesbevölkerung 2020 – nochmals rund 7.000 bis 8.000 weitere Erwerbstätige (siehe Tabelle 6). Sektoral verteilen sich die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten überwiegend auf den Dienstleistungsbereich sowie Handel und Produktion und Produzierendes Gewerbe.

Tabelle 5: Pendler in Erkelenz (Stand Juni 2022)

	Anzahl
Auspendelnde	15.020
Einpendelnde	11.218
Innerörtlich Pendelnde	8.342
Bevölkerung	43.973
Tagesbevölkerung	40.171
Pendelsaldo	-3.802

© IT.NRW, Düsseldorf, 2024. Dieses Werk ist lizenziert unter der Datenlizenz Deutschland - Namensnennung - Version 2.0. | Stand: 04.04.2024 / 13:02:12

Tabelle 6: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Erkelenz nach Wirtschaftsbereichen (4) der WZ 2008

© IT.NRW, Düsseldorf, 2024. Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0. | Stand: 01.02.2024 / 14:40:51

Anzahl	Wirtschaftsbereiche der WZ 2008			
	A Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	B-F Produzierendes Gewerbe	G-I Handel, Gastgewerbe, Verkehr	J-U Sonstige Dienstleistungen
14.652	123	3.910	3.589	7.024

3.2.3 Soziale Infrastrukturen

Einrichtungen für Kinder, ältere, betagte und hochbetagte Menschen sowie für die Krankenversorgung sind aufgrund ihrer Nutzer gegenüber den Klimawandelfolgen besonders sensibel einzustufen (siehe auch Kapitel 3.2.2). Als besonders sensibel werden insoweit Krankenhäuser, Alten- und Pflegeeinrichtungen, Kindergärten, Grundschulen, Spielplätze und Bolzplätze eingestuft. In Erkelenz konnten insgesamt 123 derartige Einrichtungen für Kinder und Jugendliche und alte Menschen sowie für kranke Menschen ermittelt werden (siehe Anhang 1 und Abbildung 9):

- 1 Krankenhaus inkl. Hospiz und 1 allgemeinspsychiatrische Tagesklinik
- 19 Einrichtungen für alte Menschen – Alten- und Pflegeeinrichtungen
- 26 Kindergärten
- 8 Grundschulen
- 52 Spielplätze
- 16 Bolzplätze (teilweise in räumlicher Verbindung mit Spielplätzen)

Kindergärten und Grundschulen sowie Spielplätze und Bolzplätze verteilen sich entsprechend der Bevölkerungsanzahl und -struktur im Stadtgebiet auf die Ortsteile. Insoweit finden sich die meisten Einrichtungen im Stadtzentrum; die Bolzplätze finden sich dabei vor allem an den Siedlungsrändern. Mit wenigen Ausnahmen konzentrieren sich die Alten- und Pflegeeinrichtungen auf den Ortsteil Erkelenz. Die beiden Krankenhäuser befinden sich ebenfalls im Stadtzentrum.

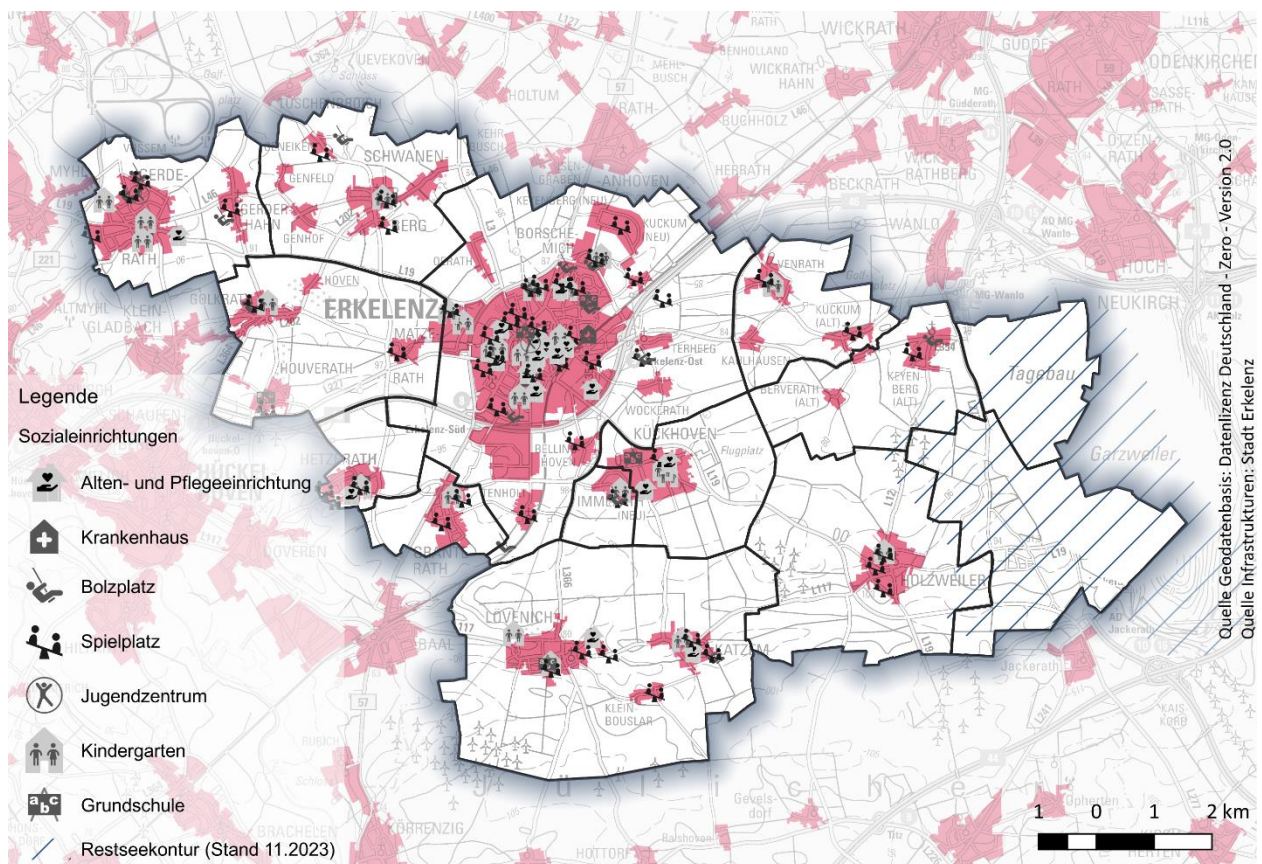


Abbildung 9: Standorte von sozialen Infrastrukturen für Kinder und Jugendliche sowie alte Menschen im Stadtgebiet von Erkelenz.

Quelle: Wie angegeben.

3.2.4 Mobilität / Verkehr

Mobilität ist heute wichtige Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit einer Stadtgesellschaft. Bei wetterbedingten Extremereignissen ist die Mobilität der Rettungskräfte von besonderer Bedeutung, um Schäden für Menschen und Sachgüter abwehren zu können.

Die städtische Mobilität basiert auf dem System des öffentlichen Personennahverkehrs (Zug, Bus) und des privaten Verkehrs (Fußgänger, Radverkehr, privat und gewerblich genutzte Pkw und Lkw). Die Mobilität wird über die verkehrlichen Infrastrukturen abgewickelt, die aus Gehwegen, Radwegen, Schienen, Fahrbahnen, Parkplätzen und andere Parkieranlagen, zwei Busbahnhöfen und einem Bahnhof bestehen und durch Lichtsignalanlagen gesteuert werden. Tankstellen und Elektro-Ladestationen versorgen die Verkehrsträger mit Energie.

Der Anteil klimafreundlicher Verkehrsträger soll in Zukunft deutlich steigen, um die Ziele zum Klimaschutz in Erkelenz erreichen zu können. Dies soll durch die Verlagerung der Verkehre auf den sogenannten Umweltverbund (Fuß- und Radverkehr, ÖPNV) sowie Ersatz kohlenstoffbasierter Kraftstoffe insbesondere auf Elektrizität erfolgen. Damit verbunden ist die Anpassung der verkehrlichen Infrastrukturen, bspw. durch Ausbau der Ladeinfrastrukturen und Umbau der Straßenräume.

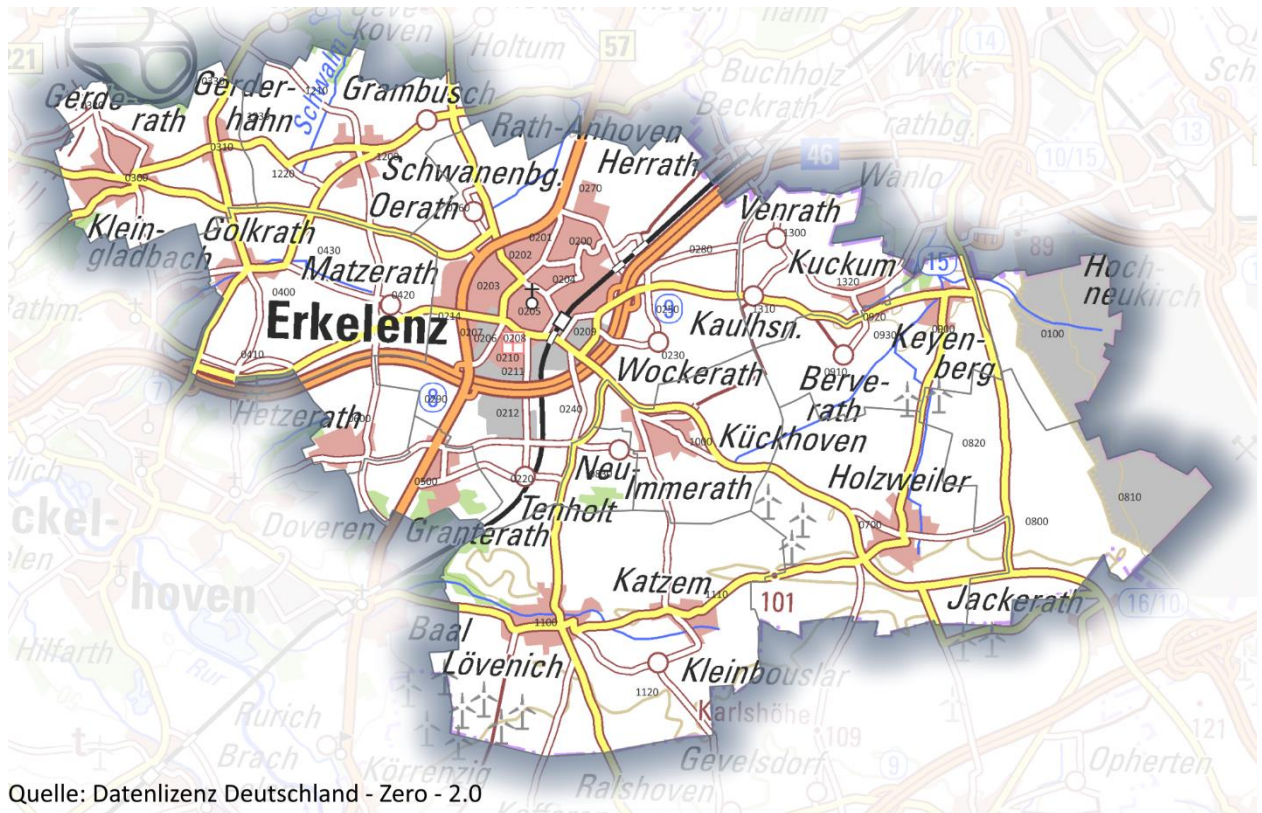
Extreme Wetterereignisse, insbesondere extremer Starkregen, kann durch Überflutungen und Erdablagerung die Mobilität stark einschränken und die Verkehrsteilnehmenden in Gefahrensituationen bringen. Auch können Einsatzkräfte der Feuerwehren in ihrer Arbeit beeinträchtigt werden, wenn bestimmte Straßen nicht mehr passierbar sind.

Auch Hitzeereignisse können zu Beeinträchtigungen der Mobilität führen. Fußgänger und Radfahrer sind der Hitze und Sonneneinstrahlung unmittelbar ausgesetzt, was mit körperlichen Belastungen verbunden ist. Nutzer der Busse müssen teilweise in der Sonne warten und Busfahrzeuge können sich stark aufheizen, soweit die Klimatisierung nicht auf extreme Hitze ausgelegt ist; dies betrifft insbesondere auch abgestellt Fahrzeuge an Endhaltestellen, sofern kein Schatten vorhanden ist.

Straßenverkehr

Erkelenz wird durch die übergeordneten Verkehrswege der Bundesautobahn 46 Heinsberg – Düsseldorf (Anschlussstellen Erkelenz-Ost (Terheeg) und Erkelenz-Süd (Granterath) sowie der Bundesstraße 57 erschlossen. Östlich des Stadtgebietes führt die Bundesautobahn 44 Aachen – Düsseldorf vorbei; die Bundesautobahn 61 Venlo – Koblenz wurde für den Tagebau durchschnitten. Die gemeinsame Anschlussstelle für die beiden letztgenannten Autobahnen befindet sich in Jackerath am gleichnamigen Autobahndreieck. Das Stadtgebiet ist darüber hinaus in der Fläche durch ein dichtes Netz an Landes-, Kreis- und Ortsstraßen erschlossen. (siehe Abbildung 10)

In der Innenstadt gibt neben Parkplätzen im Straßenraum einen zentrumsnahen Großraumparkplatz (Dr.-Josef-Hahn-Platz) und verschiedene Parkhäuser (bspw. Bahnhof, Stadtpassage, Aachener Straße), deren Belegung durch ein modernes elektronisches Parkleitsystem gesteuert wird.



*Abbildung 10: Verkehrliche Erschließung von Erkelenz.
BKR auf Basis zitierter Grundlagen.*

Öffentlicher Personenverkehr

In Erkelenz befindet sich ein Bahnhof an der Eisenbahnstrecke Aachen – Mönchen-Gladbach – Neuss – Düsseldorf. Die Stadt wird durch RE 1, RE 4 und die RB-Linie 33 im Stunden-Takt angefahren. Die ICE-Linien 1544 und 757 halten zu festgelegten Jahresabschnitten je einmal täglich in Erkelenz.

Zwölf Bus- und Schnellbuslinien sowie eine Rufbuslinie verbinden die Ortsteile untereinander sowie mit der Kernstadt und den umliegenden Kommunen sowie dem Kreissitz Heinsberg. (siehe Abbildung 11 und Anhang 2).

In den zentralen Omnibusbahnhöfen (ZOB-Bahnhof, ZOB Krefelder Straße) treffen sich die Linien und es bestehen Umsteigemöglichkeiten. Der ZOB am Bahnhof dient dabei als wichtigster Busbahnhof; er wird auch von Schnellbussen angefahren und es gibt Umsteigemöglichkeiten zur DB. Der ZOB an der Krefelder Straße ist wichtige Haltestelle für das Erkelenzer Schulzentrum.

Radverkehr

Erkelenz ist an das Radwegenetz von Nordrhein-Westfalen angeschlossen und im Radwegenetz des Kreises Heinsberg im Knotenpunktsystem eingebunden. Die Stadt ist Mitglied der „Arbeitsgemeinschaft fahrradfreundliche Städte, Gemeinden und Kreise in Nordrhein-Westfalen e. V.“ und darf damit offiziell den Titel „Fahrradfreundliche Stadt in NRW“ tragen.

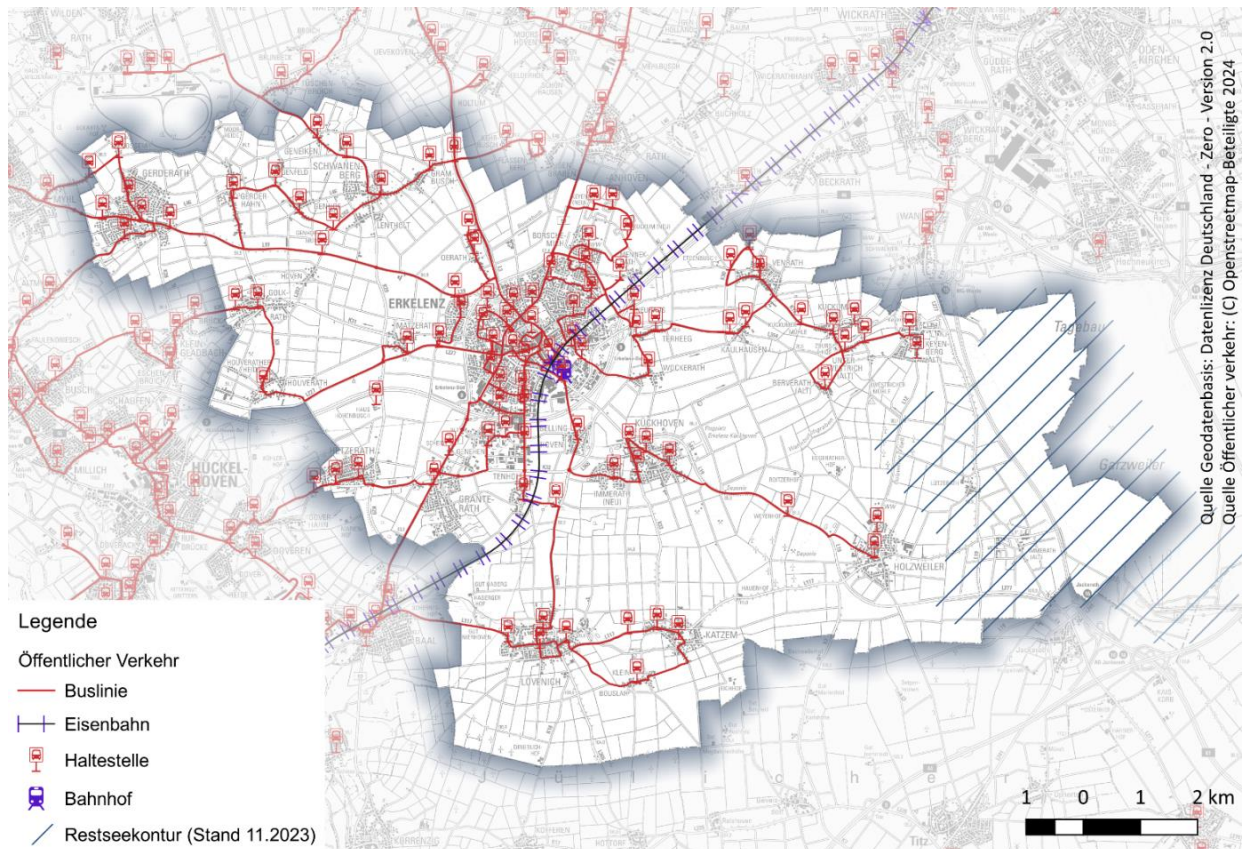


Abbildung 11: Das Busnetz in Erkelenz.
BKR auf Basis zittierter Grundlagen.

Im Zuge der Klimaschutzaktivitäten der Stadt Erkelenz wurde ein Radwegekonzept erstellt, das neben den vorhandenen Radwegen umfangreiche Ausbau- und Neuplanungen innerhalb der Ortsteile und zur Verbindung der Ortsteile untereinander vorsieht (IGS Ingenieurgesellschaft mbH & Stadt Erkelenz 2022). Dieses Konzept befindet sich in der Umsetzung. Im Rahmen der Ausführungsplanung sollten die potenziellen Risiken aufgrund von Hitze, Sonneneinstrahlung und Überflutungen durch extremen Starkregen berücksichtigt werden.

3.2.5 Kritische Infrastrukturen (Kritis)

Bestimmte Infrastruktureinrichtungen sind für die Funktionsfähigkeit der städtischen Systeme von besonderer Wichtigkeit. Im Falle von extremen Starkregenereignissen können sie durch Überflutung ge- oder sogar zerstört werden und sollten insofern bei Vorlage entsprechender Gefahrenpotenziale davor geschützt werden. Im ALKIS findet sich eine Reihe von Gebäudekategorien, die derartige Infrastruktureinrichtungen kennzeichnen, bspw.:

- Tankstelle, Gebäude zur Wasserversorgung, Wasserwerk, Pumpstation, Gebäude zur Elektrizitätsversorgung, Gebäude zur Elektrizitätsversorgung, Elektrizitätswerk, Umspannwerk, Umformer, Gebäude für Fernmeldewesen, Gebäude an unterirdischen Leitungen, Heizwerk, Pumpwerk (nicht für Wasserversorgung), Gebäude zur Entsorgung, Gebäude zur Abwasserbeseitigung, Gebäude der Kläranlage, Gebäude der Kläranlage, Gebäude zur Abfallbehandlung, Gebäude der Abfalldeponie, Gebäude für Gesundheitswesen, Krankenhaus, Gebäude für Sicherheit und Ordnung, Polizei, Feuerwehr.
- Bahnhof, Busbahnhöfe, Endhaltestellen der Linienbusse im Stadtgebiet.

- Unterführungen und Rettungswege.

Die einzelnen Standorte werden im Rahmen des kommunalen Starkregenrisikomanagements überprüft und in Zusammenarbeit und Abstimmung mit den Betreibern und Trägern geeignete Maßnahmen zum Schutz der Infrastrukturen vorgeschlagen. (Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH & Stadt Erkelenz 2023b)

3.2.6 Grün- und Freiflächen

Grün- und Freiflächen bergen einerseits das Potenzial die negativen Folgen des globalen Klimawandels lokal abzufedern (etwa durch Verschattung, Verdunstungskühle) sowie den Klimaschutz zu fördern (durch Bindung von Kohlenstoff), andererseits sind sie selbst anfällig gegenüber diesen Folgen (etwa mangelnde Vitalität als Folge von Dürre- und Hitzeperioden, Sturmwurfgefahr). Sie sind also sowohl mit Blick auf ihre Förderung der lokalen Widerstandskraft (Resilienz) als auch auf ihre Anfälligkeit gegenüber dem Klimawandel relevant für die Risikoanalyse.

Als insgesamt ländlich geprägte Kommune nehmen Freiflächen den größten Anteil der Kommune in Anspruch (70 %). Diese Flächen sind ackerbaulich dominiert, nur wenige, überwiegend lineare Gehölze strukturieren die flache Börde. Neben den allgemeinen Freiraumflächen bilden die Betriebsflächen des Braunkohletagebaus Garzweiler II einen wichtigen Aspekt am Erscheinungsbild der Landschaftsstruktur im Osten der Gemeinde. Gewässer bilden, was die Flächenanteile angeht, keinen wesentlichen Aspekt der Landschaftsstruktur im Stadtgebiet aus.

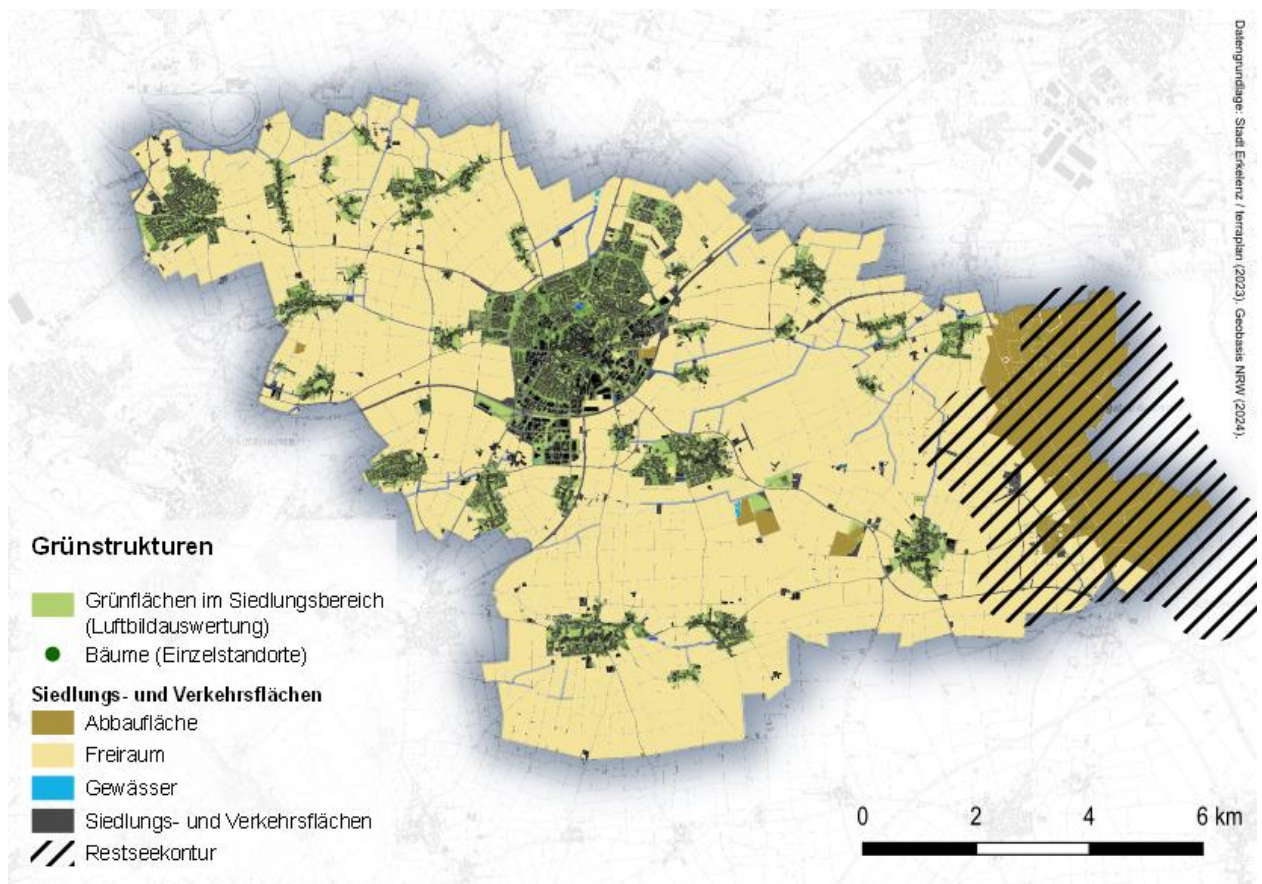


Abbildung 12: Freiraumstruktur der Stadt Erkelenz.
Quelle: BKR auf Basis zitierter Grundlagen.

Die Grünstrukturen des Stadtgebietes werden im Folgenden kurz auf einzelne, ausgewählte Orte bezogen charakterisiert¹⁰:

Ortsteil	Allgemeine Beschreibung	Bedeutsame Grünflächen / -Strukturen
Erkelenz mit Mennekrath, Umsiedlungsort KKOUB, Borschemich (Neu) und Neuhaus.	Insgesamt heterogene Struktur: im Ortskern sehr dicht bebaut, zu den Rändern hin lockerer – im Süden und Südosten mit großen Gewerbeflächen. Dort arm an Grünflächen oder Baumbeständen. Im Norden und Westen teilweise großflächige Grünanlagen und Grünzüge in lockerer Bebauung. Grünzüge umschließen den Ort C-Förmig von Westen her.	Ziegelweiherpark, Grünzüge im Stadtteil Oestrich, Grünzug an der Westpromenade, Alleebaumbestände (etwa Wilhelmstraße). Jüngere Grünflächen noch in Entwicklung (Mühlenfeld). Ausgleichsflächen bei Neuhaus.
Gerderath	Hoher Anteil privater Gartenflächen. Im Ortskern einzelne (teil-)öffentliche Grünflächen sowie Spielflächen von Schul- und KiTa-Standorten. Markant sind die Wald- und Parkbereiche im Süden und Westen.	Baumreihen im Ortskern (bspw. Van-Wiggen-Platz, Alte Römerstraße). Friedhof Gerderath und angrenzende Grünflächen, Kirmesplatz am Gendering, Landschaftspark an der Wolfskaul, Wald um den Floßbach. Sportgelände mit Waldkindergarten.
Lövenich	Hoher Anteil privater und im Ortskern alter Gartenflächen. Tlw. sehr dicht bebaut. Nysterbach fließt tlw. als offener Graben durch den Ortskern und ist von Gehölzen gesäumt. Im Westen Waldflächen.	Nysterbach mit Gehölzbestand. Kirchenvorplatz und Friedhof, Wäldchen am Nysterbach im Westen mit Waldkindergarten und RRB. Gehölze am Meinweg, um den Gasberg und Hölzelenberg.
Venrath	Dicht bebauter Ortskern, die rückwärtigen Gärten tlw. mit umfangreichem Baumbestand. Einzelne Straßenzüge mit Bäumen lückig bestanden.	Baumbestand entlang der Kuckumer Straße und Im Venrath. Kirchenplatz, Friedhof. Junge Obstwiese an der Herrather Straße. Parkartige Gärten und Baumreihen beim Beckrather Feld.
Immerath (Neu)	Bebauung überwiegend locker; Straßen mit Baumreihen bestanden. Markante Grünzüge im Ortskern und entlang der Ortsgrenze. Baumbestand noch jung.	Lunapark im Ortskern, Grünzüge entlang des Ortsrands.
Tenholt	Alte, stellenweise dichte Bebauung im Ortskern. In der Mitte mit Dorfanger mit alten Obstbäumen. Bahntrasse im Osten, dahinter Wannenbusch als letzter Rest eines ehemaligen Waldes.	Dorfanger, private Obstwiesen, Gehölze an der Bahntrasse, Wannenbusch. Baumbestand am Baaler Weg.

¹⁰ Grundlage bildet das städtische Grünflächenkataster (Stadt Erkelenz / terraplan 2023). Ergänzt durch Ortsbefahrungen sowie Google-Street-View.



Abbildung 13: Ausschnitt aus der Freiraumkarte für den Teil nördlich der Erkelenzer Innenstadt.

Quelle: BKR auf Basis zitierter Grundlagen.

Als Ausgangsbasis für die weitere Risikoanalyse wurde die Grünversorgung im Stadtgebiet einmal je Unterbezirk (Abbildung 14) und einmal pro Person für sensible Personengruppen (Abbildung 15) ermittelt¹¹. Naturgemäß zeigt sich, dass insbesondere die kleinen Ortsteile und Weiler eine überdurchschnittliche Grünversorgung besitzen, während die Innenstadt oder größere Ortsteile wie etwa Gerderath oder Kückhoven eher unterdurchschnittlich begrünt sind. Dieses Bild differenziert sich, wenn man die Grünversorgung sensibler Personengruppen betrachtet: Auch hier sind die großen Ortsteile und das Erkelenzer Zentrum deutlich unterdurchschnittlich versorgt, aber auch weitere Ortsteile fallen in diese Kategorie (etwa Lövenich, Hetzerath und Katzem), während im Nordosten des Stadtgebietes (etwa Schwanenberg, Venrath, Keyenberg-Alt) eine überdurchschnittliche Versorgung vorhanden ist.

¹¹ Grundlage sind die hochaufgelösten Luftbildinformationen des Landes NRW, aus denen über den NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) die flächige Ausdehnung von Grünflächen ableitbar ist. Vereinfacht ausgedrückt entspricht der NDVI dem grünen Anteil eines Luftbildes.

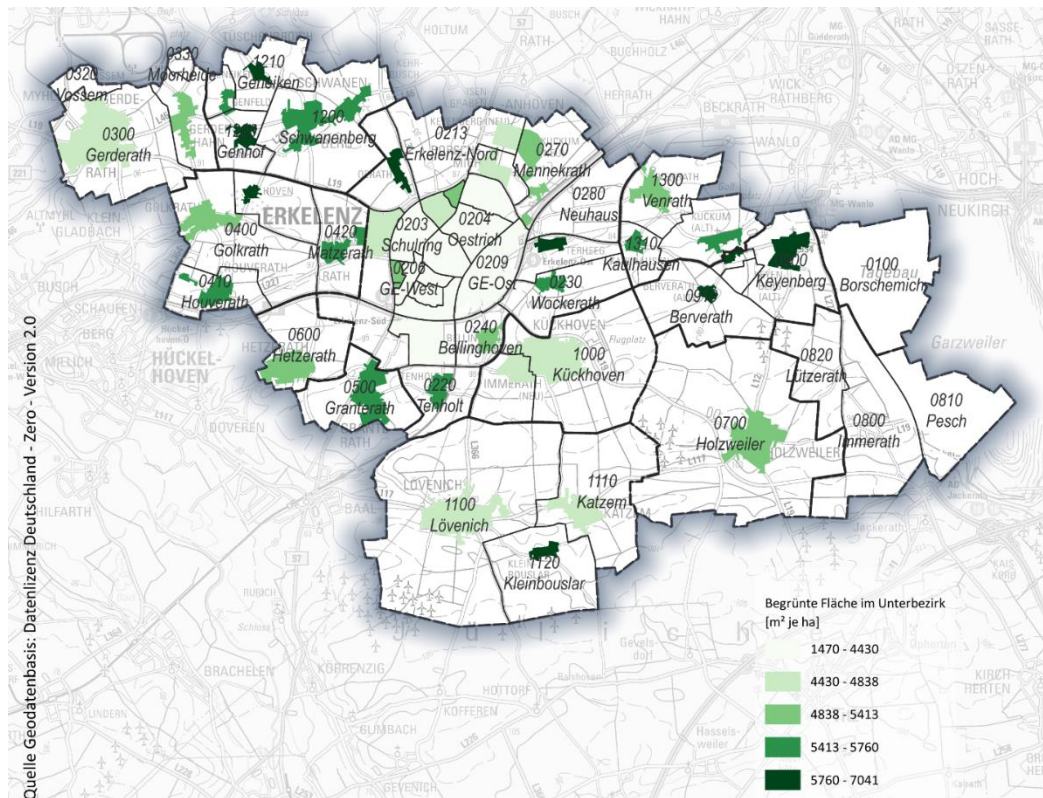


Abbildung 14: Anteil der begrünten Fläche an der Siedlungsfläche im Unterbezirk in m² je ha.
Quelle: BKR auf Basis zitiertter Grundlagen.

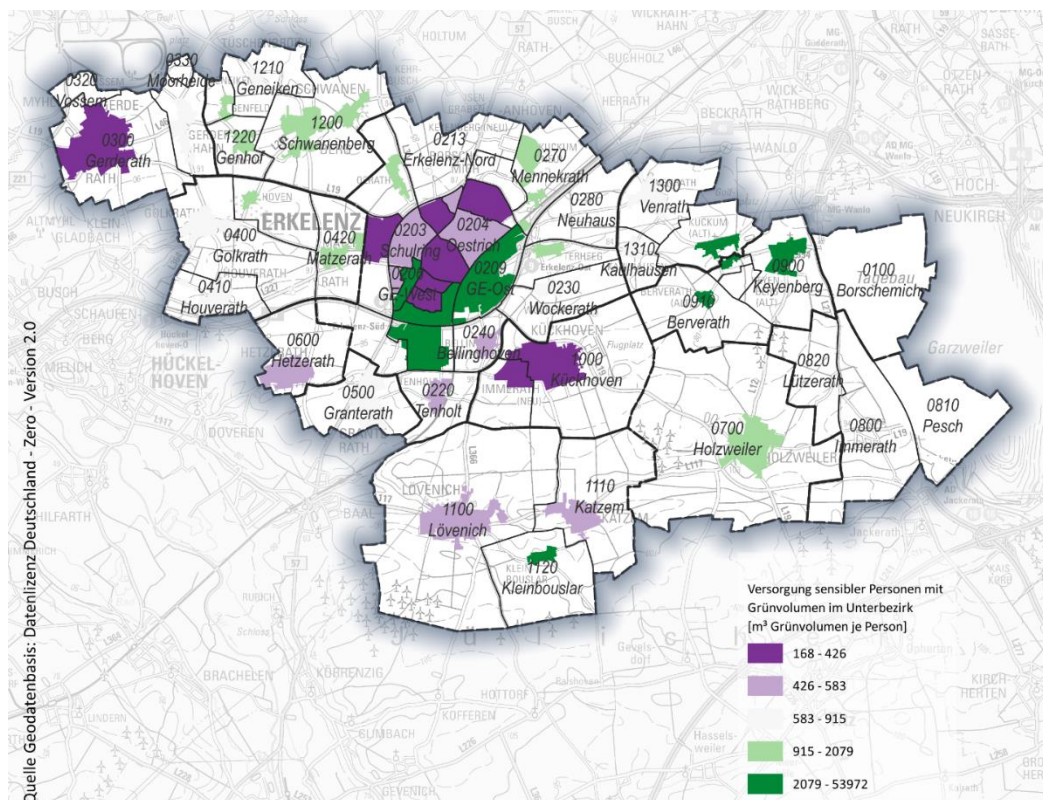


Abbildung 15: Grünversorgung sensibler Personen in m³ je Person.
Quelle: BKR auf Basis zitiertter Grundlagen.

3.3 Tendenzen der städtischen Entwicklung

3.3.1 Demografische Entwicklung

Die zukünftige Bevölkerungsentwicklung von Erkelenz folgt im Allgemeinen den Trends der Bevölkerungsentwicklung in Deutschland, die jedoch voraussichtlich von einigen Besonderheiten aufgrund der Lage im Großraum Düsseldorf – Mönchengladbach – Köln – Aachen beeinflusst werden; dies soll in den folgenden Punkten kurz skizziert und im Hinblick auf die Sensibilität der Bevölkerung gegenüber den Folgen des Klimawandels eingeordnet werden:

- Die mittel- und langfristige Bevölkerungsentwicklung wird strukturell durch den demografischen Wandel geprägt, der zu einer starken Abnahme jüngerer und Zunahme älterer Bevölkerungsteile in Erkelenz führt. Bereits heute überwiegt die Anzahl der Sterbefälle die der Geburten, was zu einer sinkenden lokalen Bevölkerungszahl führt.
- Ausgeglichen wird dieser demografische Strukturwandel durch ein positives Wanderungssaldo im regionalen Maßstab und – mittelbar – im internationalen Maßstab. Die Alterung der Bevölkerung wird durch Zuwanderung jüngerer Bevölkerungsgruppen zwar etwas abgeschwächt, aber nicht aufgehalten: Einerseits nimmt die Anzahl jüngerer wanderungswilliger Menschen ab, andererseits werden auch die Zuwandernden entsprechend des Gesamttrends immer älter.
- Auch wenn sich die Nachfrage nach Wohnraum in selbstgenutztem Eigentum in Einzelbauten (Ein- und Zweifamilienhäuser, Reihenhäuser) und Mehrfamilienhäusern (Eigentumswohnungen) aufgrund der stark ansteigenden Bau- und Immobilienkosten derzeit in den Wohnungsmarkt verschiebt, können die verkehrstechnisch gut angebundenen Städte und Gemeinden in der Region wie Erkelenz weiter mit Zuwanderung rechnen, da die Wohnkosten weiterhin unter denen in den Großstädten liegen. Insoweit wird auch weiterhin mit einer gewissen Wohnbaulandnachfrage zu rechnen sein, die neben den generativen Übernahme-, Anpassungs- und Erneuerungsprozess in den Gebäude- und Wohnungsbeständen tritt.
- Der Restsee im Tagebau Garzweiler stellt zukünftig einen Anziehungspunkt nicht nur für den Tourismus, sondern auch für Wohnungssuchende dar. Neben der lokalen und regionalen Bevölkerung sowie Familien mit Arbeitsplätzen in den Großstädten (deren Anzahl aufgrund des demografischen Wandels abnehmen wird) dürften auch ältere Menschen das Restseeumfeld als attraktiven Wohnort im Ruhestand nachfragen. Derartige Nachfragestrukturen werden jedenfalls bereits im Umfeld des zukünftigen Indener Restsees beobachtet, der früher als der Restsee Garzweiler befüllt wird. Zu erwarten ist insoweit, dass sich die Bevölkerungszahl der Städte und Gemeinden im Umfeld des Restsees Garzweiler gegen den demografischen Trend halten oder sogar noch ansteigen wird.
- Bereits vor dem Wirksamwerden einer Attraktivität des Restsees kann der Prozess zur Wiedergewinnung der erhaltenen Dörfer im nicht mehr in Anspruch genommenen Abbaubereich des Tagebaus Garzweiler als nachhaltige Modellstandorte einen Nachfrageschub auslösen und Einwohner neu nach Erkelenz ziehen.

Die Bevölkerungsvorausberechnung von It.nrw [Düsseldorf 2024] basiert auf einer Fortschreibung der vergangenen und Einberechnung der grundsätzlichen zukünftigen Trends zur Alterung der Bevölkerung und zu den Wanderungsprozessen im regionalen, nationalen und internationalen Maßstab. Die oben skizzierten lokalen bzw. regionalen Trends im Umfeld der Konversionsstandorte des rheinischen Braunkohlentagebaus können quantitativ in dieser Bevölkerungsvorausberechnung nicht einbezogen, sondern an dieser Stelle lediglich qualitativ-argumentativ beschrieben werden:

It.nrw berechnet für die folgenden 25 Jahre eine langsame Bevölkerungsabnahme von derzeit rund 43.200 Einwohnern (mit Erstwohnsitz) in Erkelenz auf 41.200 Einwohner bis 2050 (siehe Tabelle 7). Demgegenüber kann aufgrund der Attraktivitätssteigerung des Wohnstandortes Erkelenz kurz- und mittelfristig durch die nachhaltig-klimagerechte Wiedernutzbarmachung der Dörfer und langfristig die Entwicklung des Restsees Garzweiler mit einer Stabilisierung und leichtem Wachstum gerechnet werden.

In der Bevölkerungsvorausberechnung zeigt It.nrw deutlich den Alterungsprozess der Bevölkerung auf. Diese strukturelle Entwicklung wird allerdings durch die Entwicklung der Bevölkerungszahl kaum geändert. Es kann insoweit mit deutlichen Verschiebungen innerhalb des Altersaufbaus der Bevölkerung von Erkelenz von den jüngeren in die älteren Altersklassen gerechnet werden, wie sie It.nrw aufzeigt (siehe Tabelle 7, Tabelle 8 und Abbildung 16).

Die Anzahl von gegenüber dem Klimawandel besonders empfindlichen Altersgruppen wird sich aufgrund des demografischen Strukturwandels etwas vergrößern, wobei die Anzahl der Kinder und Jugendlichen ab- und die der alten und hochbetagten Menschen zunehmen wird.

Dies wird auch Auswirkungen auf die Infrastrukturen für diese Bevölkerungsgruppen haben, d. h. der (quantitative) Bedarf an Einrichtungen und Anlagen für Kinder und Jugendliche wird abnehmen und der für ältere und (hoch)betagte Menschen zunehmen.

Tabelle 7: *Bevölkerungsvorausberechnung 2021 bis 2050 nach Altersklassen*

Quelle: It.nrw, Datenlizenz Deutschland – Zero – 2.0

Alters- klasse	Einwohner am Stichtag						
	31.12.2022	01.01.2025	01.01.2030	01.01.2035	01.01.2040	01.01.2045	01.01.2050
0-9	4.144	4.169	3.912	3.629	3.444	3.395	3.464
10-58	24.589	23.919	22.967	22.932	22.786	22.483	21.983
59-69	7.264	7.535	7.618	6.389	5.423	5.425	5.796
70-79	4.106	4.392	5.174	5.928	6.183	5.234	4.388
80-89	3.106	3.125	3.224	3.678	4.293	5.139	5.602
Insgesamt	43.209	43.140	42.895	42.556	42.129	41.676	41.233

Tabelle 8: *Bevölkerungsvorausberechnung 2021 bis 2050 nach Anteil der Altersklassen an der Gesamtbevölkerung und Entwicklungsindex*

Eigenen Berechnung auf Basis © IT.NRW, Düsseldorf, 2024. Dieses Werk ist lizenziert unter der Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0.

Alters- klasse	Anteil der Altersklasse an der Gesamtbevölkerung am Stichtag						
	31.12.2022	01.01.2025	01.01.2030	01.01.2035	01.01.2040	01.01.2045	01.01.2050
0-9	9,6%	9,7%	9,1%	8,5%	8,2%	8,1%	8,4%
10-58	56,9%	55,4%	53,5%	53,9%	54,1%	53,9%	53,3%
59-69	16,8%	17,5%	17,8%	15,0%	12,9%	13,0%	14,1%
70-79	9,5%	10,2%	12,1%	13,9%	14,7%	12,6%	10,6%
80-89	7,2%	7,2%	7,5%	8,6%	10,2%	12,3%	13,6%
Index	100,0	99,8	99,3	98,5	97,5	96,5	95,4

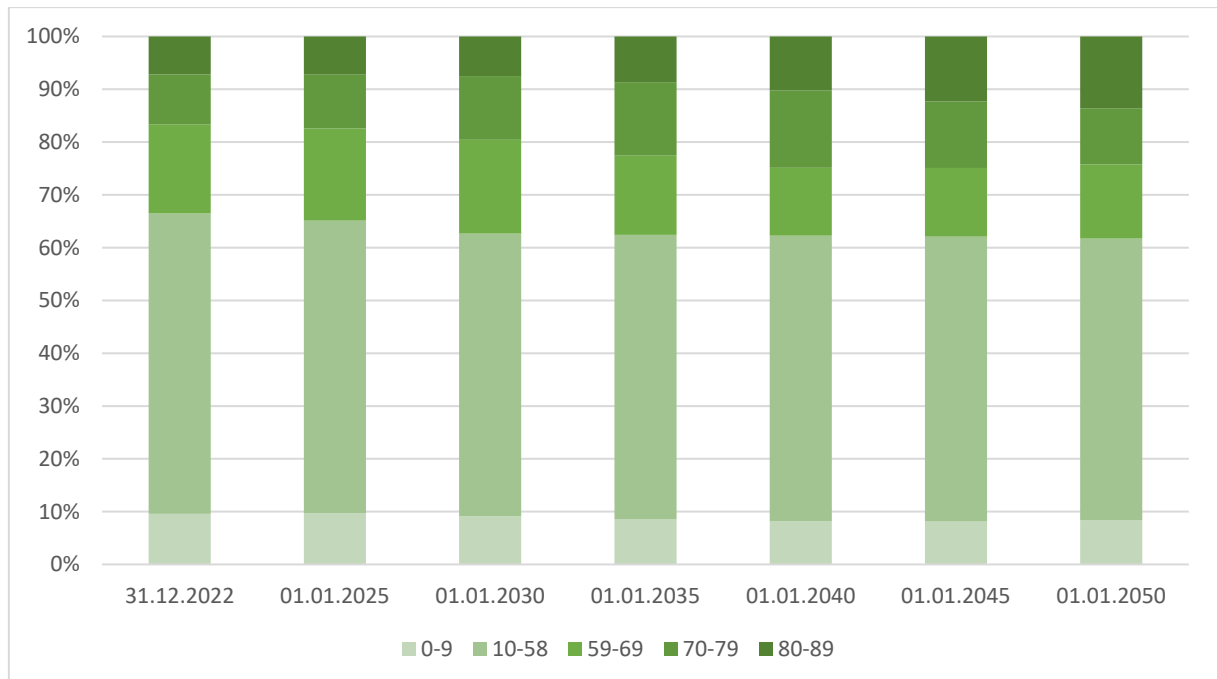


Abbildung 16: *Bevölkerungsvorausberechnung 2021 bis 2050 nach Anteil der Altersklassen an der Gesamtbevölkerung und Entwicklungsindex*

Eigenen Darstellung auf Basis © IT.NRW, Düsseldorf, 2024. Dieses Werk ist lizenziert unter der Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0.

3.3.2 Stadtentwicklung und Bauflächen

Im Flächennutzungsplan der Stadt Erkelenz ist eine Reihe von überwiegend kleineren Bauflächenreserven im Umfeld der einzelnen Ortsteile zur ergänzenden Siedlungsentwicklung und Arrondierung der Ortslagen dargestellt, die noch nicht baulich in Anspruch genommen wurden (siehe Abbildung 17). Nördlich von Erkelenz sind bei Kuckum (neu) 10,5 ha gemischte Bauflächen dargestellt. Zur Erweiterung des Gewerbegebietes Gipco im Süden der Stadt ist eine größere gewerbliche Baufläche mit 31,1 ha bei Commerden dargestellt. Teilweise befinden sich in diesen Bereichen Bebauungsplanungen in Aufstellung oder werden Erschließungsmaßnahmen in Angriff genommen.

Im Entwurf für den Regionalplan Köln sind überdies ein größerer Allgemeiner Siedlungsbereich (ASB) westlich von Erkelenz bei Oerath mit 41,7 ha und ein Gewerbe- und Industriebereich (GIB) mit 29,6 ha östlich von Erkelenz bei Terheeg / Neuhaus festgelegt. Ebenfalls soll der ASB Gerderath Arrondierungen erhalten und Holzweiler neu als ASB festgelegt werden.

3.3.3 Freiraum

Entwicklungsziele der Landschaftsplanung

Für das Stadtgebiet von Erkelenz gilt überwiegend der Landschaftsplan I/1 ‚Erkelenzer Börde‘ vom 09. April 1985 in der Fassung der 1. Änderung vom 06. November 1989. Im Nordwesten des Stadtgebietes um Gerderath gilt der Landschaftsplan III/6 ‚Schwalmplatte‘ vom 01. August 2003 in der Fassung der 1. Änderung vom 29. August 2005. Im Bereich von Granterath, Hetzerath und Houwerath gilt der Landschaftsplan III/8 ‚Baaler Riedelland und obere Rurniederung‘ vom 14. Mai 2016.

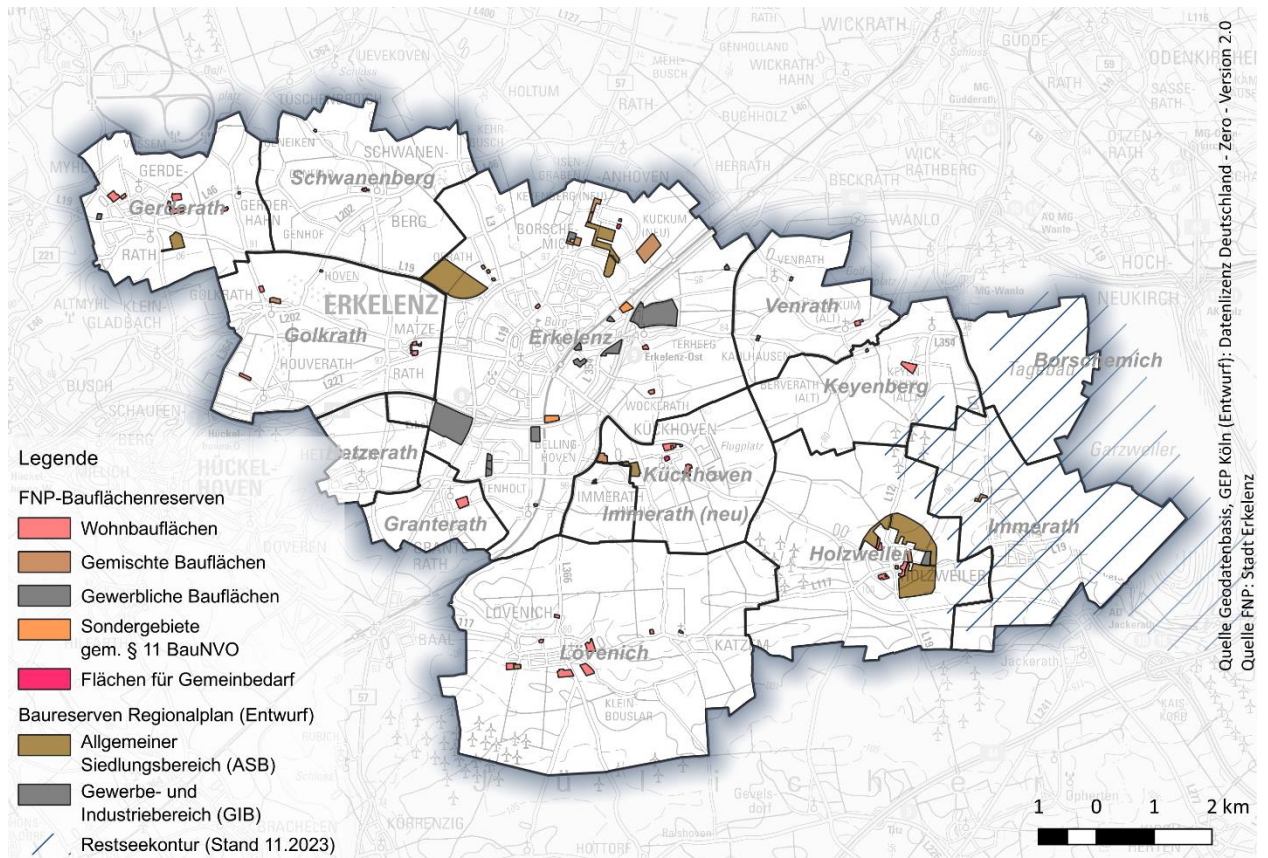


Abbildung 17: Baufächenreserven im Flächennutzungsplan der Stadt Erkelenz und im Regionalplan Köln (Entwurf)
Quelle: Wie angegeben

Der überwiegende Teil des Gemeindegebietes ist mit dem Entwicklungsziel 2 ‚Anreicherung einer im Ganzen erhaltungswürdigen Landschaft mit gliedernden und belebenden Elementen‘ versehen. Weiterhin sind Teile der Gemeinde mit dem Entwicklungsziel 1 ‚Erhaltung einer mit naturnahen Lebensräumen oder sonstigen natürlichen Landschaftselementen reich oder vielfältig ausgestatteten Landschaft‘ versehen. Dies bezieht sich vorrangig auf die im Norden teilweise noch vorhandenen strukturreichen Ortsränder, sowie die reliktförmig vorhandenen Gehölzzüge (Feldgehölze, Waldflächen, Baumreihen) im südwestlichen Teil des Stadtgebiets. Im Norden ist zudem ein kleiner Teilbereich zwischen Schwanenberg, Geneiken und Tüschbroich mit dem Entwicklungsziel 7 ‚Erhaltung von geomorphologisch prägenden Landschaftsteilen und ihre ökologische Aufwertung durch Anreicherung mit naturnahen Lebensräumen und mit gliedernden und belebenden Elementen‘ versehen.

Die festgesetzten Entwicklungsmaßnahmen beziehen sich vorrangig auf die Anlage und Entwicklung streifiger Elemente (Gehölzpflanzungen, Baumreihen entlang von Flurwegen oder Gewässerstrukturen, Wildkrautsäume). Im Bereich der Schwalmquellen ist die Anlage/Erhaltung naturnaher Lebensräume als Entwicklungsziel (5.8-25, LP III/6: Nutzungsextensivierung) festgesetzt. Im Süden bei Kleinbouslar ist die Neuanlage eines Tümpels als Anlage/Erhaltung naturnaher Lebensräume festgesetzt, die bislang jedoch scheinbar nicht umgesetzt wurden (5.8-3, LP I/1). Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass in der ansonsten gehölz- und waldarmen Börde die Anreicherung der Landschaft mit Gehölzen (Baumreihen, Feldgehölze, etc.) sowie der

Erhalt der vorhandenen Gehölze eine hohe Wichtigkeit einnimmt. Dies ist auch in Bezug auf die Klimaanpassung relevant: Gehölzreihen können in flachen Landschaften die Windgeschwindigkeit herabsetzen und reduzieren somit das Risiko von Erosion durch stärkeren Wind in längeren Trockenperioden¹²(äolische Erosion). Durch ihre Verschattung reduzieren sie zumindest kleinräumig auch die Sonneneinstrahlung und verhindern damit ein Aufheizen des Bodens und verzögern die Verdunstung des dort gebundenen Wassers.

Tagebau Garzweiler II – Rekultivierung

In der mittleren Zukunft wird mit der Beendigung der Braunkohlegewinnung spätestens 2030 die Entwicklung im Osten der Stadt Erkelenz durch die Rekultivierung und Neugestaltung der Flächen des Tagebaus Garzweiler II bestimmt. Größere Flächen und fünf Dörfer, die bereits weitgehend leergezogen sind, werden nicht mehr in Anspruch genommen. Anstelle des Tagebaus wird ein Restsee entstehen.

Die zukünftige Entwicklung wird nunmehr durch den Zweckverband LANDFOLGE Garzweiler gestaltet, der im Februar 2024 die Erarbeitung eines Masterplans für den zukünftigen See begonnen hat. Der künftige See wird ab 2035 über eine Rheinwassertransportleitung von Dormagen aus kontrolliert über mehrere Jahrzehnte befüllt. In seiner endgültigen Form wird er rund 2.200 Hektar groß und über 165 Meter tief sein.

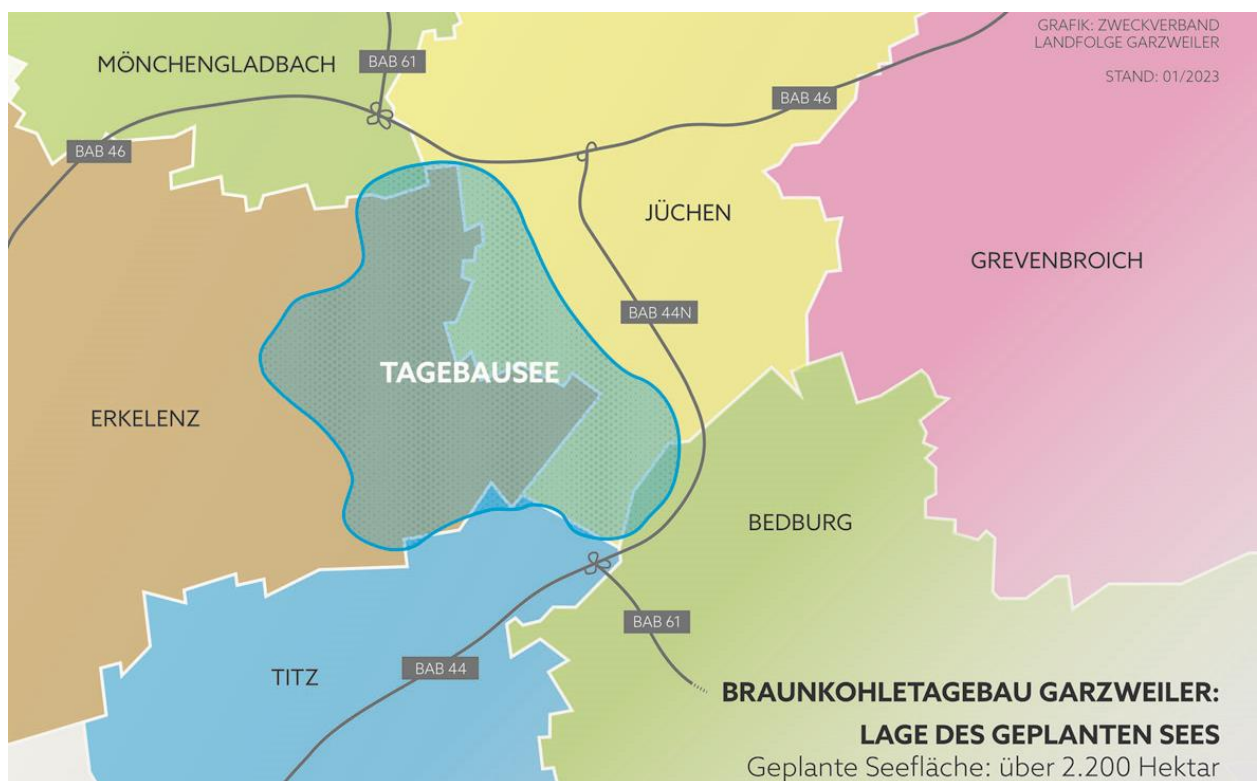


Abbildung 18: Potenzielle Lage des künftigen Restsees Garzweiler

Quelle: Zweckverband LANDFOLGE Garzweiler, <https://landfolge.de/vision/>; zuletzt abgespeichert 21.02.2024

¹² Siehe bspw.: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/bodenerosion-durch-wind.html> [zuletzt abgerufen am 23. August 2023].

Die Landstriche zwischen Holzweiler und Keyenberg bis Wanlo werden in der Nähe des künftigen Seeufers liegen. Die bisherige Planung des Drehbuchs der Stadt Erkelenz, basierend noch auf den älteren Leitentscheiden, die ein auch Abbaggern der Orte Keyenberg, Kuckum, Ober- und Unterwestrich sowie Berverath vorsahen, sah die Vernetzung des Seeufers mit der umliegenden Landschaft durch sogenannte „Grüne Bänder“ vor. Die Konzeption sah vor, dass Grünzüge sich bis an die Erkelenzer Innenstadt annähern. Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels sollen in die Planungen und Umsetzung einbezogen werden, wozu auch diese Untersuchung einen Beitrag liefert.

In der textlichen Darstellung und Begründung zum Braunkohlenplan zum Tagebau Garzweiler II mit Genehmigung vom 31. März 1995 werden cursorisch auch die möglichen klimatischen Folgen eines Restsees auf die Umgebung thematisiert: So wird durch den See bei heißen Wetterlagen eine gegenüber dem Umfeld leicht erhöhte Verdunstungsrate erzielt werden; damit einhergehend sind in den heißen Mittagsstunden labile Luftverhältnisse und in den Dämmerungsstunden eher stabile Luftverhältnisse. Bei klarem Wetter tritt zudem eine erhöhte Nebelbildung zu Tage, inwiefern diese jedoch auf das Seeumfeld ausstrahle, sei von der letztlichen Modellierung und Gestaltung der Ufer abhängig. Über dem See selbst, sei bei vorherrschenden Südwestwinden eine erhöhte Windgeschwindigkeit und daraus folgend ein höherer Wellengang am nordöstlichen Uferbereich möglich. Diese insgesamt recht cursorischen Betrachtungen werden künftig näher beleuchtet werden müssen, wenn die jüngsten Leitentscheidungen zur Fortführung des Tagebaus Garzweiler II bzw. seiner Rekultivierung planerisch umgesetzt werden. Fraglich ist etwa, inwiefern eine erhöhte Verdunstung über dem See auch eine höhere Gewittertendenz in seinen Lee-Lagen bewirken kann.

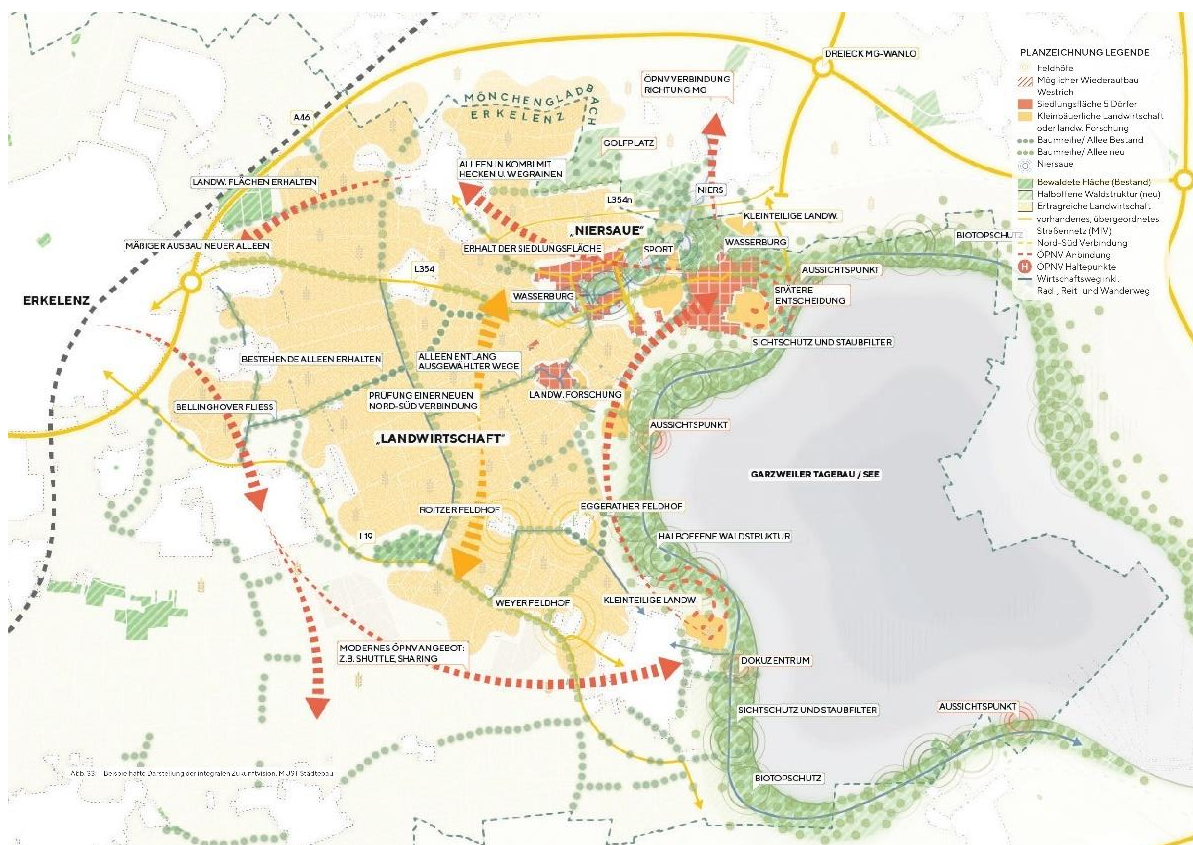


Abbildung 19: Entwicklungsvision für das Restseeumfeld
Quelle: (Stadt Erkelenz & MUST Städtebau GmbH 2023)

3.3.4 Klimaschutz

Erkelenz engagiert sich bereits seit vielen Jahren in den Bereichen Energieeinsparung, Erneuerbare Energien, Nachhaltigkeit und Klimaschutz¹³. Dazu sind seit den 1990er Jahren eine Vielzahl von Maßnahmen eingeleitet worden.

Als strategische Planungsgrundlage für künftige Aktivitäten zum Klimaschutz wurde 2015 ein integriertes Klimaschutzkonzept erstellt. Im Klimaschutzkonzept der Stadt Erkelenz ist beschrieben, wie die Stadt Erkelenz den Energieverbrauch und den Ausstoß von Treibhausgasen auf dem Stadtgebiet reduzieren will. Ziel des Erkelenzer Klimaschutzkonzepts ist die Minderung der CO₂-Emissionen um 19 Prozent bis zum Jahr 2030 gegenüber dem Referenzjahr 2013. Außerdem wurden Ausbauziele bei der Photovoltaik und der Windenergie festgelegt. Zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes wurde eine Stelle für das Klimaschutzmanagement eingerichtet.

In einer einstimmig beschlossenen Selbstverpflichtung für mehr Klimaschutz und Nachhaltigkeit hat sich der Rat der Stadt im September 2019 zu der lokalen Verantwortung bei der Bekämpfung des Klimawandels sowie der Einhaltung des international vereinbarten 1,5 °-Ziels bekannt und die Eindämmung des Klimawandels als Aufgabe höchster Priorität erklärt.

Das Leitbild der Stadt Erkelenz für den Klimaschutz beschreibt die Ziele und Handlungsfelder auf dem Weg zur Klimaneutralität. Das Leitbild umfasst sowohl die Ziele für die Stadtverwaltung als auch für das gesamte Stadtgebiet.

Der Rat der Stadt Erkelenz hat mit Beschluss vom 14. Dezember 2022 die Verwaltung beauftragt, zukünftig die Beschlussvorlagen des Rates und der Ausschüsse mit einem sogenannten Klima-Check auf ihre Klimarelevanz hin zu prüfen und die Ergebnisse in den Beschlussvorlagen zu dokumentieren. Der Klima-Check wurde Mitte 2023 eingeführt. Der Klima-Check erleichtert die Beratung der Beschlussvorlagen hinsichtlich der Klimaauswirkungen und unterstützt somit die Umsetzung der Klimaschutzziele.

Die Stadt Erkelenz nimmt seit Mitte 2012 an dem internationalen Qualitätsmanagement- und Zertifizierungsverfahren für Kommunen, den European Energy Award® (EEA), teil¹⁴. Nach vierjähriger Vorbereitungszeit wurde Erkelenz 2016 als Europäische Energie- und Klimaschutzkommune zertifiziert und ist damit die erste und bisher einzige Kommune im Landkreis Heinsberg, die als EEA-Kommune ausgezeichnet wurde. Im Jahr 2020 wurde die Stadt erneut zertifiziert und konnte ihr Ergebnis verbessern

¹³ <https://www.erkelenz.de/wirtschaft-klima-stadtentwicklung/staedtischer-klimaschutz/> [zuletzt abgerufen im März 2024].

¹⁴ Mit dem EEA-Prozess werden die Klimaschutzaktivitäten von Kommunen kontinuierlich erfasst, weiterentwickelt, bewertet und die Fortschritte regelmäßig überprüft. Um die Umsetzung kümmert sich ein ämterübergreifendes Energieteam in der Stadtverwaltung.

4. Erkelenz im Klimawandel

Im Folgenden werden zunächst die heutigen klimatischen Rahmenbedingungen im Erkelenzer Stadtgebiet aufgearbeitet. Darüber hinaus erfolgt eine Beschreibung bisheriger Erfahrungen mit den Folgen des Klimawandels. Abschließend werden die voraussichtlichen künftigen Folgen des Klimawandels im Allgemeinen sowie im Speziellen für die Stadt Erkelenz beschrieben.

Die weitere Entwicklung der Treibhausgasemissionen bildet dabei die wesentliche Ausgangsbasis für die Modelle zur Berechnung der zukünftigen Klimabedingungen. Seit dem fünften Sachstandsbericht des Weltklimarates werden **repräsentative Konzentrationspfade (RCP)** verwendet, um die künftige Entwicklung des durch den Treibhausgasausstoß verursachten Strahlungsantriebs¹⁵ zu beschreiben. Dabei gibt es mehrere Konzentrationspfade; beispielsweise Szenarien mit deutlich verstärkten Klimaschutzbemühungen (bspw. RCP 2.6, dem notwendigen Szenario zum Einhalten des 2°C Ziels), Szenarien mit einem knappen Verfehlen der Pariser Klimakonvention (RCP 4.5) sowie im extremen Fall solche die Politik mit deutlichem Forcieren klimaschädlicher Praktiken entsprechen (RCP 8.5). Derzeit bildet das extreme RCP 8.5 Szenario die bisherigen CO₂ Emissionspfade am besten ab und sagt auch zumindest kurz- und mittelfristig mit hoher Wahrscheinlichkeit zuverlässig Emissionsniveaus voraus (Schwalm et al. 2020). **Daher wird im Folgenden – auch im Sinne einer Worst-Case Betrachtung – auf diese Werte abgestellt.**

4.1 Stadtklima heute

Im Klimaatlas NRW (LANUV NRW 2024) sind für Erkelenz hochaufgelöste Klimadaten, sowohl in Form von Messreihen als auch lokalklimatische Daten (Klimatope, Kaltluftproduktion, Hitzebelastung, und weitere) verfügbar. Die im Folgenden diskutierten langjährigen Mittelwerte werden über Zeiträume von je 30 Jahren aggregiert, die sogenannten Klimanormalperioden. Der aktuell betrachtete Zeitraum ist dabei die Periode von 1991-2020. Die für Erkelenz markanten Parameter sind in Tabelle 10 nachgehalten.

4.1.1 Temperatur und Bioklima

Nach der effektiven Klimaklassifikation von Köppen & Geiger (Peel et al. 2007) liegt Erkelenz im Bereich der gemäßigten ozeanischen Klimate (Cfb). Dies bedeutet, dass die Temperatur der wärmsten vier Monate im Mittel über 10 °C liegen, der wärmste Monatsmittelwert aber kühler ist als 22 °C. Zugleich liegt der kälteste Monat über 0 °C Durchschnittstemperatur.

Für den Zeitraum 1991-2020 beträgt die Jahresmitteltemperatur in Erkelenz 10,8 °C (Tabelle 10). Selbst in den Wintermonaten sinkt diese nicht unter 3,6 °C. Wärmster Monat ist der Juli mit 19 °C im langjährigen Mittel; kältester der Januar mit 3,3 °C. Die Vegetationszeit¹⁶ betrug im Zeitraum von 1971-2000 noch durchschnittlich 184 Tage/ Jahr; im Zeitraum von 1981-2010 betrug die Vegetationsperiode schon 193 Tage pro Jahr (für den Zeitraum 1991-2020 sind keine Daten verfügbar).

Die thermischen Eigenschaften einer Fläche lassen sich als sogenannte „Klimatope“ charakterisieren, also Gebiete mit einheitlichen klimatischen Eigenschaften. Als ländliche Kommune ist Erkelenz größtenteils von Ackerflächen geprägt. Folglich stellt sich der überwiegende Anteil des Stadtgebiets als sogenannte „Freilandklimatope“ dar (Abbildung 20): Hier kühlen in klaren

¹⁵ Grob formuliert ist der Strahlungsantrieb ein Maß für die Energiebilanz der Erde; ausgedrückt in W/m².

¹⁶ Anzahl der Tage pro Jahr mit einer Tagesmitteltemperatur von mehr als 10 °C.

Strahlungsnächten durch Abstrahlung der Oberflächen die bodennahen Luftschichten aus. Diese Luftmassen fließen dann wie ein Wasserstrom dem Gelände folgend ab und können zur Kühlung überwärmter Siedlungsbereiche beitragen. Denn in diesen kann durch die engen Gebäudeschluchten und die technogene Oberflächenstruktur nur wenig Wärmeabstrahlung in die freie Atmosphäre stattfinden; es kommt zur Ausbildung sogenannter urbaner Wärmeinseln. Durch die geringe nächtliche Abkühlung können hier keine gesunden Nachtschlafbedingungen erreicht werden.

In Erkelenz sind die nächtlichen Wärmebelastungen nach Auswertung des Klimaatlas NRW nicht sehr stark ausgeprägt (Abbildung 21). Nur in wenigen Lagen (etwa Ortszentrum von Erkelenz, nachgelagert in Gerderath, Lövenich oder Holzweiler) kommt es zu belastenden Bedingungen. In den Dörfern werden diese effektiv durch die mächtigen Kaltluftströme der angrenzenden Ackerflächen abgemildert. Lediglich Erkelenz selbst ist hier in einer Sonderposition: Da die Stadt (vergleichsweise unüblich) auf einer Kuppe liegt, ist hier keine nächtliche Abkühlung durch umliegende Flächen möglich.

Die im Nachtzeitraum vergleichsweise günstigen thermischen Bedingungen werden im Tageszeitraum jedoch umgekehrt (Abbildung 22). Viele besiedelte Bereiche des Stadtgebiets stellen sich als deutlich überhitzt dar. Während in der Nacht nur die Innenstadtbereiche, und hier vor allem Erkelenz selbst, betroffen ist, so sind im Tageszeitraum alle Stadtteile gleichermaßen und teilweise vor allem entlang der Ortsränder stark betroffen: die physisch-äquivalente Temperatur (PET; „gefühlte Temperatur“) beträgt hier dann mehr als 41 °C. Insbesondere für vulnerable Bevölkerungsgruppen stellen diese Bedingungen ein hohes Gesundheitsrisiko dar (siehe Abschnitt 5).

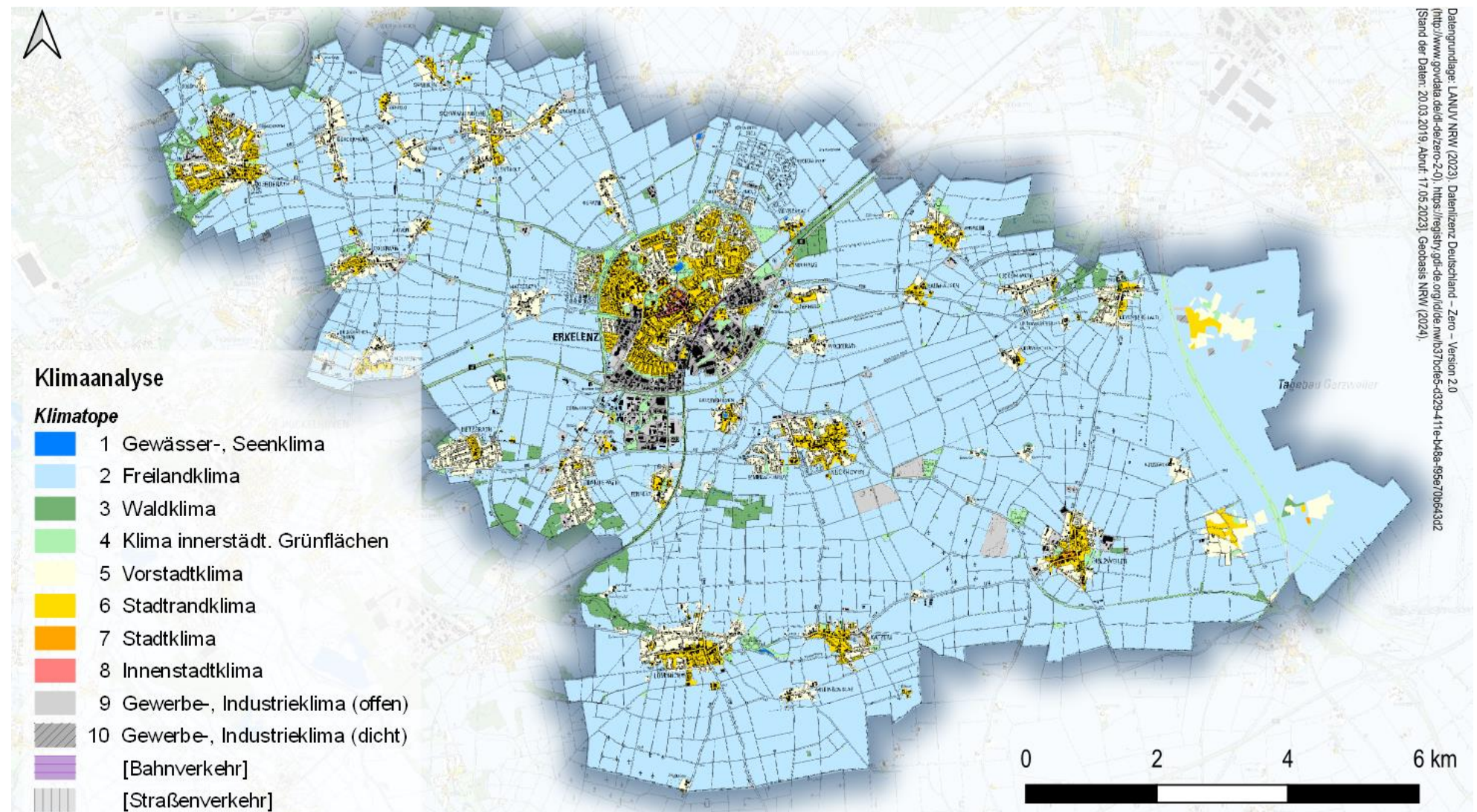


Abbildung 20: Klimatopkarte für die Stadt Erkelenz
 Datenquelle: LANUV 2023.

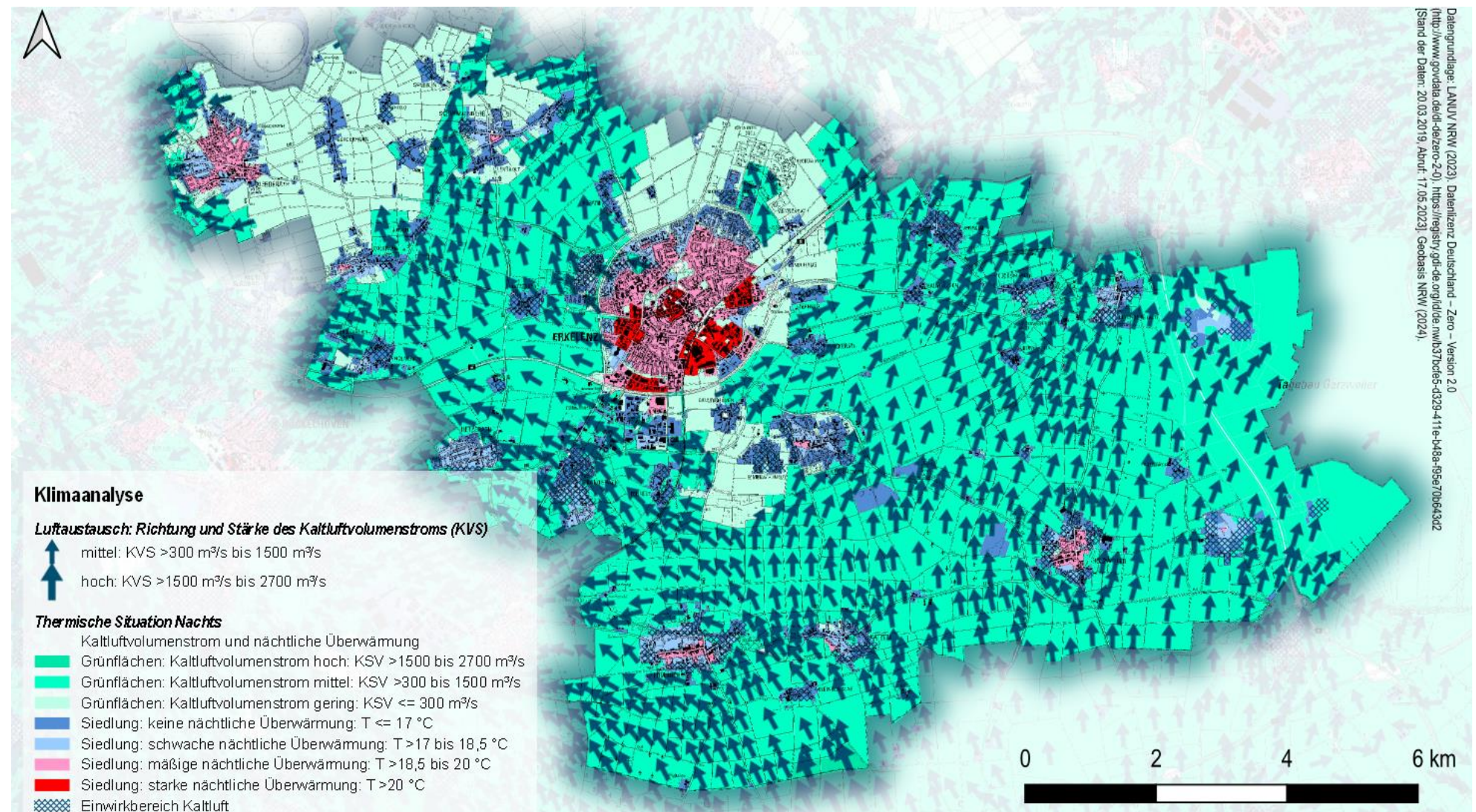


Abbildung 21: Nächtliche thermische Situation der Stadt Erkelenz
 Datenquelle: LANUV 2023.

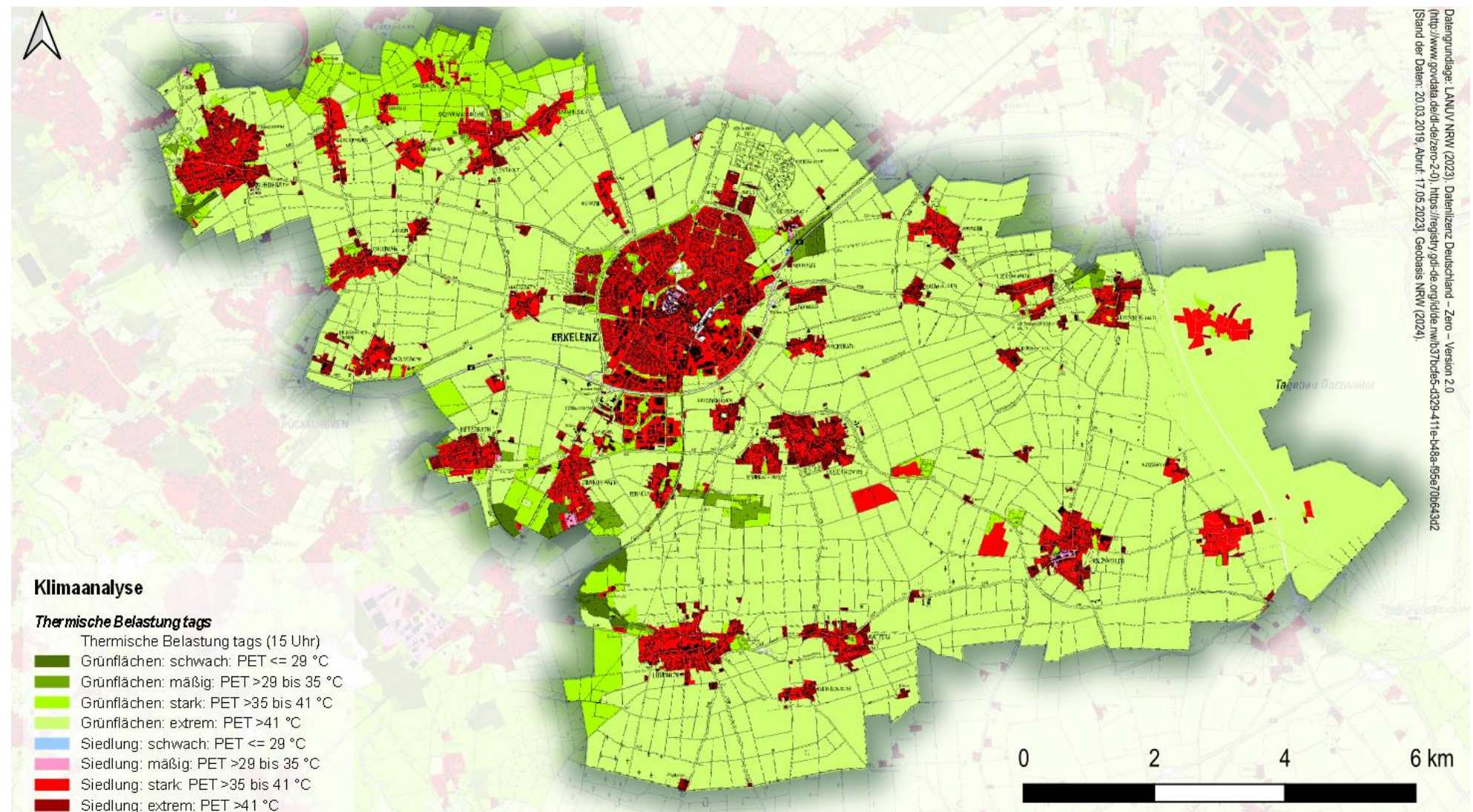


Abbildung 22: Thermische Situation am Tage in der Stadt Erkelenz
 Datenquelle: LANUV 2023.

4.1.2 Niederschlag

Der Niederschlag beträgt in der Summe 725 mm/a. Hiervon fällt der größte Anteil in den Sommermonaten (211 mm). Die trockenste Jahreszeit ist im Zeitraum von 1991-2000 das Frühjahr mit 148 mm/a im Durchschnitt. An durchschnittlich 19 Tagen im Jahr kommt es zu Niederschlägen von mehr als 10 mm (sog. Starkregentage).

4.1.3 Wind

Die vorherrschende Windrichtung ist aus Südwesten. Durch die ausgeräumte Bördelandschaft mit ihrer geringen Geländerauigkeit, erreichen insbesondere die Winde über den freien Ackerflächen – etwa zwischen Keyenberg und Katzem – höhere Geschwindigkeiten als das weitere Umfeld.

Hinsichtlich des Windes ist jedoch vor allem die unterschiedliche zeitliche und räumliche Dynamik der Winde zu bedenken. Die überregionale dominante Anströmung aus westlichen Richtungen resultiert aus der Lage Mitteleuropas im Bereich der Westwinddrift: Diese wiederum ist das Ergebnis der zwischen Islandtief¹⁷ und Azorenhoch¹⁸ herandrängenden Luftmassen des Atlantiks. Dieses atmosphärische Muster dominiert im Jahresverlauf und korreliert häufig mit wechselhaftem bis regnerischem Wetter und milden Temperaturen. Wird dieses Muster unterbrochen, beispielsweise bei Hochdruckwetterlagen über Mitteleuropa, gibt es keine nennenswerte dominante Anströmrichtung – es herrscht eine sogenannte autochthone („gebietseigene“) Wetterlage: Nun sind die Luftbewegungen vor allem vertikal und resultieren aus der Sonneneinstrahlung (man spricht von Strahlungswetterlagen): im Sommer sind dies die spürbaren Hitzeperioden mit gelegentlichen Gewittern, im Winter die kalten und sonnigen Frostperioden. Im Zuge der sommerlichen Hitzegegewitter kommt es oftmals zu sehr turbulenten Windbewegungen, den sog. Böenwalzen. Sehr selten kommt es auch in der Region zu Tornados (bspw. Roetgen 2019).

4.2 Bisherige Erfahrungen mit dem Klimawandel

Auch heute schon sind die Folgen des anthropogenen Ausstoßes von Treibhausgasen in die Erdatmosphäre messbar. Dazu wurden zum einen öffentliche Messstations- und Klimadaten aus der Region ausgewertet sowie von der Stadt Erkelenz bereitgestellte private Messdaten (etwa vom Cusanus-Gymnasium) integriert.

4.2.1 Bisherige Klimaveränderungen

Auf Basis von Daten des Deutschen Wetterdienstes (Deutscher Wetterdienst, Climate Data Center (CDC) & LANUV NRW 2023) lassen sich in NRW auch auf kommunaler Ebene Auswertungen zum bisherigen Verlauf des Klimas tätigen.

Abbildung 23 zeigt die Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen im Erkelenzer Stadtgebiet seit 1881. Analysiert wurden einerseits die Daten des DWD für das Stadtgebiet (Punkte bzw. blaue Linie in Abbildung) und die Messstation des privaten Anbieters DTN, der in Erkelenz eine Messstation betreibt (Kreuze bzw. rote Linie in Abbildung). Es wird deutlich, dass die Jahresmitteltemperatur im Jahr 1881 noch bei 9,3 °C lag, sie im Jahr 2022 bei 12,0 °C lag (graue Punkte in Abbildung 23). Im gleitenden Mittel beträgt der Temperaturanstieg seit 1881 ca. 2,3 °C. Dabei

¹⁷ Einem regelmäßig über dem Nordatlantik auftretenden Tiefdruckgebiet.

¹⁸ Einem regelmäßig über dem zentralen Atlantik auftretenden Hochdruckgebiet.

zeigt sich eine deutliche Beschleunigung des Anstiegs seit etwa Mitte der 1960er Jahre: lag das gleitende Mittel damals bei etwa 9,7 °C, nur ca. 0,4 °C über dem von 1881, stieg es in den folgenden Jahren bis 2022 um 1,8 °C. Die Daten der privaten DTN-Station reichen bis 2011 zurück, sie bestätigen den starken Anstieg der Temperatur in diesem Zeitraum. Die globale Erwärmung zeigt sich also in Erkelenz deutlich und scheint sich weiter zu beschleunigen.

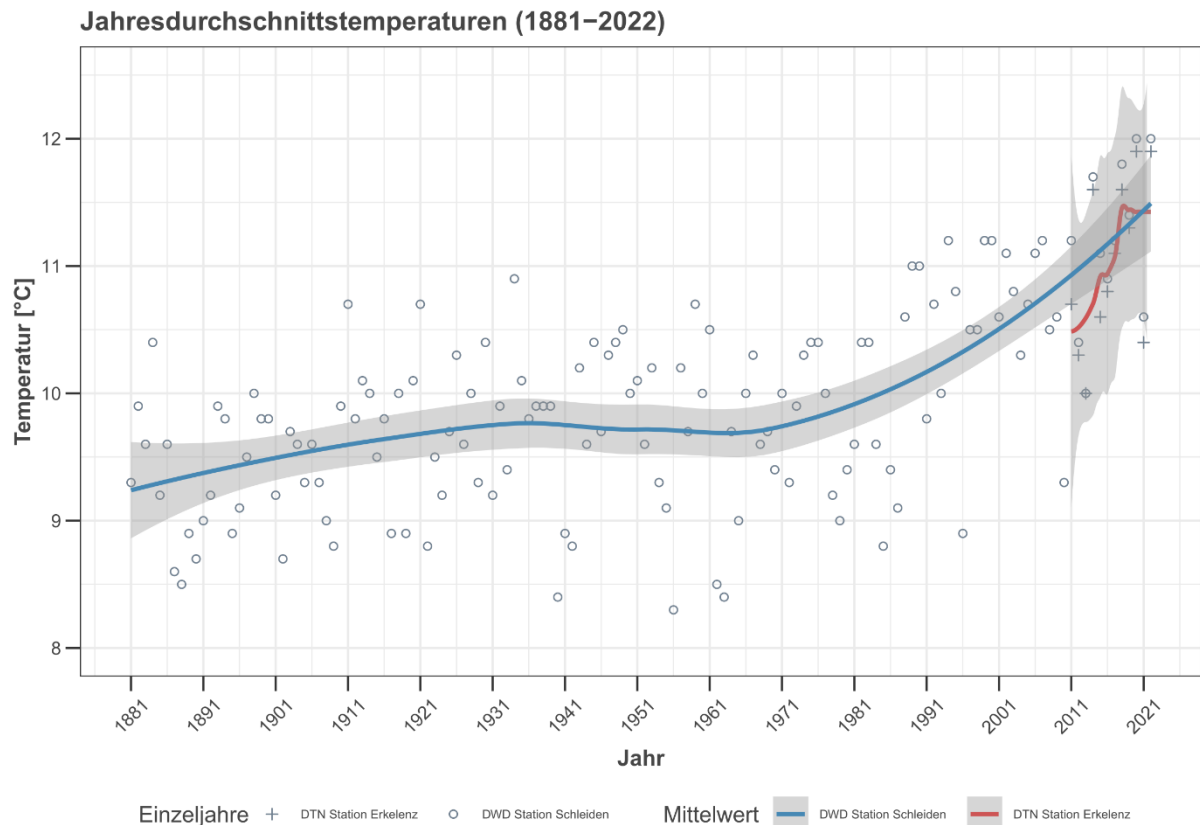


Abbildung 23: Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen von 1881-2022 in Erkelenz für zwei Messstationen.

Graue Punkte / Kreuze = Jahresmittelwerte der Einzeljahre;

Rote / blaue Linie = Gleitendes Mittel der jeweiligen Messstation;

Grauer Schatten = Standardabweichung.

Eigene Auswertung; Datenquelle: LANUV 2023 auf Basis DWD, DTN-Station Erkelenz 2023.

4.2.2 Bisherige Extremwetterereignisse

Eine Begleiterscheinung global ansteigender Temperaturen sind auch zunehmende Extremwetterereignisse (Dürren, Starkregen, extreme Winde) (Schleussner et al. 2016; IPCC 2022). Auch Erkelenz bzw. der Kreis Heinsberg ist von diesen Ereignissen betroffen.

Starkregen / Unwetter

Das LANUV betreibt mehrere Klimastationen im Erkelenzer Stadtgebiet, von denen für die Analyse von Starkregenereignissen die Werte der Stationen „Erkelenz KA“ (Kläranlage) und

„Gerderath“ ausgewertet werden¹⁹. Die Daten der LANUV Messstation Erkelenz KA (LANUV NRW 2023) geben Aufschluss über Niederschlagsereignisse in Erkelenz seit ca. 1981. Eine Auswertung der Starkregentage (also von Tagen mit mehr als einer definierten Menge an Niederschlag) zeigt, dass die Anzahl der Starkregentage (etwa mit mehr als 10 mm Niederschlag) starken „Jahr-zu-Jahr“-Schwankungen unterworfen ist. Signifikante Trends (Zunahmen/ Abnahmen) sind bislang nicht feststellbar. Deutlich erkennbar ist jedoch das Starkregenereignis vom 14. Juli 2021, welches sich mit über 50 mm Niederschlag auch in Erkelenz niedergeschlagen hat²⁰.

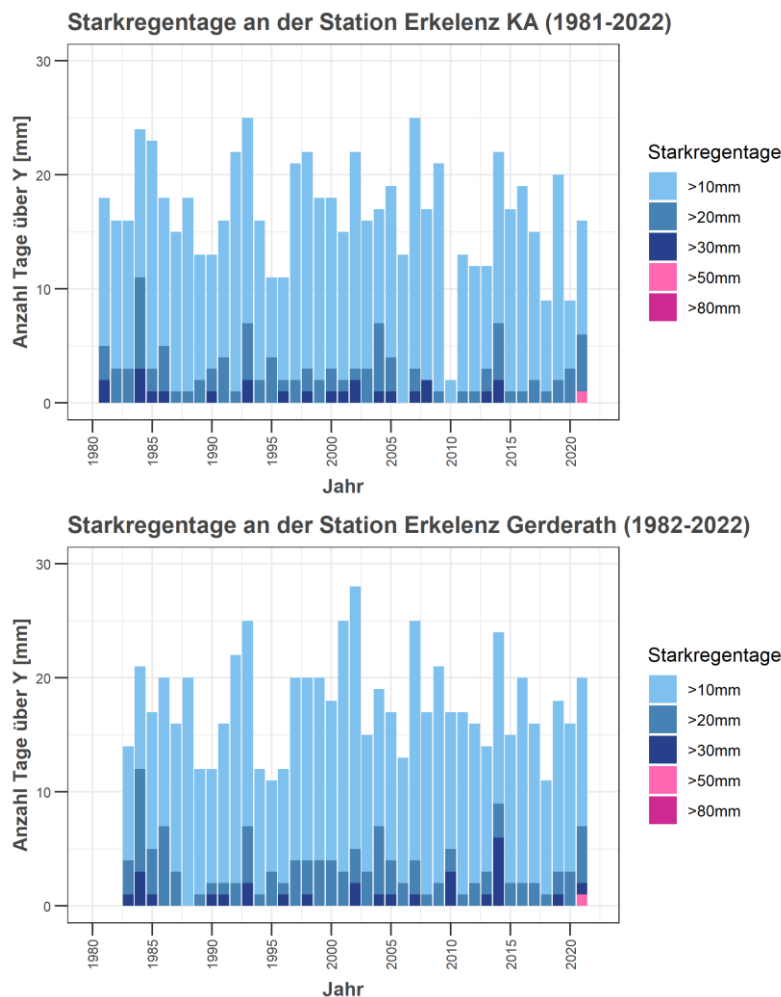


Abbildung 24: Anzahl der Starkregentage pro Jahr für definierte Schwellenwerte an den Stationen „Erkelenz KA“ und „Erkelenz Gerderath“.

Eigene Auswertung; Datenquelle: LANUV 2023.

Neben den Messdaten geben auch Presseartikel Aufschluss über die Auswirkungen der diversen Starkregenereignisse der letzten Jahre. Die relevanten Treffer einer Suche mit den Stichworten „Erkelenz und Starkregen“ im Onlineportal der Rheinischen Post führt zu zahlreichen Ergebnissen ab dem Jahr 2010. Ausgewählte Ereignisse sind in Tabelle 9 dargestellt. Die Berichte geben

¹⁹ Die Station Hetzerath weist viele Datenausfälle auf.

²⁰ Lt. Presseartikel auch tlw. 60 mm; Rheinische Post: „Mit Drohnen gegen Hochwasserkatastrophen“. Artikel vom 06. April 2022.

neben besonders markanten Ereignissen, wie etwa vom Juli 2021 oder Juni 2016, auch Aufschluss über „Problemlagen“: Hervorzuheben ist hier insbesondere Gerderath, wo in den vergangenen Jahren mehrfach als Folge von Starkregenereignissen ausgerückt werden musste. Zudem wurde im Zuge des Auftaktworkshops mit Vertretern der Fachämter der Stadt Erkelenz sowie des Kreises Heinsberg vom August 2023 berichtet, dass am 29. Mai 2008 und 27. Juli 2011 zwei markante Ereignisse stattgefunden haben, die aber lokal sehr begrenzte Auswirkungen hatten. So fielen am 29. Mai 2008 an der Station Erkelenz Kläranlage 46 mm/ 24 h – die dritthöchste gemessene Niederschlagsmenge dort seit 1980.

Tabelle 9: *Ausgewählte Berichte über Starkregenereignisse in Erkelenz und Umgebung.*
Quellen siehe Fußzeile.

Datum	Betroffene Ortsteile (tlw. auch in den angrenzenden Nachbarkommunen)	Quelle
22. Juni 2023*	Erkelenz (A 46 Auffahrten Ost und Süd), Keyenberg, Gerderath	1
14. Juli 2021*	Betroffen v.a. Gerderath. Ca. 60 mm /m² in Erkelenz gemessen.	2,3
03./04. Juli 2021	Gerderath, Myhl B221n (Wassenberg), L 46.	4,5
20.07.2019	Hoven: Überflutungen bis 50 cm. Schwanenberg, Golkrath.	6
23./24. Juni 2016*	Erkelenzer Innenstadt (Hagelschäden), Evakuierung des Krankenhauses stand bevor; Überflutungen in Lövenich (L336), Katzem und Kückhoven	7,8
28.-30.07.2014	Schwerpunkt: Gerderath (Barbararing, Lauerstraße, Gerderather Burgstraße, Blattesstraße, Spartastraße, St.-James-Straße, Genender Straße).	9,10
18. August 2011	Unwetter mit Hagel und Starkregen	11
12./14. Juli 2010	Unwetter mit Starkregen und Überflutungen	12
* = Radarauswertung siehe Abbildung 25 und Text.		
Quellennachweise:		
1	Rheinische Post Online. Abrufbar unter: https://rp-online.de/nrw/staedte/hueckelhoven/erkelenzer-land-autobahn-46-ein-unwetter-hot-spot_aid-92588107 [abgerufen am 28. Juni 2023].	
2	Rheinische Post Online. Abrufbar unter: https://rp-online.de/nrw/staedte/wassenberg/erkelenzer-land-regen-sorgt-fuer-viele-einsaetze-von-feuerwehr-und-thw_aid-61310653 [abgerufen am 28. Juni 2023].	
3	Rheinische Post Online. Abrufbar unter: https://rp-online.de/nrw/staedte/erkelenz/erkelenz-mit-drohnen-gegen-hochwasserkatastrophen_aid-67427149 [abgerufen am 28. Juni 2023].	
4	Rheinische Post Online. Abrufbar unter: https://rp-online.de/nrw/staedte/erkelenz/erkelenzer-land-feuerwehren-nach-starkregen-im-einsatz_aid-60706729 [abgerufen am 28. Juni 2023].	
5	Rheinische Post Online. Abrufbar unter: https://rp-online.de/nrw/staedte/wassenberg/unwetter-trifft-vor-allem-wassenberg_aid-58914319 [abgerufen am 28. Juni 2023].	
6	Rheinische Post Online. Abrufbar unter: https://rp-online.de/nrw/staedte/erkelenz/archiv/2019/07/21/ [abgerufen am 28. Juni 2023].	
7	Rheinische Post Online. Abrufbar unter: https://rp-online.de/panorama/hagel-starkregen-hochwasser_aid-9617181 [abgerufen am 28. Juni 2023].	
9	Rheinische Post Online. Abrufbar unter: https://rp-online.de/nrw/staedte/erkelenz/zweimal-starkregen-143-einsaetze-mehr-als-200-helfer_aid-20281353 [abgerufen am 28. Juni 2023].	
10	Rheinische Post Online. Abrufbar unter: https://rp-online.de/nrw/panorama/wieder-unwetter-starker-regen-ueberflutet-strassen_aid-16490739 [abgerufen am 28. Juni 2023].	
11	Rheinische Post Online. Abrufbar unter: https://rp-online.de/nrw/staedte/erkelenz/schweres-unwetter-richtet-zahlreiche-schaeden-an_aid-13290109 [abgerufen am 28. Juni 2023].	
12	Rheinische Post Online. Abrufbar unter: https://rp-online.de/nrw/staedte/erkelenz/50-einsaetze-nach-gewitter_aid-12763365 [abgerufen am 28. Juni 2023].	

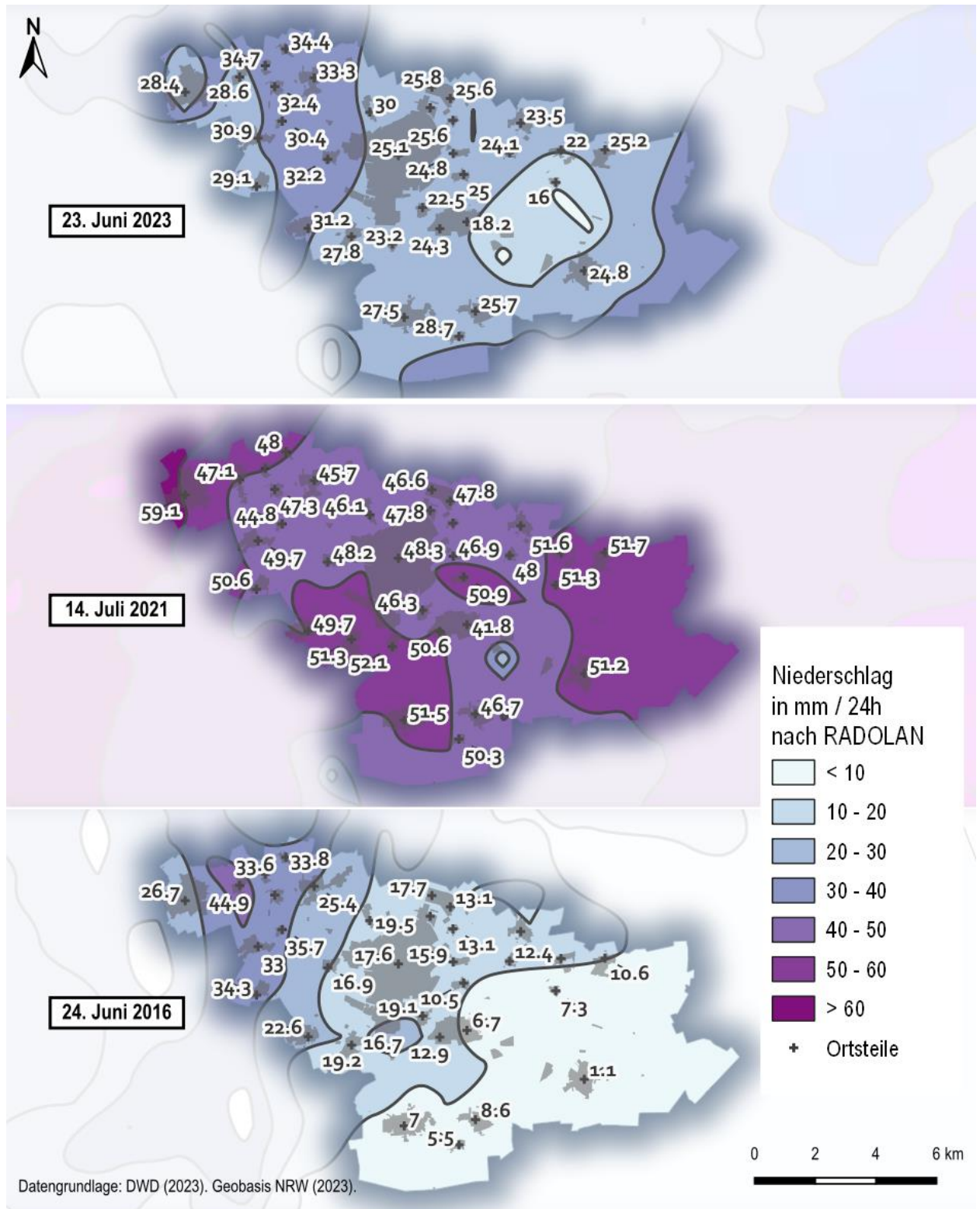


Abbildung 25: Modellierte Niederschlagsmengen für drei ausgewählte Ereignisse auf dem Erkelenser Stadtgebiet.

Quelle: BKR auf Basis zitierte Grundlagen.

Der Vergleich der Auswertungen der Presseartikel mit den Radardaten der jeweiligen Niederschlagsereignisse (Abbildung 25) zeigt, dass nicht immer eine unmittelbare Verbindung zwischen großen Niederschlagsmengen und hohem Schadenspotenzial bestehen muss. So beschreibt die

Presse beispielsweise am 24. Juni 2016 Schwerpunkte vor allem im Süden des Stadtgebietes, obwohl hier weniger Niederschlag fiel als in den nördlicheren Teilen des Stadtgebietes. Auch am 14. Juli 2021 wurde trotz enormer Niederschlagsmengen nur von wenigen Schäden auf dem Erkelener Stadtgebiet berichtet. Für diese Entkopplung kommen verschiedene Möglichkeiten in Frage:

- Schäden entstehen oftmals durch das wild-abfließende Wasser, dass sich in der Zeitspanne unmittelbar nach einem Ereignis bildet. Insofern kann hier eine gewisse räumliche Entkopplung vorhanden sein.
- Schäden werden oftmals hervorgerufen, wenn in sehr kurzer Zeit (bspw. wenigen Minuten bis Stunden) enorme Niederschlagsmengen herabgehen. Dies war beispielsweise am 14. Juni 2021 weniger der Fall, hier regnete es über einen Zeitraum von mehreren Stunden. Die Ereignisse vom 23. Juni 2023 oder 24. Juni 2016 dagegen gingen in einem Zeitraum von meist weniger als einer Stunde vonstatten.
- Die Presse kann oftmals nur über ausgewählte Einsätze berichten; insbesondere bei umfassenden Lagen wie am 14. Juli 2021 und den folgenden Tagen. Die Angaben der Presse beruhen wiederum häufig auf den Pressemitteilungen der Feuerwehr, welche ihre Einsätze zeitweise nach Dringlichkeit abarbeiten muss und nicht über alle Schäden direkt im Bilde ist, bspw. weil „starkregenerfahrene“ Anwohner sich zunächst selbst helfen.
- Hochwassergefährdete Gebiete (etwa Lövenich aufgrund der Bachnähe) sind scheinbar weniger stark und oft betroffen als „gewässerferne“ oder „untrainierte“ Gebiete (etwa Gerderath und Ortsteile von Wassenberg nach dem Ausbau der B 221).
- Bei den Radardaten handelt es sich um Modelle, die naturgemäße Fehlermargen haben. Insbesondere im südlichen Teil des Stadtgebietes kann dies der Fall sein, denn hier scheint in mehreren Rasterzellen oftmals weniger Regen nach dem RADOLAN Messnetz zu fallen als in den umliegenden Gebieten.

Dürre

Die Wirkungen der Dürre der Jahre 2021 und 2022 waren im Stadt- und Ortsbild deutlich ablesbar: vertrocknete Grünflächen, sichtbare Symptome von Stress an Bäumen sowie trockengefallene Teiche und Gräben. Im Zuge des Klimawandels werden derartige Extremereignisse häufiger auftreten (siehe Kapitel 4.4). Dennoch lässt sich ein Trend zu mehr Dürreperioden anhand der Messstationsdaten in Erkelenz bislang nicht ablesen: So zeigt die Station Erkelenz Kläranlage seit Beginn der Messungen dort keine statistisch signifikante Zunahme von Monaten die trockener sind als der langjährige Mittelwert an dieser Station (Abbildung 26). Auch an den anderen untersuchten Stationen in Erkelenz, sowie der DWD-Station in HS-Schleiden lässt sich kein statistisch signifikanter Trend ermitteln.

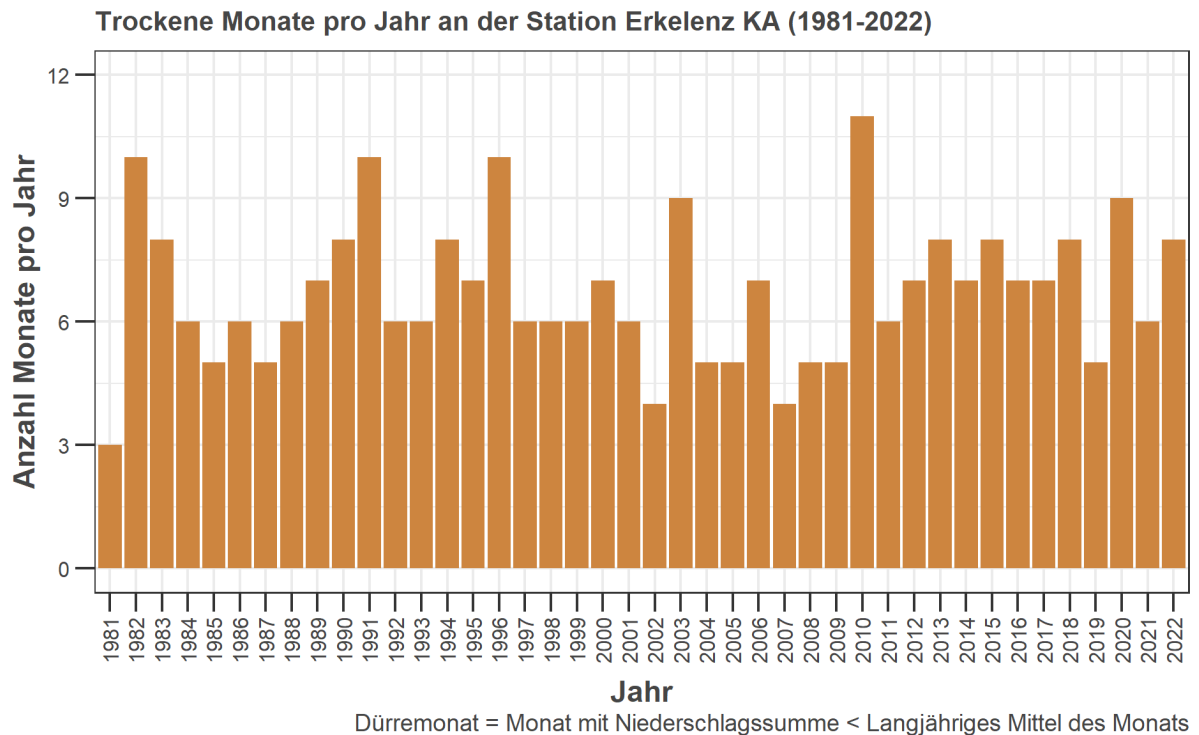


Abbildung 26: Analyse trockener Monate an der Station Erkelenz Kläranlage.
BKR auf Basis zitierter Grundlagen.

4.3 Folgen des Klimawandels im Allgemeinen

Die klimatischen Veränderungen aufgrund des dynamischen Klimawandels werden spürbare Auswirkungen sowohl auf die Lebens- als auch auf die Wirtschaftsbedingungen der Menschen in Erkelenz haben. Dabei muss unterschieden werden zwischen eher langsamen und langfristigen (‚schleichende‘) Auswirkungen des Klimawandels sowie der statistischen Häufung extremer Ereignisse als Folge des Klimawandels. Aus den umfassenden Facetten der klimatischen und damit verbundenen ökologischen Umwälzungen lassen sich für Erkelenz und seine Bevölkerung insbesondere zwei Problemfelder und ihre Wirkungspfade adressieren:

Problemfeld „Hitze“:

Grundlegende Wirkungspfade der global ansteigenden Temperaturen im Mittel, als auch in Form sich häufender extremer Ereignisse („Hitzewellen“) auf die Bevölkerung sind beispielsweise (siehe auch Abbildung 27):

Heiße Tage, im Zusammentreffen mit Schwüle:

- Belastung des Herz-/Kreislaufsystems
- Risiko für sensible Bevölkerungsgruppen (Schwangere, Kinder, ältere Menschen, kranke Menschen) am Wohnort und in den Infrastrukturen
- Entlastung durch stadtklimatisch wirksames Grün (Schattenwurf, Verdunstungskühle, Bodenwasser, Grundwasser), Durchlüftung

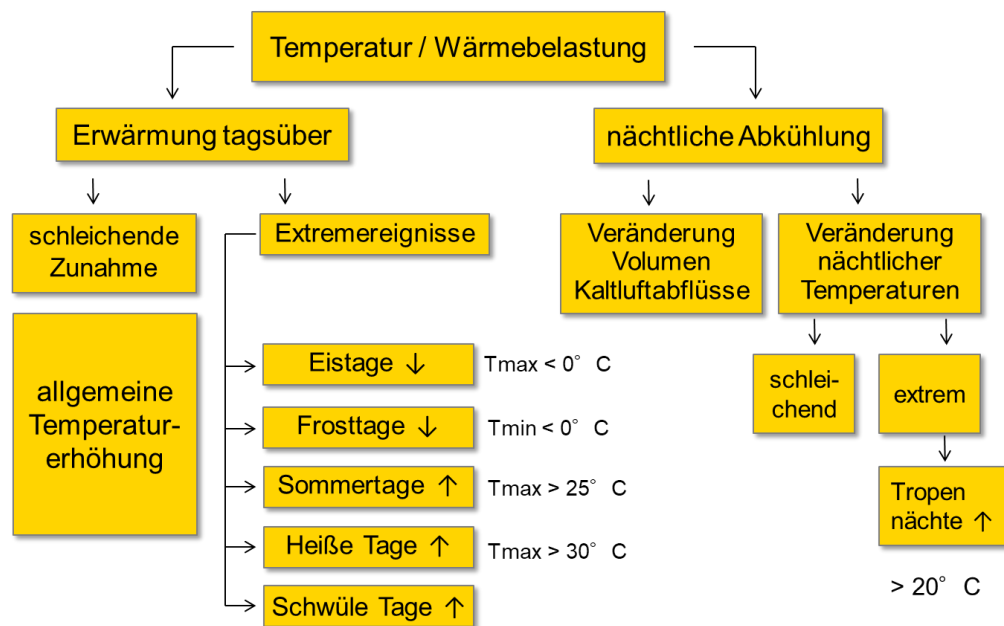


Abbildung 27: Problemfeld „Hitze“
Eigene Abbildung.

Sonneneinstrahlung (UV), verschärft im Zusammentreffen mit Hitze und Schwüle:

- Überhitzung des Körpers, Verbrennungsgefahr der Haut
- Risiko für sensible Personen, im Freien tätige Menschen
- Entlastung durch Managementmaßnahmen, stadtklimatisch wirksames Grün, Schatten, Durchlüftung

Tropennächte, verschärft im Zusammentreffen mit Schwüle

- Belastung des Herz-/Kreislaufsystems aufgrund Schlafstörungen
- Risiko für sensible Bevölkerungsgruppen am Wohnort
- Entlastung durch technische Maßnahmen, Durchlüftung, wohnortnahe Kaltluft

Die Minimierung klimatischer Belastungen durch (anhaltende) Hitze am Tag und in der Nacht für die Stadtbevölkerung und die Schaffung eines akzeptablen Stadtklimas stellen eine wichtige und zugleich anspruchsvolle Aufgabe für die künftige Stadtentwicklung dar, um die Verwundbarkeit (Vulnerabilität) der Wohn- und der Arbeitsbevölkerung sowie der ökologischen, sozialen, urbanen, technischen und infrastrukturellen Systeme zu verringern und deren Widerstandsfähigkeit zu steigern. Dabei ist Erkelenz voraussichtlich weniger vom Stadtklimaeffekt betroffen (verminderte Abkühlung in der Nacht) als vielmehr von extremen Temperaturereignissen.

Problemfeld „Niederschlag“:

Wirkungspfade sowohl langfristiger Änderungen im Niederschlagsregime als auch in Form sich häufender extremer Ereignisse (Starkregen, Dürreperioden) sind (siehe Abbildung 28):

(extremer) Starkregen, Hochwasser:

- (un-)kontrollierter Oberflächenabfluss und Einstau in Bodensenken, Abfluss in Rinnen, Straßen und Zufluss in Siedlungsbereiche, Gewässer
- Gefährdung von Menschen, Tieren, Infrastrukturen, Sachgütern

- Entlastung durch Rückhalt in der Fläche, Steuerung des Abflusses, wassersensible Stadtentwicklung, Schwammstadt

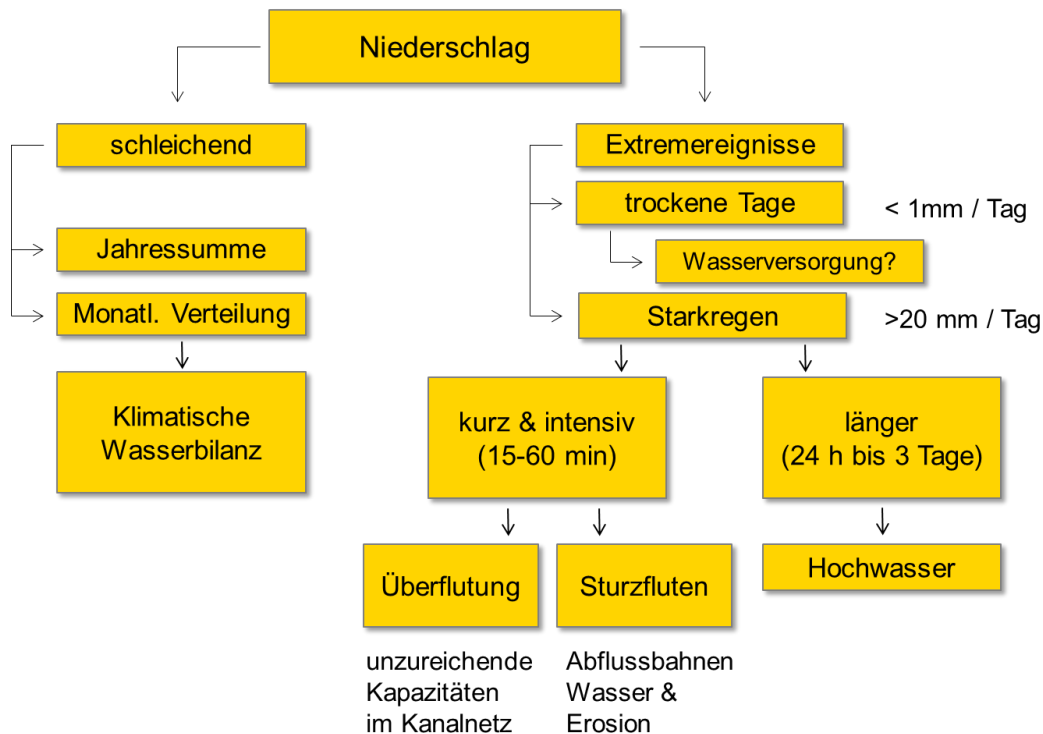


Abbildung 28: Problemfeld „Niederschlag“
Eigene Abbildung.

Dürre, insbesondere in Verbindung mit Hitze:

- Belastung für Landwirtschaft, Stadtgrün, privates Grün
- Minderung der Entlastungswirkung von Stadtgrün gegenüber Hitze
- Entlastung durch Wasserrückhalt, Wasserspeicher, Bodenwasserhaushalt von Niederschlag, (extremen) Starkregen

Erosion und Massenbewegungen durch Starkwind und (extremen) Starkregen:

- Bodenabtrag (landwirtschaftliche Flächen)
- Eintrag und Ablagerung in Siedlungsbereiche
- Entlastung durch angepasste Bewirtschaftungsweisen, Reliefierung Gelände, Verbesserung des Rückhalts in der Fläche

Änderungen im Niederschlagsregime und das vermehrte Auftreten von extremen Niederschlagsereignissen (Starkregen und Dürre) setzen den wirksamen Schutz betroffener Bereiche und Infrastrukturen vor Hochwasser an Kleingewässern (Bäche und Gräben im Stadtgebiet) und Sturzfluten im freien Gelände voraus. Zudem ist die dauerhafte Versorgung mit Trink- und Brauchwasser sicherzustellen, u. a. für die Versorgung von Stadtbäumen und Grünflächen in länger anhaltenden Trockenperioden.

4.4 Voraussichtliche Folgen des Klimawandels aufgrund regionaler Klimaprojektionen

Das Landesamt für Natur-, Umwelt- und Verbraucherschutz NRW hat für NRW hochaufgelöste regionale Klimamodelle berechnet (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10: Klimadaten- und Projektionen für Erkelenz (Stadtmitte).
Quelle: LANUV 2023.

Parameter	Historisch (=langjähriges Mittel)		Nahe Zukunft ^{1,2}		
	1971-2000	1991-2020	2030-2061	2030-2061	
Szenario			RCP 4.5	RCP 8.5	
	Mittlere Lufttemperatur				
	Jahr	10,1 °C	10,8 °C	10,7 - 11,8 °C	11,3-12,1 °C
	Frühjahr	9,5 °C	10,3 °C	10,0-10,9 °C	10,5-11,1 °C
	Sommer	17,4 °C	18,2 °C	18,3-19,1 °C	18,8-19,6 °C
	Herbst	10,2 °C	10,9 °C	11,1-12,2 °C	11,7-12,7 °C
	Winter	3,2 °C	3,6 °C	3,9-5,1 °C	4,2-5,6 °C
	Temperaturkenntage				
	Heiße Tage (Tmax ≥ 30 °C)	6 Tage/ Jahr	10 Tage/ Jahr	9-16 Tage/ Jahr	11-16 Tage/ Jahr
	Eistage (Tmax < 0 °C)	9 Tage/ Jahr	7 Tage/ Jahr	1-6 Tage/ Jahr	1-5 Tage/ Jahr
	Vegetationszeit (Tmean > 10 °C)	184 Tage/ Jahr	n. A.	195-211 Tage/ Jahr	204-218 Tage/ Jahr
	Niederschläge				
	Jahresniederschlag (Summe)	719 mm	725 mm	725-780 mm	726-785 mm
Frühjahr	167 mm	148 mm	177-191 mm	174-193 mm	
Sommer	205 mm	211 mm	186-212 mm	181-214 mm	
Herbst	180 mm	182 mm	170-197 mm	173-190 mm	
Winter	167 mm	184 mm	178-190 mm	172-202 mm	
Starkregentage (> 10 mm)	17 Tage/ Jahr	19 Tage/ Jahr	16-20 Tage/ Jahr	17-21 Tage/ Jahr	

Anmerkungen:

1: Angaben beziehen sich auf das 15. Und 85. Perzentil der zugrundeliegenden Modellensembles. Dies bedeutet, dass 70 % der Modelle zwischen den angegebenen Werten liegen. Die Änderung bezieht sich jeweils auf das angegebene langjährige Mittel.

2: Ausführliche Informationen zu den Klimamodellen, deren Interpretation und den zugrundeliegenden Annahmen finden sich unter: <https://www.klimaatlas.nrw.de/index.php/klima-erklart/klimawandel> sowie den weiteren Informationen dieses Angebots.

 = Zunahme

 = Abnahme

 = nicht eindeutig

4.4.1 Temperatur und Bioklima

Für die Stadt Erkelenz wird in der nahen Zukunft (2030-2061) mit einer Jahresmitteltemperatur zwischen 11,3 bis 12,1 °C im RCP 8.5 Szenario prognostiziert. Für Erkelenz ergibt sich somit ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur gegenüber der aktuellen Normalperiode (1991 bis 2020) um bis zu 1,3 K bis 2061. Am stärksten fällt die Temperaturerhöhung vor allem im Herbst aus, hier wird es um eine Erhöhung um mindestens 0,8 K bis 2061 kommen. Auch im Sommer und Winter beträgt die Temperaturerhöhung mehr als 0,5 K.

Es wird zudem zu deutlichen Zunahmen sogenannter „heißer Tage“ – mit einer maximalen Temperatur von mindestens 30 °C – kommen. Während dies im aktuellen langjährigen Mittel ca. 10 x pro Jahr vorkommt, wird sich dies in der nahen Zukunft mindestens 11 bis maximal 16 Tage im Jahr der Fall sein. Damit einher gehen bioklimatische Belastungen (verringerte nächtliche Abkühlung, Mittagshitze), die sich lokal je nach baulicher Struktur unterschiedlich auswirken:

- Am Tag: Die heute bereits stadtweit stark belasteten Quartiere mit einer PET von über 35 bis 41 °C werden stadtweit noch stärker mit Hitze beaufschlagt werden, bereits heute stark belastete Quartiere werden sich ausdehnen. Lediglich stark verschattete oder ausreichend mit Grünflächen versorgte Quartiere werden von diesem Trend weniger stark betroffen sein; dies wiederum hängt jedoch von Randfaktoren ab, wie etwa der Kühlleistung von Grünflächen, die abhängig vom Wasserhaushalt ist.
- In der Nacht: Auch in Erkelenz wird es vermutlich zur Ausprägung einer deutlichen Wärmeinsel kommen, d.h. im Ortszentrum wird es nachts nicht mehr kälter als 20 °C. Ein gesunder Nachtschlaf ist in diesen Lagen nicht mehr möglich. Topographiebedingt – Erkelenz liegt auf einer Kuppe – ist die Stadt ohnehin schon von der externen Kaltluftzufuhr abgeschnitten, eine Verbesserung ist diesbezüglich nicht möglich.
Auch in den kleineren Ortslagen kann es bei ungünstiger Topografie zur Ausbildung kleinerer Wärmeinseln kommen (bspw. in Gerderath).

4.4.2 Niederschlag

Hinsichtlich der Niederschläge sind in der nahen Zukunft leichte Erhöhungen der durchschnittlichen Jahresniederschlagsmengen für Erkelenzer absehbar (vgl. Tabelle 10). Insbesondere ist mit feuchteren Frühjahren zu rechnen: Den Prognosen nach nimmt hier der Niederschlag in der nahen Zukunft selbst unter dem optimistischeren Szenario (RCP 4.5) um mindestens 20 % zu. Hingegen werden die Sommermonate sehr wahrscheinlich trockener werden (um bis zu 14 % verglichen mit heute, RCP 8.5 unterer Wert). Diese Ergebnisse bestätigen in groben Zügen ältere regionalisierte Vorhersagen des Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (Kropp et al. 2009).

Andererseits liefern die für Erkelenz regionalisierten Modellergebnisse trotz vielerlei Hinweise auf globale zukünftig häufigere Extremwetterlagen (Schleussner et al. 2016) keine belastbaren Daten bzw. zeigen keine erheblichen Veränderungen an: etwa wird in Erkelenz nicht mit einem nennenswerten Anstieg sogenannter Starkregentage (> 10 mm pro Tag) gerechnet, es werden im pessimistischen RCP 8.5 Szenario „nur“ bis zu 2 Tage mehr pro Jahr. Dies allein sagt jedoch nichts über die Intensität einzelner Ereignisse aus. Beispielsweise hängt das Schadenspotenzial eines Starkregenereignisses maßgeblich davon ab, in welchem Zeitraum der Niederschlag anfällt: Mengen von 10 mm sind gleichmäßig über einen Tag verteilt für die meisten Kanalnetze problemlos aufnehmbar. Fallen diese Mengen jedoch – und dies ist insbesondere bei sommerlichen Hitzegewittern der Fall – in wesentlich kürzeren Zeiträumen (wenige Minuten), so sind Kanalnetze schnell überlastet und Schäden treten ein. Es ist für die Zukunft allgemein als sehr wahrscheinlich anzusehen, dass aufgrund der zunehmenden Temperatur letztlich auch extreme

Ereignisse deutlich häufiger auftreten werden: Nach den Modellauswertungen des **IPCC** wird²¹ die Menge an Niederschlag, die am feuchtesten Tag eines Jahres fällt künftig zunehmen im Vergleich zum vorindustriellen Niveau. Dies wird insbesondere in den Wintermonaten der Fall sein, mit Zunahmen um bis zu 21 % in einzelnen Modellen (IPCC 2022; Iturbide et al. 2021).

Hinsichtlich der Häufigkeit von Dürreperioden geben die Modellensembles des IPCC bislang keine hinreichend abgesicherte Prognose für Mitteleuropa her.

4.4.3 Wind

Hinsichtlich der künftigen Windmuster- und Geschwindigkeiten sind noch viele Unsicherheiten vorhanden. Weltweit aber auch speziell für Mitteleuropa sind entweder keine Änderungen erwartet, das statistische Signal für eine eindeutige Zuschreibung nicht robust genug oder es sind aus verschiedenen Modellansätzen widersprüchliche Ergebnisse ableitbar (IPCC 2022; Iturbide et al. 2021). Der IPCC hat die gängigen Modelle auch regional für das RCP-8.5 Szenario ausgewertet und mit den Werten der vorindustriellen Zeit verglichen:

- Für Mitteleuropa geht eine Mehrzahl der Modelle von einer Abnahme der Windgeschwindigkeiten im Vergleich zur vorindustriellen Zeit aus (oberer Teil der Abbildung)
- 75 % der Modellergebnisse liefern Werte zwischen -3,4 % bis +0,5 %, der Median liegt bei -2,2 %.
- Saisonal betrachtet scheinen die Modelle auf eine Abnahme insbesondere im Sommer und Herbst hinzudeuten.

Diese Auswertungen des IPCC sagen zunächst noch nichts über die Intensität und Häufigkeit einzelner Ereignisse aus (Sturm, bzw. Orkanhäufigkeiten, Tornadogefahr, sommerliche Sturmgewitter, usw.). Es ist davon auszugehen, dass es im Zuge des Klimawandels zu einer zunehmenden Intensität sommerlicher Hitzegewitter kommen wird. Diese gehen oftmals mit spezifischen und sehr drastischen Windbewegungen einher („Böenwalzen“), die ein erhebliches Zerstörungspotenzial aufweisen können. Studienergebnisse zeigen zudem, dass in Mitteleuropa selbst unter moderaten Ausprägungen des Klimawandels in den kommenden Dekaden die Häufigkeit zyklonaler Sturmereignisse (sog. „Winterstürme“ von Dezember bis Februar) deutlich zunimmt (Zappa et al. 2013). Dieser Befund deckt sich mit älteren Ergebnissen des Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (Kropp et al. 2009), welche im Zeitraum von 2035-2060 eine – wenn auch im Vergleich geringe – Zunahme von Orkantagen (Tage mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 103 km/h) prognostiziert. In Folge des geringen Reliefwiderstands der freien Ackerflächen und der vergleichweisen erhöhten Lage, sind in Erkelenz wenig Ansätze zum Abfangen stärkerer Winde vorhanden.

²¹ unter Annahme einer globalen Erwärmung um 2 °C gegenüber 1850-1900

5. Risikoanalyse: Handlungsfelder für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels mit besonderen Herausforderungen und Handlungsbedarfen

Die Risikoanalyse erfolgt auf Basis der räumlich expliziten Analysen (Starkregenkarten, Teilbewertungen zu Hitzebelastungen, etc.; siehe Abschnitt 6) sowie auf Basis der durch Vertiefungsgespräche, eines Workshops und Abstimmungen gesammelten Informationen. Die Vertiefungsgespräche fanden zu den Schwerpunkten „Gesundheit und Soziales“, „Infrastruktur und Energie“, sowie „Landwirtschaft und Natur“ statt.

Im Folgenden werden diese Informationen auf die für Erkelenz zentralen Handlungsfelder in Anlehnung an die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) heruntergebrochen und einer abschließenden Risikoanalyse unterzogen. Dabei wird nach einer fünfstufigen Bewertungsmatrix vorgegangen, bei der das Gefahrenpotenzial mit der Sensitivität überlagert wird, um zu einer abschließenden Risikobewertung zu gelangen.

Tabelle 11: Bewertungsmatrix zur Risikoanalyse

Schadenspotenzial →	Sehr gering	Gering	Mittel	Hoch	Sehr hoch
Exposition ↓					
Sehr gering / nicht relevant	Sehr geringfügig	Sehr geringfügig	Sehr geringfügig	Geringfügig	Geringfügig
Gering	Sehr geringfügig	Geringfügig	Geringfügig	Bedingt erheblich	Bedingt erheblich
Mittel	Sehr geringfügig	Geringfügig	Bedingt erheblich	Erheblich	Erheblich
Hoch	Geringfügig	Bedingt erheblich	Erheblich	Erheblich	Sehr erheblich
Sehr hoch	Geringfügig	Bedingt erheblich	Erheblich	Sehr erheblich	Sehr erheblich

Kennzeichnung von Entlastungsfaktoren / resilienten Strukturen



5.1 Cluster Infrastruktur: Bauwesen, Energiewirtschaft und Verkehr/Verkehrsinfrastruktur

Themenfeld	Exposition / Gefahrenpotenzial		Schadenspotenzial / Resilienzen		Risiko	Akteursfeld
Schäden an Gebäuden, Bauwerken und der zugehörigen Infrastrukturen	Insbesondere starke Aufheizung im Tageszeitraum, v.a. in Ortsrandlagen		- Versorger prüft derzeit auf Basis der durch das Projekt bereit gestellten bzw. mitgeteilten Daten die Gefährdung technischer Infrastruktur (Stromversorgung) - Leitungen zumeist unterirdisch, wenig anfällig		Geringfügig	Versorger
Kritische Infrastruktur	- Flächige oder punktuelle Überflutungen bei einem extremen Ereignis (90 mm/h) nach SRRM der Stadt Erkelenz - Schwache Tendenz zu zunehmenden Eintrittswahrscheinlichkeiten		Vorläufige Analyse zeigt eine Vielzahl betroffener Elemente der kritischen Infrastrukturen (siehe SRRM)		Bedingt erheblich	Bevölkerungsschutz, Energieversorger, Infrastrukturträger <i>Bezug zu Handlungsfeld: Wasserhaushalt</i>
Gesundheit / Leistungsfähigkeit der Beschäftigten	Insbesondere starke Aufheizung im Tageszeitraum, v.a. in Ortsrandlagen		- Arbeitgeber passen tlw. Arbeitszeiten an bzw. treffen Vorsorge; Sensibilisierung ggf. erforderlich - Kreis Heinsberg verfügt derzeit noch über keinen Hitzeaktionsplan		Bedingt erheblich	Bau- und Landwirtschaft, Verkehrsbetriebe, Gesundheitsamt (Arbeitsschutz) <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit</i>
Energieversorgung / Energiebedarf	Nachfrageänderungen / Lastverteilungen, v.a. im Sommer und nachts (bspw. Kühlbedarf)		Netzbetreiber/ Versorger schätzt vorrangig die Gewährleistung einer hinreichenden Netzfrequenz (u.a. als Folge des Ausbaus erneuerbarer Energien) als Unwägbarkeit (Datengrundlage bislang unzureichend)		Geringfügig	Versorger / Netzbetreiber
Verkehrsablauf	<u>Behinderungen / Unterbrechungen als Folge von Hitzeereignissen</u> Insbesondere starke Aufheizung im Tageszeitraum, v.a. in Ortsrandlagen		Bislang keine Auffälligkeiten feststellbar		Geringfügig	Verkehr, Stadtplanung
	<u>Behinderungen / Unterbrechungen als Folge von Starkregen</u> Flächige oder punktuelle Überflutungen bei einem extremen Ereignis (90 mm/h) nach SRRM der Stadt Erkelenz		- Insbesondere Autobahn A 46 anfällig; besonders bei Maisanbau auf angrenzender Ackerflur - Unterführungen unter der Bahnstrecke in der Innenstadt können im Extremfall zu Engpass führen, etwa für Rettungsfahrzeuge		Bedingt erheblich	Verkehr, Bevölkerungsschutz (Feuerwehr, Rettungsdienste), Polizei <i>Bezug zu Handlungsfeld: Landwirtschaft</i>

Themenfeld	Exposition / Gefahrenpotenzial		Schadenspotenzial / Resilienzen		Risiko	Akteursfeld
Nächtliche Überwärmung	- Belastung in Innenstadtlagen und Ortszentren - Häufigeres Auftreten belastender Witterungslagen (Tropennächte) prognostiziert - Topographiebedingt ist keine Kühlung der Erkelenzer Innenstadt durch externe Kaltluftzufuhr erreichbar		<u>Sensible Bevölkerung:</u> - Hohes Schadenspotenzial nur in der Erkelenzer Innenstadt (starke urbane Wärmeinsel UHI), hoher Anteil sensibler Bevölkerung) - In den größeren Dörfern tlw. mittlere Schadenspotenziale		Bedingt erheblich	Stadtplanung, Bevölkerungsschutz, Öffentlichkeitsarbeit <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit, Energie (wg. Klimaanlagen-Strombedarf)</i>
			<u>Soziale Einrichtungen</u> - Soziale Einrichtungen teilweise mit hohem und mittleren Schadenspotenzial in Erkelenzer Innenstadt - Zwei Einrichtungen mit geringem Schadenspotenzial in Hetzerath und Katzem		Bedingt erheblich	Amt für Kinder, Jugend, Familie und Soziales, Bauaufsichts- und Hochbauamt, Bevölkerungsschutz, Betreiber sozialer Einrichtungen <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit, Energie (wg. Klimaanlagen-Strombedarf)</i>
Hitzebelastung tagsüber	- Starke bis Extreme PET-Werte in allen Ortslagen und v.a. an den Ortsrändern - Häufigeres Auftreten belastender Witterungslagen (Heiße Tage) prognostiziert		<u>Sensible Bevölkerung:</u> - Überwiegend mittleres Schadenspotenzial in allen Ortslagen - In den Randlagen der meisten Ortsteile hohes Schadenspotenzial		Erheblich	Stadtplanung, Grünflächenamt, Bevölkerungsschutz, Öffentlichkeitsarbeit <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit, Energie (wg. Klimaanlagen-Strombedarf)</i>
			<u>Kindereinrichtungen / Spielplätze</u> 24 betroffene Einrichtungen (v.a. Spiel- und Bolzplätze; 4 Kindergärten)		Erheblich	Bevölkerungsschutz, Grünflächenamt, Kindereinrichtungen
Starkregen/ Bevölkerungsschutz	- Betroffenheit bei extremen Ereignissen (90 mm in 1 h) - Mögliche Probleme mit Stromversorgung bei längeren Ausfällen		- Kläranlage vulnerabel - Öffentliche Stromversorgung tlw. schutzbedürftig (Sicherheitsdienst) - Stromversorgung der Feuerwehr tlw. über mehrere Tage sichergestellt		Bedingt erheblich	Bevölkerungsschutz (Feuerwehr, Polizei), Verwaltung (Krisenstab) <i>Bezug zu Handlungsfeld: Energiewirtschaft</i>
Starkregen/ Überflutungsschutz und Katastrophenvorsorge	Flächige Überflutungen bei einem extremen Ereignis (90 mm/h) nach SRRM der Stadt Erkelenz		- Kläranlage stark betroffen - Stromversorgung der Kläranlage vulnerabel		Erheblich	Gewässerunterhaltung, Tiefbauamt, Bevölkerungsschutz <i>Bezug zu Handlungsfeld: Energiewirtschaft; Bevölkerungsschutz</i>

5.2 Cluster Land: Boden, Landwirtschaft, Wald- und Forstwirtschaft und Biologische Vielfalt

Themenfeld	Exposition / Gefahrenpotenzial		Schadenspotenzial / Resilienzen		Risiko	Akteursfeld
Erosion (windgebunden– äo-lich)	Oberböden aufgrund hohen Feinanteils erst bei langanhaltender Trockenheit gefährdet		Lt. Landwirtschaftskammer NRW bislang kein relevantes Auftreten im Stadtgebiet (hier erst Ereignisse ab 10 t/ ha/ a beachtlich)		Geringfügig	Landwirtschaft
Erosion (wassergebunden)	- Presseberichte über einzelne Ereignisse und Problemzonen vorhanden - Karte weist großflächig gefährdete Oberböden nach GD NRW aus		- Lt. Landwirtschaftskammer NRW bislang kein relevantes Problem im Stadtgebiet; Ereignisse erst ab 10 t/ha/a relevant - Einzelne Schadensereignisse an Infrastruktur (bspw. A 46) und Bebauungen sind bekannt (Anschwemmung) - Teilbewertung weist bei extremen Ereignissen flächige Bereiche in einzelnen Ortslagen aus, zudem sind Schwerpunkte in Senken und Rinnen vorhanden - Bodendegradation- /Denudation, Ernteaussfälle/ -Einbußen langfristig möglich		Erheblich	Bevölkerungsschutz, Landwirtschaft, Tiefbauamt, Verkehrs- und Straßenverwaltung
			Landwirtschaftskammer wird ab Schwellenwert aktiv und berät betroffene Landwirte			
Starkregen: Niederschlagsabfluss			- Entlastungspotenziale für Unterlieger - Entlastungspotenziale im Freiraum vorhanden (landwirtschaftliche Flächen)		Geringfügig	Landwirtschaftskammer, Landwirte, Landschaftsplanung, Tiefbauamt <i>Bezug zu Handlungsfeld: Wasserwirtschaft, Raumplanung</i>
Bodenwasserhaushalt	Böden aber mit geringer Versickerungseignung und Tendenz zum Aushärten		- Landwirte arbeiten bislang erst tlw. mit Bewässerungssystemen (tlw. Konflikte mit Sumpfungsmaßnahmen für den Tagebau) - Mögliche Ernteaussfälle /- Einbußen		Geringfügig	Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Naturschutz
	Böden überwiegend mit guter Wasserspeicherkapazität		Waldflächen meist gewässernah (resilient)			
Bodenwärmehaushalt	Böden bei längeren Trockenperioden ohne Kühlwirkung im Tageszeitraum		Mögliche Ernteaussfälle /- Einbußen (s.o.)		Bedingt erheblich	

Themenfeld	Exposition / Gefahrenpotenzial		Schadenspotenzial / Resilienzen		Risiko	Akteursfeld
	Böden nachts mit hoher Kaltluftproduktion		Hoher Anteil vulnerabler Bevölkerung in hitzebelasteten Bereichen (Tageszeitraum)			Landwirtschaft, Gesundheit (Pflegedienste, Altenheime, Schulen, etc.), Naturschutz <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit</i>
Phänologie	- Vegetationszeit heute schon länger als in Vergangenheit, in Zukunft > 200 Tage pro Jahr - Eng gekoppelt an pflanzenverfügbares Wasser (bspw. Frühjahrsniederschläge)		- Baumkrankheiten/- Pflanzenausfälle: Grünflächenamt passt bereits Pflanzzeiten und Bewässerung an - Ernteauffälle/-Einbußen: Landwirte passen bereits Fruchtfolge, Bewässerung und Anbauzeiten/ -Strategien an - Einzelne Arten anfällig (bspw. Kuckuck)		Bedingt erheblich	Grünflächenbewirtschaftung, Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz
Lebensraumverluste	- Veränderung von Gewässer- und gewässerabhängigen Lebensräumen durch geringe Wasserstände, Eutrophierung, Sauerstoffverfügbarkeit - eng gekoppelt an pflanzenverfügbares Wasser (bspw. Frühjahrsniederschläge; diese sollen zunehmen). Problematisch können aber dennoch hohe Jahr-zu-Jahr Schwankungen werden - Verlust von Waldflächen mit nicht resilientem Baumbestand		- nur wenige Stillgewässer im Stadtgebiet - nur wenige grundwasserabhängige Ökosysteme (28 ha < 0,01 % des Stadtgebiets) im Stadtgebiet, diese oftmals an Quellbereichen von Fließgewässern bzw. deren Aue - Fließgewässer (siehe oben) tlw. schon durch Sümpfung beeinträchtigt		Bedingt erheblich	Naturschutz, Gewässerunterhaltung, Landwirtschaft
Ertrag und Qualität der Ernteprodukte	- Veränderung der Ertragsstabilität - Qualitätsveränderungen - Veränderung des Artenspektrums (im Grünland) - Neue Ackerunkräuter oder Schädlinge		- Konflikte zwischen Marktsituation, Preis und Anbauerspektiven (Trend zu Hackfrucht- und Tunnelanbau, der aber teuer und aufwändig; Nachfrage tlw. geringer) - Hohe Jahr-zu-Jahr Variabilität erschwert Anpassung		Erheblich	Landwirtschaft <i>Bezug zu Handlungsfeld: Wirtschaft</i>
	Fortlaufende Anpassung von Anbaumethoden und Feldfrüchten bereits Berufspraxis		Landwirtschaftskammer sieht Bedarf für Glyphosateinsatz (wg. bodenschonender Bearbeitung); Verbot wäre zusätzliche Herausforderung			

Themenfeld	Exposition / Gefahrenpotenzial		Schadenspotenzial / Resilienzen		Risiko	Akteursfeld
Tiergesundheit / -haltung	- Beeinträchtigung der Gesundheit des Tiers durch Hitzestress, Parasiten, Krankheiten und deren Verbreitung - Beeinträchtigung der Tiergesundheit durch kontaminiertes Trinkwasser (u. a. auch nach heftigen Regenfällen) - Veränderung der Produktqualität (bspw. Milch d. Keimdruck) - Produktionsveränderungen durch höhere Sommertemperaturen und Hitzestress		- In Erkelenz nur geringer Anteil an kommerzieller Tierhaltung, vorw. Ackerbau - Private Geflügelhaltung ist anfällig gegenüber Vektoren aus Wildpopulationen bzw. sie wirkt auf diese selbst ein		Geringfügig	Landwirtschaft (Tierhaltung), Veterinärämter, private Tierhalter, Naturschutz
Wald und Gehölze (inkl. Forstflächen)	- Veränderung der Baumartenzusammensetzung in Beständen - Schäden / Vitalitätsbeeinträchtigungen durch neue Krankheiten / Schädlinge (Borkenkäfer) - Produktivitätseffekte		- Erkelenz mit nur geringem Waldanteil, davon hoher Anteil in Schutzgebieten als standortgerechte Laubmischwälder - Teile der Klimaschutzwälder liegen in düreempfindlichen oder grundwasserabhängigen Standorten		Bedingt erheblich	Forstwirtschaft, Naturschutz, Grünflächenbewirtschaftung
	Geringer Anteil von Fichten-Monokulturen		Grünflächenamt pflanzt bevorzugt angepasste Arten			
Verkehrsablauf	<u>Behinderungen / Unterbrechungen als Folge von Starkregen</u> Flächige oder punktuelle Überflutungen bei einem extremen Ereignis (90 mm/h) nach SRRM der Stadt Erkelenz		Insbesondere Autobahn A 46 anfällig; besonders bei Maisanbau auf angrenzender Ackerflur		Bedingt erheblich	Verkehr, Landwirtschaft, Bevölkerungsschutz (Feuerwehr, Rettungsdienste), Polizei

5.3 Cluster Raumplanung und Bevölkerungsschutz: Raumordnung, Regional- und Bauleitplanung und Bevölkerungsschutz (im Sinne Katastrophenschutz)

Themenfeld	Exposition / Gefahrenpotenzial		Schadenspotenzial / Resilienzen		Risiko	Akteursfeld
Nächtliche Überwärmung Siedlungsbereiche	- Belastung in Innenstadtlagen und Ortszentren; - Häufigeres Auftreten belastender Witterungslagen (Tropennächte) prognostiziert - Topographiebedingt ist keine Kühlung der Erkelenzer Innenstadt durch externe Kaltluftzufuhr erreichbar		<u>Sensible Bevölkerung:</u> - Hohes Schadenspotenzial nur in der Erkelenzer Innenstadt (Starke UHI, hoher Anteil sensibler Bevölkerung) - In den größeren Dörfern tlw. mittlere Schadenspotenziale		Bedingt erheblich	Stadtplanung, Bevölkerungsschutz, Öffentlichkeitsarbeit <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit, Energie (wg. Klimaanlagen-Strombedarf)</i>
			<u>Soziale Einrichtungen</u> - Soziale Einrichtungen teilweise mit hohem und mittleren Schadenspotenzial in Erkelenzer Innenstadt - Zwei Einrichtungen mit geringem Schadenspotenzial in Hetzerath und Katzem		Bedingt erheblich	Amt für Kinder, Jugend, Familie und Soziales, Bauaufsichts- und Hochbauamt, Bevölkerungsschutz, Betreiber sozialer Einrichtungen <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit, Energie (wg. Klimaanlagen-Strombedarf)</i>
Hitzebelastung Siedlungsbereiche tagsüber	- Starke bis Extreme PET-Werte in allen Ortslagen und v.a. an den Ortsrändern - Häufigeres Auftreten belastender Witterungslagen (Heiße Tage) prognostiziert		<u>Sensible Bevölkerung:</u> - Überwiegend mittleres Schadenspotenzial in allen Ortslagen - In den Randlagen der meisten Ortsteile hohes Schadenspotenzial		Erheblich	Öffentlichkeitsarbeit, Stadtplanung, Grünflächenamt, Bevölkerungsschutz <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit, Energie (wg. Klimaanlagen-Strombedarf)</i>
			<u>Kindereinrichtungen / Spielplätze</u> 24 hochgradig betroffene Einrichtungen (v.a. Spiel- und Bolzplätze; 4 Kindergärten)		Erheblich	Bevölkerungsschutz, Grünflächenamt, Kindereinrichtungen
Starkregen/ Hochwasserschutz	- Erkelenz ist aufgrund der Topografie (Kuppenlage) „Quellort“ von Niers und Schwalm; sowie der Bachzuflüsse in Richtung Rurtal (Nysterbach, Floßbach, ...) - Jeder Zufluss in Erkelenz führt zu erhöhten Abflüssen in diesen Gewässern.		- Schadenspotenzial im Rurtal (außerhalb des Stadtgebiets) tlw. sehr hoch - Schadenspotenziale auch im Bereich der Niers bei Wanlo; dort aber geringer - Rückhalt- und Abflussminderungspotenziale im Stadtgebiet in Kuppenlagen		Erheblich	Stadtplanung, Gewässerunterhaltung, Tiefbauamt, Bevölkerungsschutz

Themenfeld	Exposition / Gefahrenpotenzial		Schadenspotenzial / Resilienzen	Risiko	Akteursfeld
Starkregen/ Überflutungsschutz	- Betroffenheit bei extremen Ereignissen (90 mm in 1 h) - Bearbeitung im Rahmen des SRRM der Stadt Erkelenz		<u>Kindereinrichtungen / Spielplätze</u> Mehrere hochgradig betroffene Einrichtungen; darunter mehrere Schulen und Kindergärten	Sehr erheblich	Stadtplanung, Grünflächenamt, Amt für Kinder, Jugend, Familie und Soziales, Bauaufsichts- und Hochbauamt, Bevölkerungsschutz (Feuerwehr, Rettungsdienste), Kindereinrichtungen <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit</i>
	- Betroffenheit bei extremen Ereignissen (90 mm in 1 h) - Oftmals Probleme durch verstopfte Grabensysteme oder übermäßige Einleitung in Gräben		- Zahlreiche „Problemstellen“ bekannt und im Rahmen des SRRM der Stadt Erkelenz in Abarbeitung begriffen - Anteil der direkt Betroffenen vulnerablen Bereiche eher gering mit Ausnahme Lövenich	Bedingt erheblich	Stadtplanung; Tiefbauamt; Bevölkerungsschutz; Landwirtschaft
Starkregen/ Bevölkerungsschutz	- Betroffenheit bei extremen Ereignissen (90 mm in 1 h) - Mögliche Probleme mit öffentlicher und städtischer Stromversorgung bei längeren Ausfällen		- Kläranlage vulnerabel - Öffentliche Stromversorgung tlw. schutzbedürftig (Sicherheitsdienst) - Stromversorgung der Feuerwehr tlw. über mehrere Tage sichergestellt	Bedingt erheblich	Bevölkerungsschutz (Feuerwehr, Polizei), Verwaltung (Krisenstab) <i>Bezug zu Handlungsfeld: Energiewirtschaft</i>
Starkregen/ Überflutungsschutz und Katastrophenvorsorge	Flächige Überflutungen bei einem extremen Ereignis (90 mm/h) nach SRRM der Stadt Erkelenz		- Kläranlage stark betroffen - Stromversorgung der Kläranlage vulnerabel	Erheblich	Gewässerunterhaltung, Tiefbauamt, Bevölkerungsschutz <i>Bezug zu Handlungsfeld: Energiewirtschaft; Bevölkerungsschutz</i>

5.4 Cluster Wasser: Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft

Themenfeld	• Exposition / Gefahrenpotenzial	• Schadenspotenzial / Resilienzen	Risiko	Akteursfeld
Starkregen/ Hochwasserschutz	• Erkelenz ist aufgrund der Topografie (Kuppenlage) „Quellort“ von Niers und Schwalm; sowie der Bachzuflüsse in Richtung Rurtal (Nysterbach, Floßbach, ...) • Jeder Zufluss in Erkelenz führt zu erhöhten Abflüssen in diesen Gewässern.	• Schadenspotenzial im Rurtal außerhalb des Stadtgebiets tlw. sehr hoch • Schadenspotenziale im Bereich der Niers bei Wanlo; dort aber geringer • Rückhalt- und Abflussminderungspotenziale im Stadtgebiet in Kuppenlagen	Bedingt erheblich	Stadtplanung, Gewässerunterhaltung, Tiefbauamt, Bevölkerungsschutz <i>Bezug zu Handlungsfeld: Raumplanung, Bevölkerungsschutz</i>
Starkregen/ Überflutungsschutz und Katastrophenvorsorge	• Flächige Überflutungen mit einzelnen Schwerpunkträumen bei einem extremen Ereignis (90 mm/h) nach SRRM der Stadt Erkelenz	• Kläranlage mäßig betroffen (schadloser Abfluss über Wegebefestigungen) • Stromversorgung der Kläranlage vulnerabel	Bedingt erheblich	Gewässerunterhaltung, Tiefbauamt, Bevölkerungsschutz <i>Bezug zu Handlungsfeld: Energiewirtschaft; Bevölkerungsschutz</i>
Starkregen: Entwässerung	• Tlw. bereits Folgen großer gewerblicher oder landwirtschaftlicher Bauwerke auf Entwässerungsnetze vorhanden	• Entlastungspotenziale gegenüber Unterlieger • Nur vereinzelt Retentionskapazitäten im Siedlungsbestand vorhanden (Dachbegrünung, Retentionsbecken, etc.) • Entlastungspotenziale im Freiraum vorhanden (landwirtschaftliche Flächen)	Geringfügig	Bezirksregierung, Stadtplanung, Investoren / Anlagenbetreiber <i>Bezug zu Handlungsfeld: Wasserwirtschaft, Raumplanung, Landwirtschaft</i>
Starkregen/ Überflutungsschutz	• Betroffenheit bei extremen Ereignissen (90 mm in 1 h)	<u>Kindereinrichtungen / Spielplätze</u> • Mehrere hochgradig betroffene Einrichtungen; darunter mehrere Schulen und Kindergärten	Sehr erheblich	Stadtplanung, Amt für Kinder, Jugend, Familie und Soziales, Bauaufsichts- und Hochbauamt, Grünflächenamt, Bevölkerungsschutz (Feuerwehr, Rettungsdienste), Kindereinrichtungen <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit</i>
	• Betroffenheit bei extremen Ereignissen (90 mm in 1 h) • Oftmals Probleme durch verstopfte Grabensysteme oder übermäßige Einleitung in Gräben	• Zahlreiche „Problemstellen“ bekannt und im Rahmen des SRRM der Stadt Erkelenz in Abarbeitung begriffen • Anteil der direkt Betroffenen mit Ausnahme Lövenich vulnerablen Bereiche eher gering	Bedingt erheblich	Stadtplanung; Tiefbauamt; Bevölkerungsschutz; Landwirtschaft

Themenfeld	• Exposition / Gefahrenpotenzial		• Schadenspotenzial / Resilienzen		Risiko	Akteursfeld
			Entlastungspotenziale im Freiraum vorhanden (landwirtschaftliche Flächen)			
Starkregen/ Bevölkerungsschutz	- Betroffenheit bei extremen Ereignissen (90 mm in 1 h) - Mögliche Probleme mit öffentlicher und städtischer Stromversorgung bei längeren Ausfällen		- Öffentliche Stromversorgung tlw. schutzbedürftig (Sicherheitsdienst) - Stromversorgung der Feuerwehr tlw. über mehrere Tage sichergestellt		Bedingt erheblich	Bevölkerungsschutz (Feuerwehr, Polizei), Verwaltung (Krisenstab) <i>Bezug zu Handlungsfeld: Energiewirtschaft</i>
Starkregen: Krankenhaus	- Krankenhaus bereits in Vergangenheit tlw. direkt betroffen bei Unwetter - Betroffenheit bei extremen Ereignissen (90 mm in 1 h) eher punktuell		- Stromversorgung (Notstrom) vulnerabel (im Keller; Zugang für Feuerwehr erschwert) - Unterführungen Bahntrasse machen Umwege bei Evakuierung oder im Rettungsdienst nötig		Geringfügig	Krankenhaus, Bevölkerungsschutz (Feuerwehr, Rettungsdienste)
Kritische Infrastruktur	- Flächige oder punktuelle Überflutungen bei einem extremen Ereignis (90 mm/h) nach SRRM der Stadt Erkelenz - Schwache Tendenz zu zunehmenden Eintrittswahrscheinlichkeiten		Vorläufige Analyse zeigt eine Vielzahl betroffener Elemente der kritischen Infrastrukturen (siehe SRRM der Stadt Erkelenz)		Bedingt erheblich	Bevölkerungsschutz, Energieversorger, Stadtplanung <i>Bezug zu Handlungsfeld: Wasserhaushalt</i>
Lebensraumverluste	- Veränderung von Gewässer- und gewässerabhängigen Lebensräumen durch geringe Wasserstände, Eutrophierung, Sauerstoffverfügbarkeit - eng gekoppelt an pflanzenverfügbares Wasser (bspw. Frühjahrsniederschläge; diese sollen zunehmen). Problematisch können aber dennoch hohe Jahr-zu-Jahr Schwankungen werden - Verlust von Waldflächen mit nicht resilientem Baumbestand		- nur wenige Stillgewässer im Stadtgebiet - nur wenige grundwasserabhängige Ökosysteme (28 ha < 0,01 % des Stadtgebiets) im Stadtgebiet, diese oftmals an Quellbereichen von Fließgewässern bzw. deren Aue - Fließgewässer (siehe oben) tlw. durch Sumpfungsmaßnahmen für den Tagebau beeinträchtigt		Bedingt erheblich	Naturschutz, Gewässerunterhaltung, Landwirtschaft

5.5 Cluster Gesundheit: Menschliche Gesundheit

Themenfeld	• Exposition / Gefahrenpotenzial	• Schadenspotenzial / Resilienzen	Risiko	Akteursfeld
Hitzebelastung: Sensible Bevölkerung	- Starke bis Extreme PET-Werte in allen Ortslagen und v.a. an den Ortsrändern - Häufigeres Auftreten belastender Witterungslagen (Heiße Tage) prognostiziert	<u>Sensible Bevölkerung:</u> - Überwiegend mittleres Schadenspotenzial in allen Ortslagen - In den Randlagen der meisten (älteren) Ortsteile hohes Schadenspotenzial aufgrund Bevölkerungsstruktur	Erheblich	Öffentlichkeitsarbeit, Stadtplanung, Grünflächenamt, Bevölkerungsschutz <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit, Energie (wg. Klimaanlagen-Strombedarf)</i>
Hitzebelastung: Soziale Einrichtungen	<u>Kindereinrichtungen / Spielplätze</u> 24 hochgradig betroffene Einrichtungen (v.a. Spiel- und Bolzplätze; 4 Kindergärten)	<u>Kindereinrichtungen / Spielplätze</u> - Gesundheitliche Folgen aufgrund von starker Frequentierung bei Sonnenschein - Vegetation in neuen Wohngebieten (u. a. Umsiedlungsstandorte) tlw. noch nicht voll entwickelt	Erheblich	Bevölkerungsschutz, Grünflächenamt, Kindereinrichtungen
Starkregen: Krankenhaus	- Krankenhaus bereits in Vergangenheit bei Unwetter tlw. direkt betroffen - Betroffenheit bei extremen Ereignissen (90 mm in 1 h) eher punktuell	- Stromversorgung (Notstrom) vulnerabel (im Keller; Zugang für Feuerwehr erschwert) - Unterführungen Bahntrasse machen Umwege bei Evakuierung oder im Rettungsdienst nötig	Geringfügig	Krankenhaus, Bevölkerungsschutz (Feuerwehr, Rettungsdienste) <i>Bezug zu Handlungsfeld: Bevölkerungsschutz</i>
Nächtliche Überwärmung	- Belastung in Innenstadtlagen und Ortszentren - Häufigeres Auftreten belastender Witterungslagen (Tropennächte) prognostiziert - Topografie-bedingt keine Kühlung der Erkelenzer Innenstadt durch externe Kaltluftzufuhr möglich	<u>Sensible Bevölkerung:</u> - Hohes Schadenspotenzial nur in der Innenstadt von Erkelenz (starke UHI, hoher Anteil sensibler Bevölkerung) - In den größeren Dörfern tlw. mittlere Schadenspotenziale	Bedingt erheblich	Stadtplanung, Bevölkerungsschutz, Öffentlichkeitsarbeit <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit, Energie (wg. Klimaanlagen-Strombedarf)</i>
		<u>Soziale Einrichtungen</u> - Soziale Einrichtungen teilweise mit hohem und mittleren Schadenspotenzial in Erkelenzer Innenstadt - Zwei Einrichtungen mit geringem Schadenspotenzial in Hetzerath und Katzem	Bedingt erheblich	Stadtplanung, Amt für Kinder, Jugend, Familie und Soziales, Bauaufsichts- und Hochbauamt, Bevölkerungsschutz, Betreiber sozialer Einrichtungen <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit, Energie (wg. Klimaanlagen-Strombedarf)</i>

Themenfeld	• Exposition / Gefahrenpotenzial		• Schadenspotenzial / Resilienzen		Risiko	Akteursfeld
Hitzebelastung tagsüber	- Starke bis Extreme PET-Werte in allen Ortslagen und v.a. an den Ortsrändern - Häufigeres Auftreten belastender Witterungslagen (Heiße Tage) prognostiziert		<u>Sensible Bevölkerung:</u> - Überwiegend mittleres Schadenspotenzial in allen Ortslagen - In den Randlagen der meisten Ortsteile hohes Schadenspotenzial		Erheblich	Öffentlichkeitsarbeit, Stadtplanung, Grünflächenamt, Bevölkerungsschutz, <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit, Energie (wg. Klimaanlagen-Strombedarf)</i>
			<u>Kindereinrichtungen / Spielplätze</u> Mehrere hochgradig betroffene Einrichtungen (v.a. Spiel- und Bolzplätze; 4 Kindergärten)		Erheblich	Bevölkerungsschutz, Grünflächenamt, Kindereinrichtungen
Starkregen/ Überflutungsschutz	Betroffenheit bei extremen Ereignissen (90 mm in 1 h)		<u>Kindereinrichtungen / Spielplätze</u> Mehrere hochgradig betroffene Einrichtungen; darunter mehrere Schulen und Kindergärten		Sehr erheblich	Stadtplanung, Amt für Kinder, Jugend, Familie und Soziales, Bauaufsichts- und Hochbauamt, Betreiber sozialer Einrichtungen, Grünflächenamt, Bevölkerungsschutz (Feuerwehr, Rettungsdienste), Kindereinrichtungen <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit</i>
	- Betroffenheit bei extremen Ereignissen (90 mm in 1 h) - Oftmals Probleme durch verstopfte Grabensysteme oder übermäßige Einleitung in Gräben		- Zahlreiche „Problemstellen“ bekannt und im Rahmen des SRRM der Stadt Erkelenz in Abarbeitung begriffen - Anteil der direkt Betroffenen vulnerablen Bereiche mit Ausnahme Lövenich eher gering		Bedingt erheblich	Stadtplanung; Tiefbauamt; Bevölkerungsschutz; Landwirtschaft
Gesundheit / Leistungsfähigkeit der Beschäftigten	Insbesondere starke Aufheizung im Tageszeitraum, v.a. in Ortsrandlagen		- Arbeitgeber passen tlw. Arbeitszeiten an bzw. treffen Vorsorge; Sensibilisierung ggf. erforderlich - Kreis Heinsberg verfügt derzeit noch über keinen Hitzeaktionsplan		Bedingt erheblich	Bau- und Landwirtschaft, Verkehrsbetriebe, Gesundheitsamt (Arbeitsschutz) <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit</i>
Bodenwärmehaushalt	Böden bei längeren Trockenperioden ohne Kühlwirkung im Tageszeitraum		- Mögliche Ernteauffälle /- Einbußen (s.o.) - Hoher Anteil vulnerabler Bevölkerung in hitzebelasteten Bereichen (Tageszeitraum)		Bedingt erheblich	Landwirtschaft, Gesundheit (Pflegedienste, Altenheime, Schulen, etc.), Naturschutz

Themenfeld	• Exposition / Gefahrenpotenzial		• Schadenspotenzial / Resilienzen		Risiko	Akteursfeld
						<i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit</i>
	Böden nachts mit hoher Kaltluftproduktion		- Mögliche Ernteauffälle /- Einbußen (s.o.) - Hoher Anteil vulnerabler Bevölkerung in hitzebelasteten Bereichen (Tageszeitraum)		Bedingt erheblich	Landwirtschaft, Gesundheit (Pflegedienste, Altenheime, Schulen, etc.), Naturschutz <i>Bezug zu Handlungsfeld: Gesundheit</i>

5.6 Cluster Wirtschaft: Industrie und Gewerbe, Tourismuswirtschaft und Finanzwirtschaft

Themenfeld	• Exposition / Gefahrenpotenzial		• Schadenspotenzial / Resilienzen		Risiko	Akteursfeld
Starkregen: Entwässerung	• Tlw. bereits Folgen großer Gewerblicher oder landwirtschaftlicher Bauwerke auf Entwässerungsnetze vorhanden		• Hohe Verantwortung für Unterlieger • Nur vereinzelt Retentionskapazitäten im Bestand vorhanden (Dachbegrünung, Retentionsbecken, etc.)		Geringfügig	Stadtplanung, Investoren / Anlagenbetreiber <i>Bezug zu Handlungsfeld: Wasserwirtschaft, Raumplanung</i>
Ertrag und Qualität der Ernteprodukte	• Veränderung der Ertragsstabilität • Qualitätsveränderungen • Veränderung des Artenspektrums (im Grünland) • Ausbreitung neue Ackerunkräuter oder Schädlinge		• Konflikte zwischen Marktsituation, Preis und Anbauperspektiven (Trend zu Hackfrucht- und Tunnelanbau, der aber teuer und aufwändig ist; Nachfrage tlw. geringer) • Hohe Jahr-zu-Jahr Variabilität erschwert Anpassung		Erheblich	Landwirtschaft <i>Bezug zu Handlungsfeld: Wald- und Forstwirtschaft, Landwirtschaft</i>
	• Fortlaufende Anpassung von Anbaumethoden und Feldfrüchten bereits Berufspraxis		• Landwirtschaftskammer sieht Bedarf für Glyphosateinsatz (wg. bodenschonender Bearbeitung); Verbot wäre zusätzliche Herausforderung			

6. Räumliche Spezifizierung

Um zu einer räumlich-expliziten Risikobewertung für die einzelnen Handlungsfelder in der Stadt Erkelenz zu gelangen, werden einzelne der bereits in Abschnitt 5 aufgeführten planerischen Themenfelder im Detail betrachtet. Soweit möglich wurde dabei auf verfügbare Daten aus der öffentlichen Geodateninfrastruktur in NRW bzw. der Kommunen zurückgegriffen.

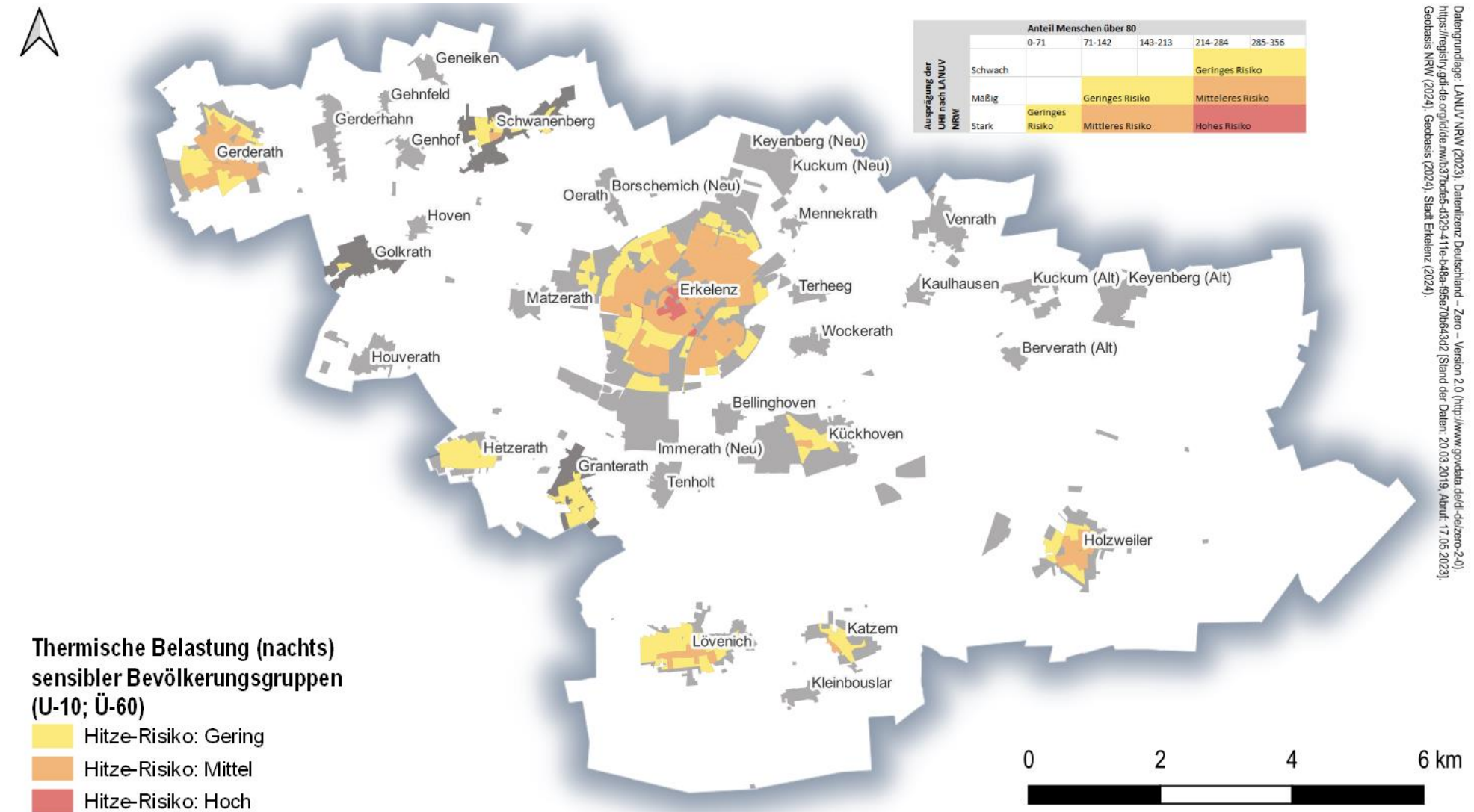
6.1 Teilbewertung: Thermische Belastung (nachts) sensibler Bevölkerungsgruppen

Zur Bewertung der thermischen Belastung sensibler Bevölkerungsgruppen wurden aus den statistischen Daten der der Stadt Erkelenz zunächst die Bevölkerungsdaten durch Bildung von Quantilen klassifiziert. Zur Beurteilung der nächtlichen Wärmebelastung wurden die Daten der LANUV Klimaanalyse (LANUV NRW 2024) herangezogen, in diesem Fall die Ausprägung der urbanen Wärmeinsel (UHI) mit den drei Stufen ‚UHI stark‘, ‚UHI mäßig‘, ‚UHI schwach‘. Die Bewertung erfolgt als Verschneidung anhand der in Tabelle 12 dargestellten Matrix.

Tabelle 12: Bewertungsmatrix UHI-Risiko

		Anzahl sensible Bevölkerung		
		0-71	71-213	214-356
Ausprägung der UHI nach LANUV NRW	Schwach			Geringes Risiko
	Mäßig		Geringes Risiko	Mittleres Risiko
	Stark	Geringes Risiko	Mittleres Risiko	Hohes Risiko

In Bezug auf die nächtliche Überwärmung zeigt sich insgesamt, dass die Belastung sensibler Bevölkerungsgruppen durch fehlende Auskühlung nur im Bereich der Erkelenzer Innenstadt zu einem hohen Risiko führt. Mäßige Risiken betreffen das Umfeld der Innenstadt, sowie die größeren Ortschaften Gerderath und Holzweiler, sowie nachrangig Lövenich. Die übrigen Ortsteile weisen überwiegend Bereiche mit geringem oder keinem relevanten Risiko auf.



Datengrundlage: LANUV NRW (2023). Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0 (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>).
<https://repository.gdi.de/record/nw/637/bockel-d329-411e-b48a-95e70b643d2> (Stand der Daten: 20.03.2019, Abruf: 17.05.2023).
 Geobasis NRW (2024). Geobasis (2024). Stadt Erkelenz (2024).

Abbildung 29: Risikobewertung zur thermischen Belastung sensibler Bevölkerungsgruppen im Nachtzeitraum
 Datenquelle: BKR auf Basis zitierter Grundlagen.

6.2 Teilbewertung: Thermische Belastung (tags) sensibler Bevölkerungsgruppen

Zur Bewertung der thermischen Belastung sensibler Bevölkerungsgruppen wurden aus den statistischen Daten der Stadt Erkelenz zunächst die Bevölkerungsdaten durch Bildung von Quantilen klassifiziert. Zur Beurteilung der Hitzebelastung (tags) wurden die Daten der LANUV Klimaanalyse (LANUV NRW 2024) herangezogen, in diesem Fall die Ausprägung der **physiologisch äquivalenten Temperatur** (PET) mit den drei Stufen ‚Siedlung: extrem: PET >41 °C‘, ‚Siedlung: stark: PET 35-41 °C‘, ‚Siedlung mäßig: PET 29-35 °C‘. Die Bewertung erfolgt als Verschneidung anhand der in Tabelle 12 dargestellten Matrix.

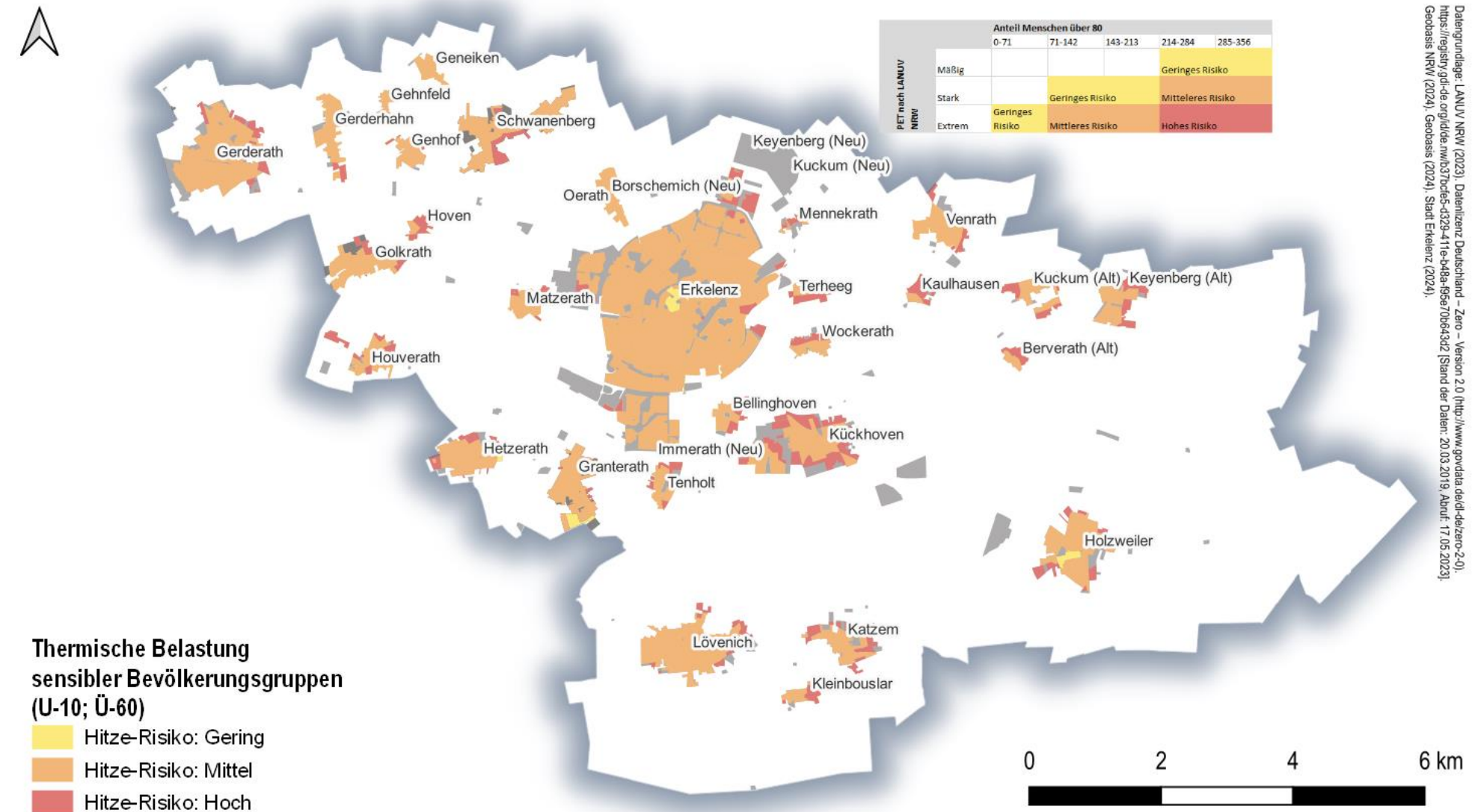
Soziale Einrichtungen und Infrastrukturen in Erkelenz wurden kartiert und hinsichtlich Risiken aufgrund von Hitzeereignissen bewertet. Hierzu wurden Daten zur Lage innerhalb der Klimatope sowie zur Verschattung durch Gebäude und Vegetation (Bäume) am 21.6. vormittags (10.30 Uhr), 13.36 Uhr (lokaler Sonnenhöchststand) und nachmittags (16.30 Uhr, tägliches Temperaturmaximum) mit den Standorten verschnitten.

Tabelle 13: Bewertungsmatrix UHI-Risiko

		Anzahl sensible Bevölkerung		
		0-71	71-213	214-356
PET nach LANUV NRW	Mäßig			Geringes Risiko
	Stark		Geringes Risiko	Mittleres Risiko
	Extrem	Geringes Risiko	Mittleres Risiko	Hohes Risiko

In Bezug auf die nächtliche Überwärmung zeigt sich insgesamt, dass die Belastung sensibler Bevölkerungsgruppen durch fehlende Auskühlung nur im Bereich der Erkelenzer Innenstadt zu einem hohen Risiko führt. Mäßige Risiken betreffend das Umfeld der Innenstadt, sowie die größeren Ortschaften Gerderath und Holzweiler, sowie nachrangig Lövenich. Die übrigen Ortsteile weisen überwiegend Bereiche mit geringem oder keinem relevanten Risiko auf.

Gegenüber der Hitze im Tagesverlauf weist eine Reihe von Ortsrändern in den Ortsteilen aufgrund einer erhöhten Anzahl an sensiblen Menschen (Kinder, ältere und alte Menschen) heute ein hohes Risiko auf. Im Zuge des demografischen Strukturwandels und der damit verbundenen Verjüngungsprozesse wird sich dieses Risiko in Zukunft reduzieren bzw. in die heute noch tendenziell jünger strukturierten Wohngebiete verlagern.



Datengrundlage: LANUV NRW (2023), Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0 (<http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0>), <https://register.gdi.de/ordcid/0m/b37cd65-4329-411e-b48a-05670b643d2> [Stand der Daten: 20.03.2019, Abruf: 17.05.2023], Geobasis NRW (2024), Geobasis (2024), Stadt Erkelenz (2024).

Abbildung 30: Risikobewertung zur thermischen Belastung sensibler Bevölkerungsgruppen im Tageszeitraum
Datenquelle: BKR auf Basis zitierter Grundlagen.

6.3 Teilbewertung: Hochwassergefahren

6.3.1 Überschwemmungsgebiete

Hochwassergefährdete Bereiche an Fließgewässern werden bereits seit vielen Jahren ermittelt. Um Menschen, Umwelt, Wirtschafts- und Kulturgüter vor Hochwassergefahren zu schützen werden in diesen Bereichen durch die Wasserbehörden beim Kreis bzw. der Bezirksregierung Überschwemmungsgebiete festgesetzt.

Überschwemmungsgebiete sind Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt, durchflossen bzw. für die Hochwasserrückhaltung beansprucht werden. Dazu zählen insbesondere auch Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern. Berechnungsgrundlage ist dabei bundeseinheitlich ein Hochwasserereignis, wie es statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten ist. Die Ausweisung von Überschwemmungsgebieten gehört zu den strategischen Vorsorgemaßnahmen im Hochwasserschutz mit unmittelbaren planungsrechtlichen Auswirkungen, wie z.B. Restriktionen bei der Ausweisung oder Erweiterung kommunaler Baugebiete. Festgesetzte Überschwemmungsgebiete dienen auch dem Erhalt oder der Gewinnung, insbesondere Rückgewinnung von Rückhalteflächen und der Regelung des Hochwasserabflusses.

Die „festgesetzten Überschwemmungsgebiete“ beziehen sich dabei auf ein Hochwasserereignis, das statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten ist.

Aufgrund seiner Topografie mit der Lage der Kernstadt auf einem Plateau oberhalb der Gewässersysteme von Schwalm, Niers und Wurm befinden sich im Stadtgebiet von Erkelenz vergleichsweise wenige festgesetzte Überschwemmungsgebiete. Diese befinden sich an den Bächen in den Hangbereichen zu den Niederungen von Wurm, Niers und Schwalm am Baaler Bach im Bereich von Lövenich, am Beeckbach nördlich von Erkelenz sowie an der Schwalm zwischen Geineken und Schwanenberg (siehe Abbildung 31).

6.3.2 Hochwasserrisiko- und –gefahrenkarten

Zur Vereinheitlichung und Verbesserung der Hochwasservorsorge sowie des Risikomanagements in Europa wurde 2007 die EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) erlassen. Darauf basierend werden heute sog. „Hochwassergefahren- und –risikokarten“ erstellt. Diese liegen für einzelnen Gewässer in Erkelenz für drei verschiedene Hochwasserszenarien vor:

- für ein Hochwasser mit einer hohen Wahrscheinlichkeit ($HQ_{\text{häufig}}$), welches statistisch gesehen ca. alle 20 Jahre auftritt,
- für ein Hochwasser mit einer mittleren Wahrscheinlichkeit, welches ca. alle 100 Jahre auftritt (HQ_{100}) sowie
- für ein extremes Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit (HQ_{extrem}).

In den Gefahrenkarten werden die Überflutungsflächen und –tiefen dargestellt. Dabei werden Gebiete ohne technische Schutzeinrichtungen von Gebieten, welche nur bei Versagen der vorhandenen Schutzeinrichtung überschwemmt werden, unterschieden. Die Hochwasserrisikokarten bauen auf den Gefahrenkarten auf und zeigen zusätzlich die durch Hochwasser bedrohten Menschen sowie Nutzungen und Einrichtungen, wie beispielsweise Schulen, Kindergärten und Seniorenheime. In Erkelenz sind nur zwei Stadtbereiche durch Gefahrenbereiche gemäß Gefahrenkarten nach WRRL betroffen (siehe Abbildung 32):

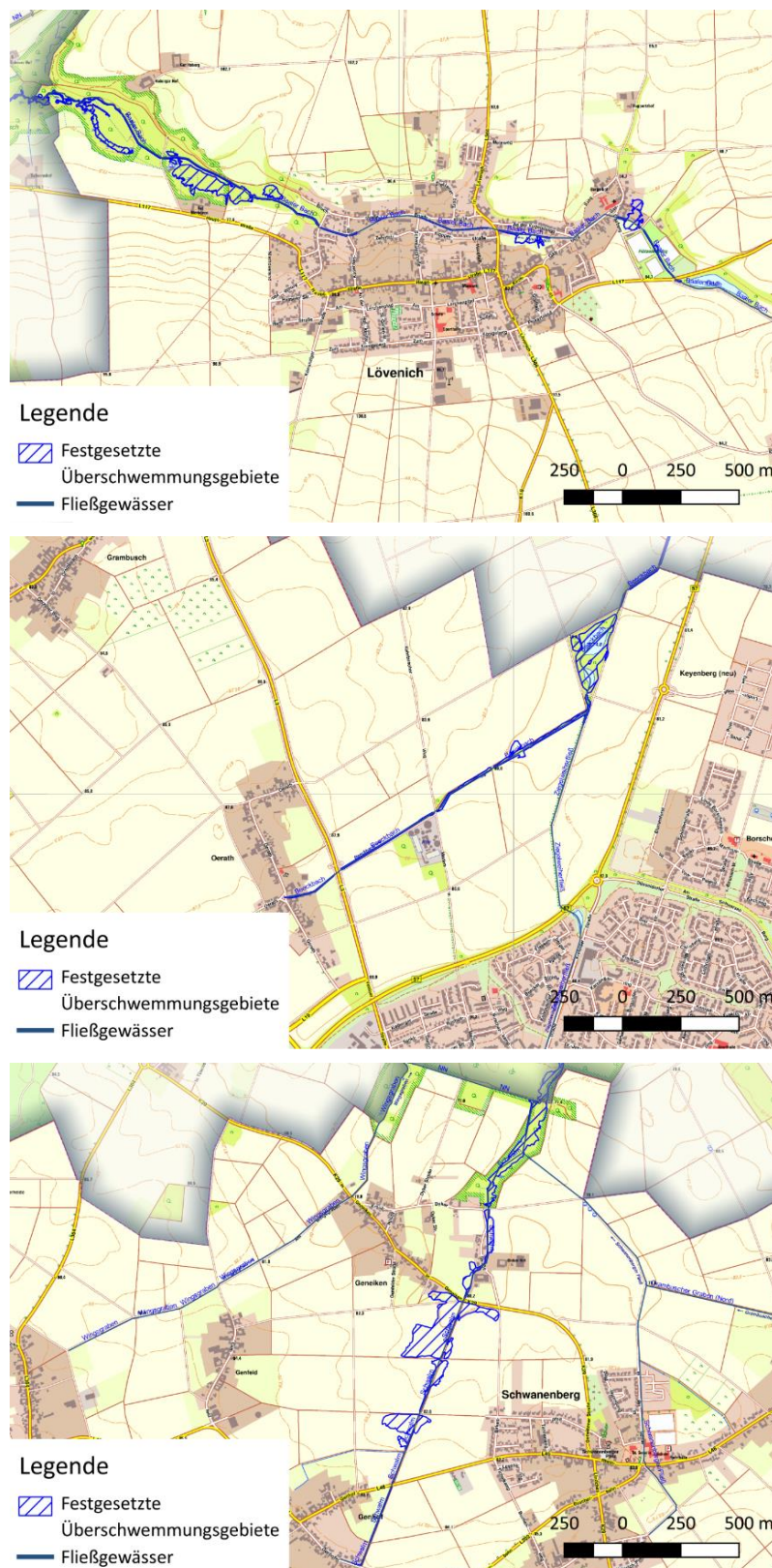


Abbildung 31: Festgesetzte Überschwemmungsgebiete an Baaler Bach, Beeckbach und Schwalm im Stadtgebiet von Erkelenz

Quelle: Bezirksregierung Köln Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

- In Erkelenz ist der Ortsteil Lövenich in besonderem Maße von Hochwasserrisiken betroffen, denn der Baaler Bach durchfließt den Siedlungsbereich. Die Hochwasserrisikokarten weisen für ein Hochwasser mittlerer Wahrscheinlichkeit etwa 20 Personen und für ein extremes Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit rund 100 Personen im jeweiligen Risikobereich aus.
- Daneben weist die Risikokarte gem. HWRM-RL in Kuckum Risikobereiche für das Wockerather Fließ aus, die jeweils weniger als 10 Personen betreffen.

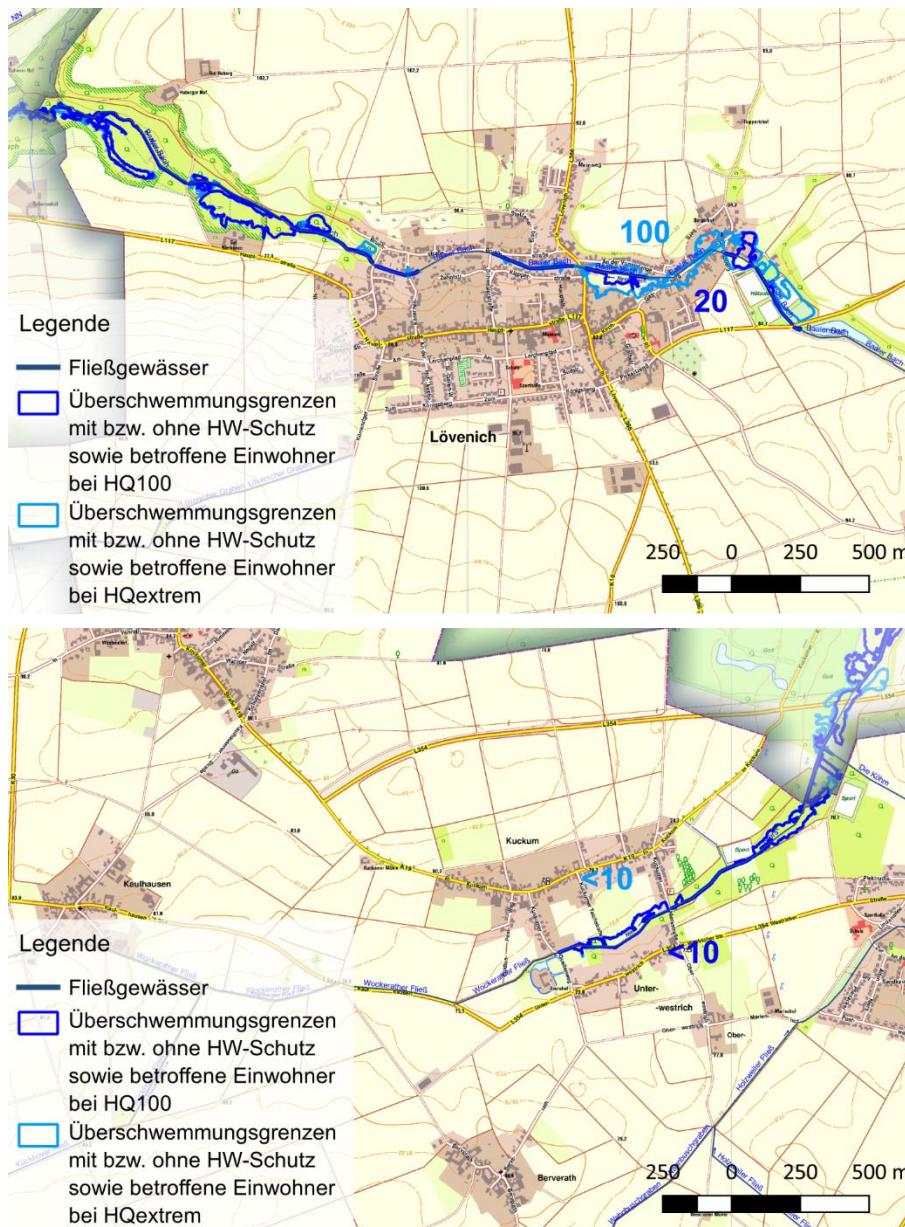


Abbildung 32: Hochwasserrisikobereiche an Gewässern im Stadtgebiet von Erkelenz gemäß HWRM-RL

Quelle: Bezirksregierung Köln Datenlizenz Deutschland Namensnennung 2.0

6.4 Teilbewertung: Starkregengefahren und Entlastungspotenziale

Das Tiefbauamt der Stadt Erkelenz hat ein Starkregenrisikomanagement SRRM (Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH & Stadt Erkelenz 2023a) mit dem Ziel beauftragt,

Risiken und Gefahren durch abfließenden Niederschlag aufgrund eines extremen Niederschlagsereignisses zu identifizieren und konkrete Maßnahmen zur Gefahrenabwehr und Risikominimierung abzuleiten; hierfür wurden zwei Szenarien mit einem Bemessungsregen der Jährlichkeit $T_{n_{100}} = 50$ mm in 60 Minuten und $T_{n_{\text{extrem}}} = 90$ mm in 60 Minuten berechnet.

Im Stadtgebiet zeigen sich an verschiedenen Stellen Risiken durch Überflutungen aufgrund der Einstauhöhe und der Fließgeschwindigkeiten. Dies betrifft einerseits Ortslagen in Senken und im Bereich von Gewässern, in denen sich das oberflächlich an den Hängen ablaufende Niederschlagswasser sammelt und als Flutwelle abfließt, wie bspw. Lövenich, Keyenberg und Golkrath, und andererseits Siedlungsbereiche in Kuppenlagen mit geringer Geländeneigung, in denen sich das Niederschlagswasser in lokalen Senken oder vor Hindernissen anstaut und nicht abfließen kann und auch die Kanalisation aufgrund der Kapazitätsgrenzen im Hinblick auf die ganz extremen Niederschlagsmengen dieses nicht aufnehmen kann, wie bspw. Erkelenz selbst.

6.4.1 Betroffene Siedlungsgebiete, kritische Infrastrukturen und soziale Infrastrukturen

Im Siedlungsbereich können bereits geringfügige Überflutungen erste Schäden verursachen. Gemäß Arbeitshilfe Kommunales Starkregenrisikomanagement des Landes NRW bestehen potenzielle Gefahren für Infrastruktur und Objekte bereits bei Wassertiefen von weniger als 10 cm, bspw. bei Wassereintritt durch ebenerdige Kellerfenster oder ebenerdige Lichtschächte von Kellerfenstern, Wassereintritt in tieferliegende Gebäudeteile, z. B. (Tief-) Garageneinfahrten oder ebenerdige Türen. Dies betrifft insbesondere stärker reliefierte Gebiete, in denen sich das Niederschlagswasser relativ schnell sammelt und abfließt. Bei flacher Topografie wie im Allgemeinen in Erkelenz mit Ausnahme der Ortslagen in den Bachtälern von Baaler Bach in Lövenich, Millicher Bach in Golkrath und Niers in Keyenberg, kann dies noch vernachlässigt werden.

Im Allgemeinen sind die Straßenräume baulich durch die Bordsteinhöhen von mind. 10 cm so ausgelegt, dass diese erst bei Überschreitung dieser Höhe im Hinblick auf den Gebäudebestand beachtenswert sind. Auch bieten Gebäude und andere bauliche Anlagen aufgrund von Drempeln, eine gewisse Sicherheit gegenüber etwas höhere Überflutungen.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen und den Vorgaben der Arbeitshilfe Kommunales Starkregenrisikomanagement des Landes NRW werden Überflutungen auf Grundstücken mit einer Einstauhöhe von bis zu 10 cm mit einer geringen, einer Einstauhöhe von 10 bis 25 cm als mittlere, einer Einstauhöhe von 25 bis 50 cm als hohe und ab 50 cm als sehr hohe Gefährdung bewertet. In der Kartendarstellung werden überdies noch Überflutungshöhen von 50 bis 100 und über 100 cm als extreme Gefährdung dargestellt.

Aufgrund der potenziellen Überflutungen durch den oberflächigen Abfluss eines extremen Niederschlagsereignisses ergeben sich Risiken und Gefahren für Gebäude, bauliche, technische und verkehrliche Infrastrukturen und sonstige Anlagen, Sachgüter und Menschen. Diese werden im Rahmen des Starkregenrisikomanagements der Stadt Erkelenz (Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH & Stadt Erkelenz 2023b) detailliert untersucht und dargestellt.

Erkennbar sind besondere Betroffenheiten durch Einstau von Niederschlagswasser eines extremen Niederschlagsereignisses in allen Ortslagen, wobei eine mittlere Gefährdung überwiegt. Von hohen und sehr hohen Gefährdungen sind in allen Ortslagen kleinere Siedlungsbereiche betroffen, wobei die kleineren Ortslagen häufiger auch in den Zentren betroffen sind. Hervorzuheben sind dagegen die Ortslagen von Katzem, Lövenich, Houverath, Golkrath und Keyenberg.

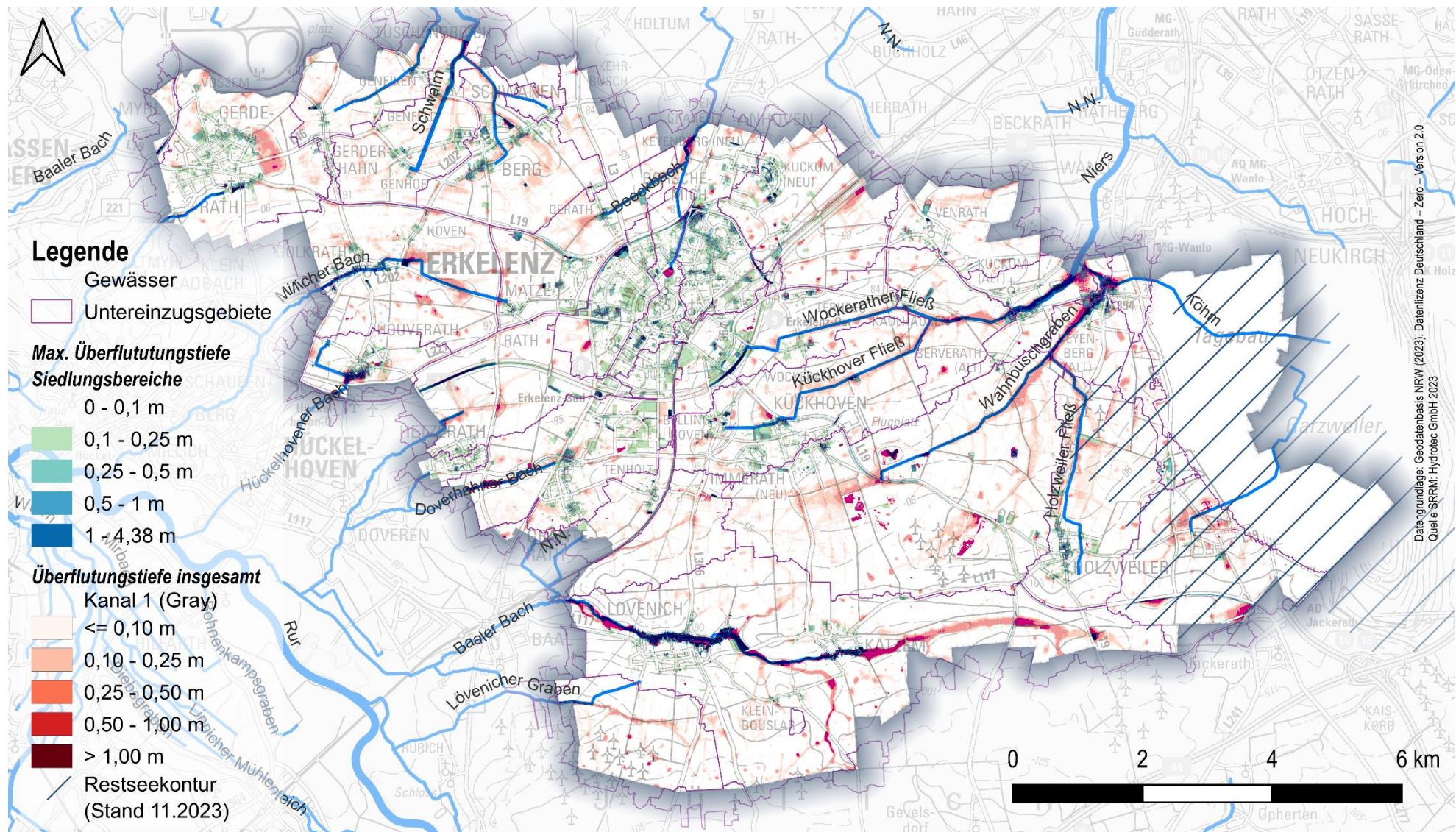


Abbildung 33: Starkregenrisiken durch Überflutung in Erkenz

Quelle: Wie angegeben

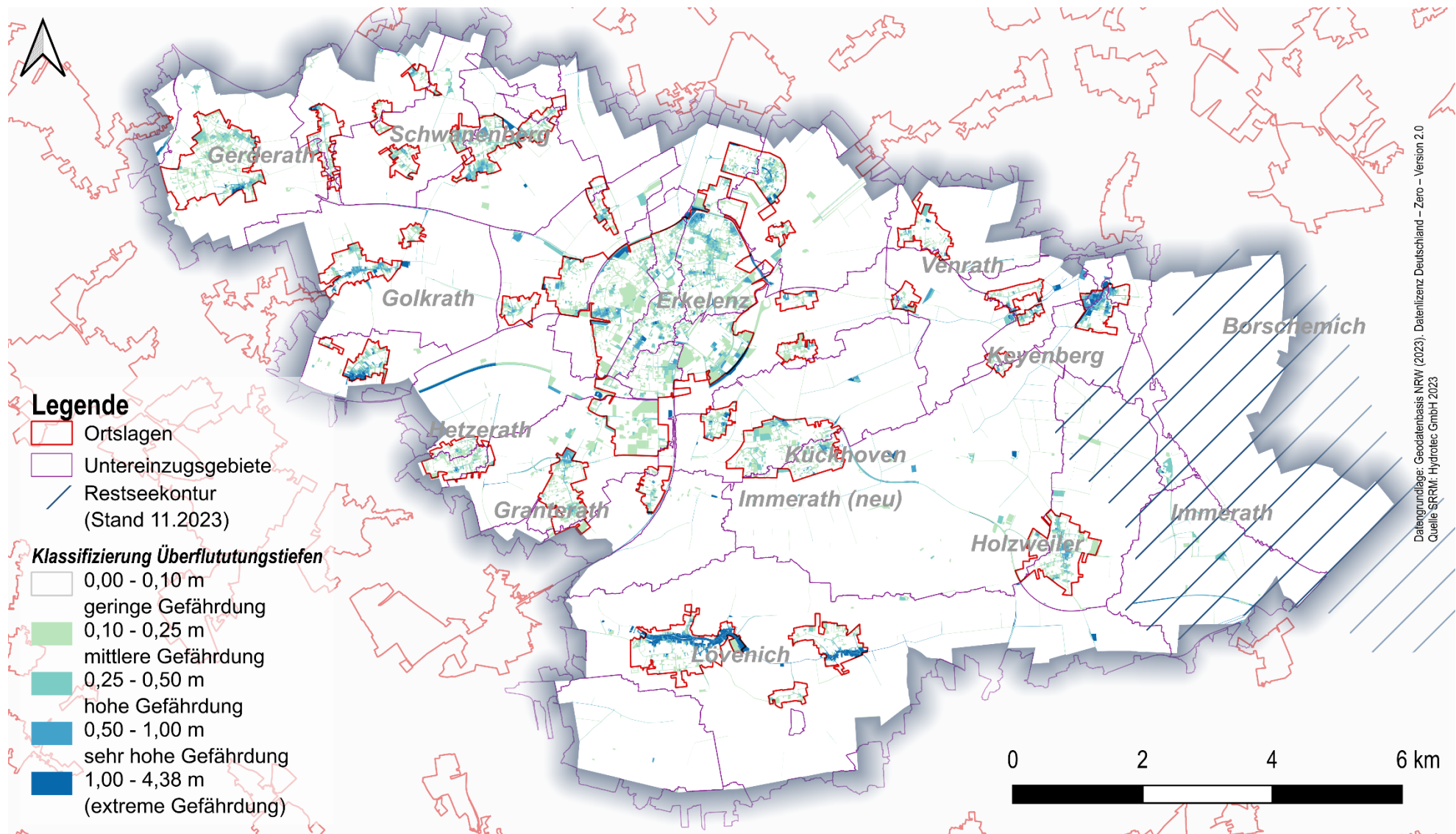


Abbildung 34: Maximale Überflutungstiefen aufgrund eines extremen Niederschlagsereignisses und Einstufung in Gefährdungsklassen.
Quelle: wie angegeben.

Am Baaler Bach (Katzem, Lövenich) greift bereits das Instrumentarium des Hochwasserrisikomanagements (siehe Kapitel 6.3).

Die Bundesautobahn BAB 46 ist an verschiedenen Stellen im Stadtgebiet von Überflutungen betroffen, wie auch die realen Ereignisse in den letzten Jahren immer wieder gezeigt haben. Im Stadtgebiet von Erkelenz sind überdies Überflutungen im Bereich der Düsseldorfer Straße im Unterföhrungsbereich unter die Eisenbahnstrecke und die Bundesautobahn sowie im Kreuzungsbereich von Goswin Straße/Kölnener Straße und Mühlenstraße mit der Eisenbahnstrecke auffällig. Des Weiteren werden einzelnen Straßenzüge mit einer mittleren und in wenigen Fällen auch hohen Einstauhöhe überflutet. Insoweit ist bei extremem Starkregen mit Beeinträchtigungen des Verkehrs und insbesondere auch der Einsatzkräfte des Katastrophenschutzes zu rechnen. Letzteres allerdings weniger aufgrund der Überflutung als vielmehr aufgrund liegengeliebener Fahrzeuge auf den Straßen. (siehe Anhang 5)

6.4.2 Hochwasserentstehungsgebiet mit Entlastungspotenzialen

Die Modellierung des Niederschlagsabflusses aufgrund des Starkregens liefert neben den Hinweisen für abflussbedingte Risiken und Gefahren insbesondere im Hinblick auf die besiedelten Bereiche auch Hinweise auf Hochwasserentstehungsgebiete als potenzielle Entlastungsflächen im Sinne von § 78d WHG. Diese sind als Gebiete definiert, in denen bei Starkniederschlägen oder bei Schneeschmelze in kurzer Zeit starke oberirdische Abflüsse entstehen können, die zu einer Hochwassergefahr an oberirdischen Gewässern und damit zu einer erheblichen Gefahr für die öffentliche Sicherheit und Ordnung führen können (§ 78d Abs. 1 WHG)²².

Auf Basis der Modellergebnisse der Niederschlags-/Abflusssimulation für ein extremes Niederschlagsereignis für die Überflutungstiefe und die Fließgeschwindigkeit können Gebiete abgeleitet werden, die Quellbereiche für das abfließende Niederschlagswasser über die Geländeoberfläche bis in Rinnen und weiter in die Grabensysteme und (Klein)Gewässer sind und im Siedlungsbereich zu Schäden führen können.

Hierzu wurden mit Hilfe von GIS-Werkzeugen zur hydrologischen Analyse des Geländes aus den geländebedingten Fließwegen²³ Abflusszellen ermittelt, die in ihrer Summe die Einzugsgebiete der im Stadtgebiet vorhandenen Gewässer bilden.

Die Rasterdaten zu Überflutung und Fließgeschwindigkeit werden auf die Abflusszellen übertragen und die Häufigkeitsquantile des Mittelwertes aller Zellen (d. h. gleiche Anzahl an Rasterzellen im Wertebereich der vier Quantile in mm bzw. m/s je m² Abflusszelle) in der jeweiligen Teilfläche zur Klassifikation verknüpft (siehe Tabelle 14 und Tabelle 15). Stark unterdurchschnittlichen und unterdurchschnittlichen Überflutungshöhen und Fließgeschwindigkeiten weisen auf potenzielle Entlastungseignung der Flächen hin.

²² Das WHG legt hierzu die Berücksichtigung insbesondere des Verhältnisses Niederschlag zu Abfluss, die Bodeneigenschaften, die Hangneigung, die Siedlungsstruktur und die Landnutzung im Rahmen der hydrologischen und topographischen Gegebenheiten zugrunde. Die Definition eines Hochwasserentstehungsgebietes auf Grund dieser Kriterien obliegt den Ländern, die diese durch Rechtsverordnung festsetzen kann. (§ 78d Abs. 2 WHG) Das Land NRW hat von dieser Ermächtigung bislang keinen Gebrauch gemacht.

²³ Das Geländemodell wurde hierfür zuvor vorbereitet, in dem abflusslose Senken gefüllt wurden. Dies führt in Einzelfällen zu Artefakten, wie bspw. östlich Gerderath

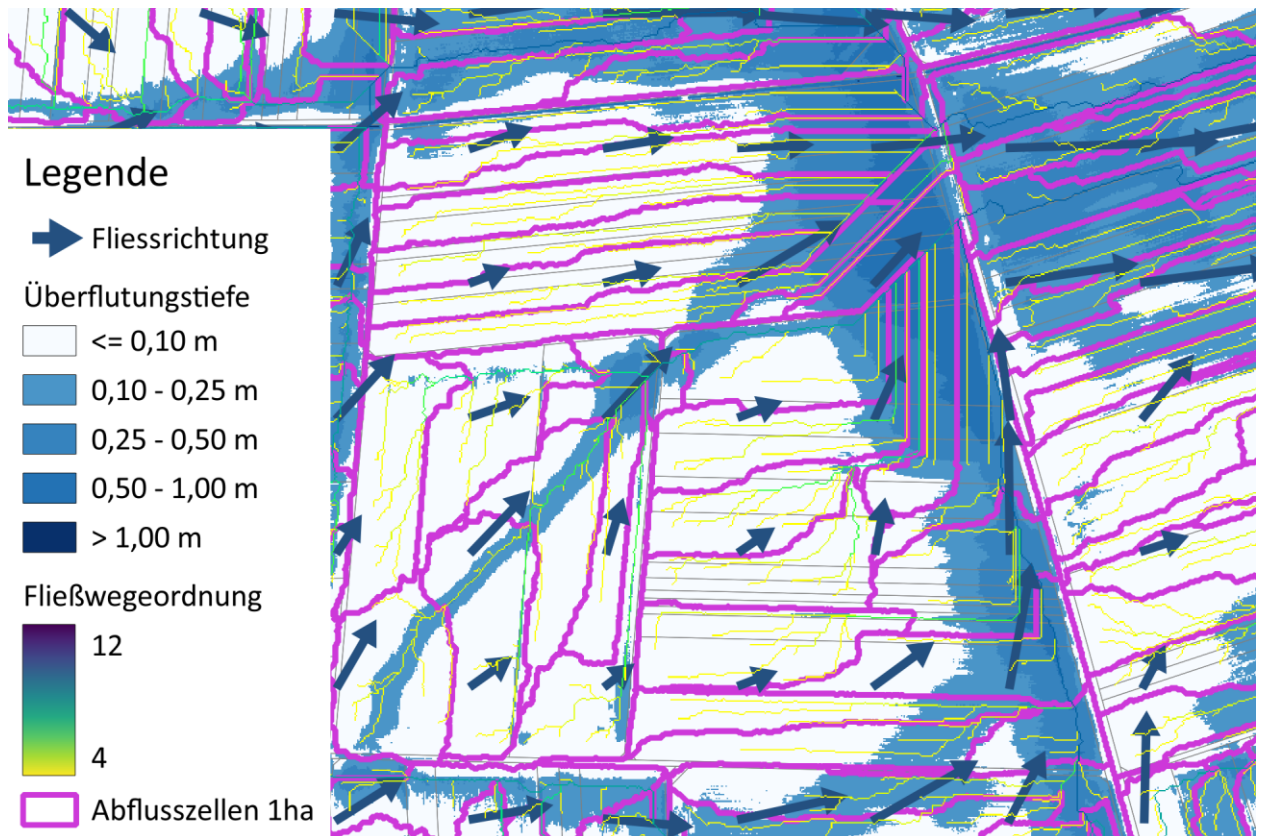


Abbildung 35: Ableitung von Abflusszellen aus den Fließwegen des oberflächigen Niederschlagsabflusses

Quelle: Geobasisdaten Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0

Überflutungsdaten: Hydrotec GmbH

- Die in der Karte grün gekennzeichneten Flächen, die potenziell als Entlastungsflächen für abflussmindernde und speichernde Maßnahmen geeignet sind, sind durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet: Stark unterdurchschnittliche und unterdurchschnittliche Überflutungshöhen und Fließgeschwindigkeiten weisen auf einen gleichmäßigen, langsamen und ungestörten Abfluss des Modellniederschlags hin.
- Die Flächen befinden sich (nahezu ausschließlich) im Freiraum auf den Geländerücken zwischen den verschiedenen Gewässern, Fließen und Grabensystemen, die das Stadtgebiet von Erkelenz in alle Himmelsrichtungen in Rur, Schwalm und Niers entwässern.
- Entsprechend der Hauptnutzung der Freiraumbereiche handelt es sich nahezu ausschließlich um landwirtschaftliche Fläche mit einer ackerbaulichen Nutzung, die ein geringes Schadenspotenzial gegenüber zeitweisem Einstau von Niederschlagswasser aufweisen; insofern kann für diese Flächen die grundsätzliche Eignung für Abfluss-rückhaltende und -mindernde Maßnahmen postuliert werden. Vorschläge für landwirtschaftsverträgliche dezentrale Hochwasserschutzmaßnahmen in kleinen Einzugsgebieten liefern (Seibert & Auerswald 2020, S. 113 ff.).

Tabelle 14: Schema für die Klassifikation von Überflutung und Fließgeschwindigkeit in Abflusszellen aufgrund des extremen Niederschlagsereignisses im SRM
 Quelle: BKR Aachen

	Überflutungstiefe stark unterdurchschnittlich ($< 0,033$ m)	Überflutungstiefe unterdurchschnittlich ($> 0,033$ m und $< 0,107$ m)	Überflutungstiefe überdurchschnittlich ($> 0,107$ m und $< 0,112$ m)	Überflutungstiefe stark überdurchschnittlich ($> 0,112$ m)
Fließgeschwindigkeit stark unterdurchschnittlich ($< 0,09$ m/s)				
Fließgeschwindigkeit unterdurchschnittlich ($> 0,09$ m/s und $< 0,14$ m/s)				
Fließgeschwindigkeit überdurchschnittlich ($> 0,14$ m/s und $< 0,28$ m/s)				
Fließgeschwindigkeit stark überdurchschnittlich ($> 0,28$ m/s)				

Tabelle 15: Grundstatistik für die rasterbasierte Ermittlung von Überflutungstiefe und Fließgeschwindigkeit in Abflusszellen im SRM

Quelle: Auswertung BKR Aachen auf Basis von Hydrotec GmbH

	Überflutungstiefe [m]	Fließgeschwindigkeit [m/s]
Minimalwert	0,0010	0,0011
Maximalwert	3,0062	2,0717
Bereich	3,0052	2,0705
Summe	1.211,2830	2.735,1870
Mittelwert	0,1067	0,2410
Erstes Viertel	0,0334	0,0900
Median	0,0570	0,1436
Drittes Viertel	0,1120	0,2804
Standardabweichung	0,1586	0,2453
Variationskoeffizient	1,4860	1,0177
Minderheit (am seltensten vorkommender Wert)	0,0010	0,0011
Mehrheit (am häufigsten auftauchender Wert)	0,0010	0,0011

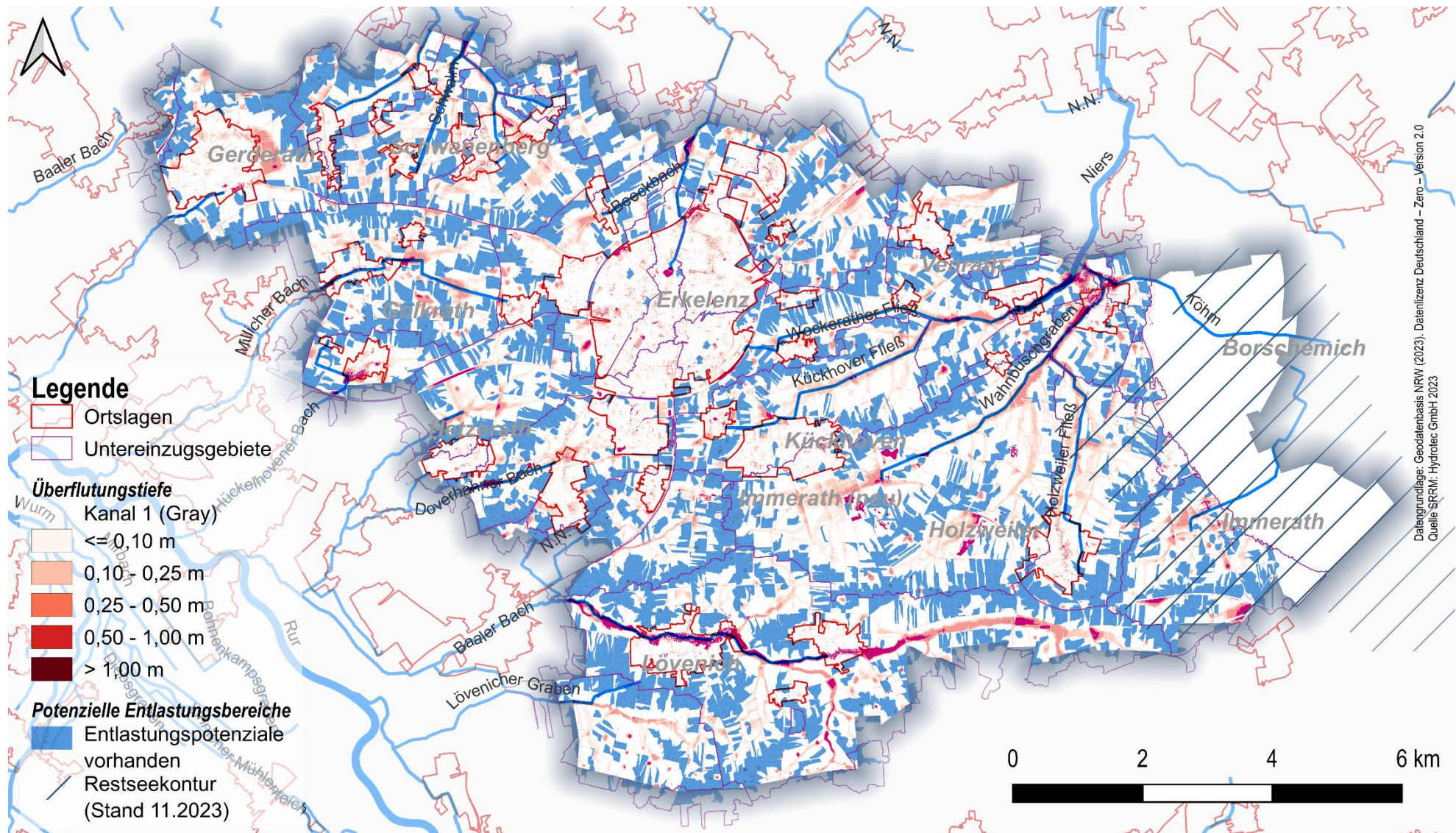


Abbildung 36: Potenzielle Entlastungsbereiche zur Rückhaltung und Minderung von Niederschlagsabfluss aufgrund von extremem Starkregen
Quelle: BKR auf Basis zitatierter Grundlagen.

6.5 Teilbewertung: Erosionsrisiko

Für die Identifizierung besonders erosionsempfindlicher Bereiche wurde zunächst die Bodenkarte 1:50.000 des Geologischen Dienstes NRW (Geologischer Dienst NRW 2019a) mit der Auswertung ‚Erodierbarkeit des Oberbodens‘ herangezogen. Diese Auswertung bewertet mit dem K-Faktor einen wesentlichen Teil der nach Allgemeiner Bodenabtragsgleichung (ABAG) relevanten Aspekte, nämlich die grundsätzliche Anfälligkeit des Oberbodens durch Wasser abgetragen zu werden. Diese Auswertung wurde dann mit den Fließgeschwindigkeiten der städtischen Starkregenkarte überlagert; je schneller der Abfluss, desto höher seine Transportkapazität. Betrachtet wurden die Modellergebnisse für ein extremes Ereignis (90 mm in 1 h) (Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH & Stadt Erkelenz 2023a). Die Bewertung erfolgt als Verschneidung anhand der in Tabelle 16 dargestellten Matrix.

Wie in Abschnitt 3.1 erläutert ist es so, dass weite Teile des Stadtgebietes grundsätzlich eine hohe oder sehr hohe Erosionsgefährdung des Bodenkörpers aufweisen.

Die Verschneidung dieser grundsätzlichen Anfälligkeit mit einem extremen Niederschlagsabfluss zeigt extreme und hohe Risiken vor allem nahe an Abflusserinnen (ehemalige Gewässerrinnen, kleine Tälchen und Senken, Oberläufe der Bäche und deren Uferbereiche). An vielen Stellen des Stadtgebietes sind jedoch auch flächige Betroffenheiten festzustellen, die in die intensiv bewirtschaftete Ackerflur reichen. Großflächige Problemzonen liegen vor allem im Umfeld von Kückhoven, nördlich von Holzweiler, östlich von Houverath sowie im Umfeld von Schwanenberg.

Tabelle 16: Bewertungsmatrix Erosionsrisiko

		Fließgeschwindigkeit		
		> 0,3 m/s	> 0,5 m/s	> 1 m/s
Erosionsgefährdung nach GD NRW	mittel	mäßig		
	hoch		hoch	
	sehr hoch			extrem

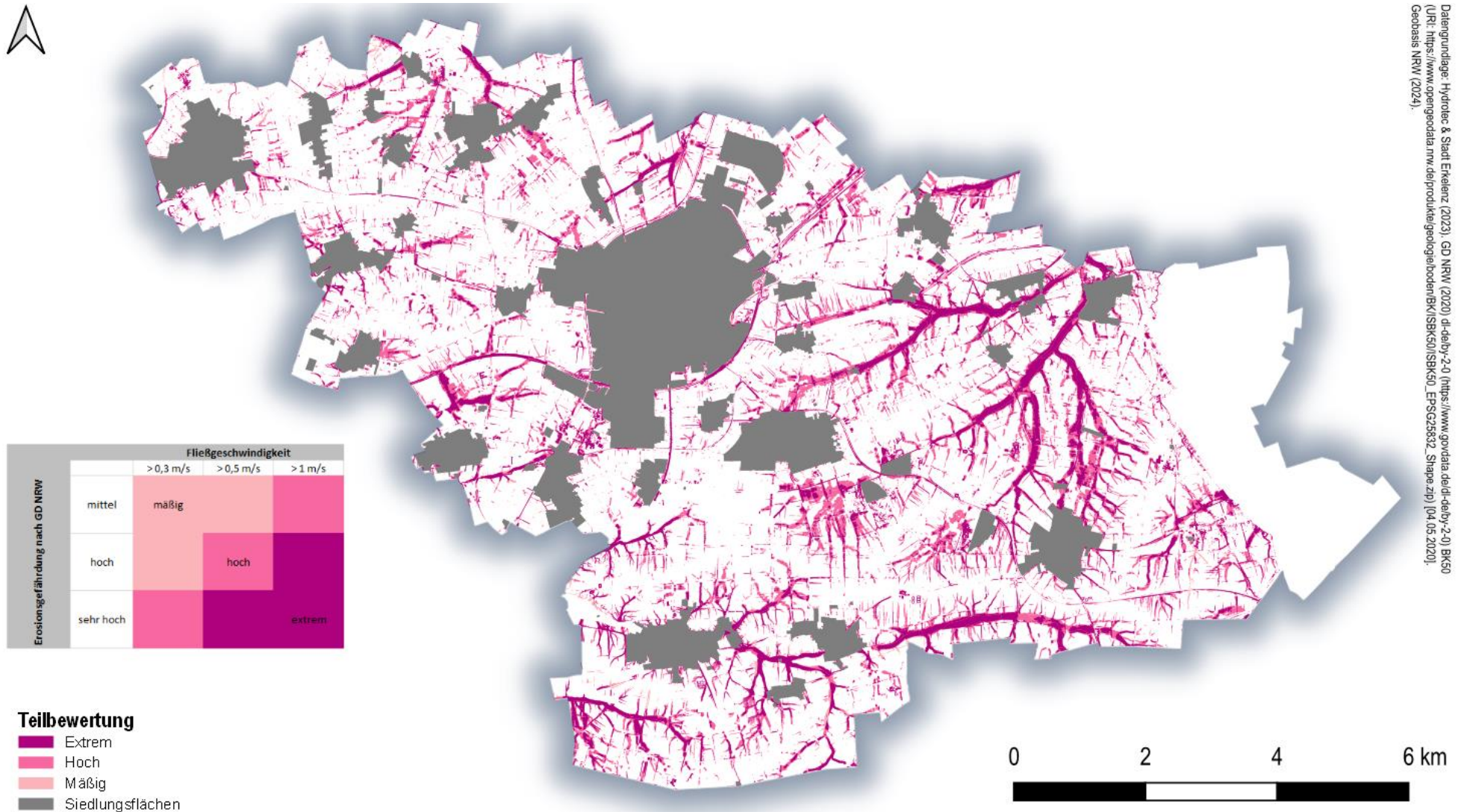


Abbildung 37: Bewertung des Risikos wassergebundener Erosion.
Datenquelle: BKR auf Basis zitierter Grundlagen.

6.6 Teilbewertung: Natur- und Freiraum

Für die Teilbewertung ‚Natur- und Freiraum‘ wurden folgende Datensätze herangezogen:

- Forstliche Standortkarte 1:50.000 (Geologischer Dienst NRW 2019b): Der Geologische Dienst NRW hat in der Standortkarte auch Untersuchungen zur möglichen künftigen Wald- bzw. Standortentwicklung in NRW vorgenommen. Für die Teilrisikobewertung wird insbesondere auf den Themenlayer ‚Dürreempfindlichkeit‘ zurückgegriffen. Die Bewertung berücksichtigt die drei höchsten Empfindlichkeitsstufen (sehr trocken, hoch, mittel bis hoch).
- Grundwasserabhängige Landökosysteme: dargestellt werden die durch das LANUV NRW²⁴ im Sinne des § 8a GrwV ausgewiesenen grundwasserabhängigen Landökosysteme (bspw. Moore, Auenwälder und Nasswiesen) als besonders dürrerempfindliche Ökosysteme.
- Überlagert werden ebenfalls die Flächen von Naturschutzgebieten, geschützten Biotoptypen nach § 30 BNatSchG / § 42 LNatSchG NRW dargestellt, um zu analysieren, ob die besonders empfindlichen o.g. Bereiche innerhalb geschützter Kulissen liegen.
- Als Resilienzfaktor werden die durch Wald & Holz NRW klassifizierten Klimaschutzwälder dargestellt. Diese fördern einerseits die Klimaanpassung durch Verschattung oder Erzeugung von Verdunstungskühlung – andererseits wird hier Kohlenstoff gebunden, der anderweitig in die Atmosphäre entweichen und so den Klimawandel weiter antreiben würde. Diese Funktion ist ergo als besonders schutzwürdig zu erachten.

Insgesamt weist Erkelenz nur geringe Anteile dürrerempfindlicher Waldstandorte auf. Diese liegen vorwiegend innerhalb der Auenbereiche der Fließgewässer (etwa Nysterbach, Mühlenbach, Zuflüsse der Schwalm). Nur vereinzelt liegen empfindliche Standorte außerhalb dieser Bereiche (etwa bei Hetzerath). Vor allem diese Standorte sollten nur mit angepassten Arten für Aufforstungen (etwa bei Ausgleichsmaßnahmen) herangezogen in Betracht gezogen werden. Dort schon vorhandene Gehölzbestände, etwa der Klimaschutzwälder, sollten vorrangig einer Vitalitätsüberprüfung unterzogen werden. Derartige Flächen liegen etwa südöstlich von Gerderath, südlich Hetzerath, nordwestlich von Lövenich, sowie sehr kleinflächig südlich Tenholt entlang der Bahntrasse. Insgesamt ist der Flächenanteil dieser gefährdeten Standorte sehr gering, was auch aus der geringen Waldbedeckung im Stadtgebiet resultiert.

Grundwasserabhängige Landökosysteme liegen ebenfalls – topographisch bedingt – in den Auebereichen. Es handelt sich dabei vorwiegend um Auenwälder bzw. deren Reliktformen. Ein Teil davon – etwa nordwestlich von Lövenich, in Golkrath sowie nördlich Geneiken, ist als Klimaschutzwald besonders sensibel.

Einzelne geschützte Biotope sind ebenfalls als besonders empfindlich anzusehen, es handelt sich dabei vor allem um die stehenden Kleingewässer (bspw. Teiche um Granterath). Diese könnten bei längeren Trockenphasen austrocknen und ihre Habitatfunktion für seltene und bedrohte Arten verlieren.

²⁴ https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/erlaeuterung_hintergrunddokument_gwaloes.pdf



15.05.2024

7. Priorisierung der Handlungsbedarfe

Die Priorisierung der Handlungsbedarfe ergibt sich vor allem aus der Einstufung der Risikoanalyse in Kapitel 5. Die somit identifizierten Anpassungsdrücke stellen Schwerpunkte bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien und -Maßnahmen gegenüber dem Worst-Case-Szenario dar.

Priorität 1

Kindereinrichtungen

Zahlreiche Kindereinrichtungen, vor allem Spielplätze, weisen eine hohe Anfälligkeit gegenüber Starkregenereignissen auf. Dies kann mitunter sogar planerischer Wille sein („grün-blaue Infrastruktur“, erlebbare Wasserflächen). Im Zuge vertiefender Prüfungen sollte aber eine Fall-zu-Fall Analyse identifizierter Problembereiche stattfinden.

Priorität 2

Sensible Bevölkerung: Risiken hinsichtlich der täglichen Hitzebelastung (tagsüber) (siehe dazu Planhinweiskarte)

Soziale Einrichtungen: Risiken hinsichtlich der Hitzebelastung (tagsüber)

Risiken für Teile der kritischen Infrastruktur bei extremen Niederschlagsereignissen (dies ist durch das SRRM zu konkretisieren)

Risiken hinsichtlich der wassergebundenen Erosion der Oberböden

Risiken hinsichtlich der landwirtschaftlichen Produktion (Ertrag und Qualität der Ernteprodukte)

Risiken hinsichtlich der Schnittstelle „Starkregenvorsorge-Hochwasserschutz“: Erkelenz bietet überdies Potenziale zur Minderung des Abflusses von extremen Niederschlägen insbesondere auf landwirtschaftlichen Flächen in Kuppenlagen.

Zur weiteren Differenzierung der Handlungsbedarfe wurde zudem eine Planhinweiskarte auf Basis der in Kapitel 6 erfolgten Auswertungen entwickelt (siehe Anlage 5). Die Planhinweiskarte unterscheidet in akute und langfristige Handlungsbedarfe; dies ist als zusätzlicher Hinweis zu den o.g. Anpassungsdrücken zu verstehen, denn einzelne Handlungsfelder sollten trotz teilweise geringerer Risikobewertungen bereits frühzeitig in den Fokus gerückt werden. Beispielsweise ist die urbane Wärmeinsel ein Problem, dass bereits heute Maßnahmen erfordert, um sich nicht zukünftig auszudehnen. Detailinformationen zu einzelnen Themenfeldern (bspw. Kindertageseinrichtungen, kritische Infrastrukturen) sind der Stadt Erkelenz bekannt. Zum Teil wird auf die Problematik bereits durch die Stadt Erkelenz im Rahmen bspw. des InHk und anderer städtebaulicher Maßnahmen reagiert.

8. Glossar verwendeter Fachbegriffe

Fachbegriff	Definition
Adaption/ Klimaanpassung	Gesamtheit der Aktivitäten, die dazu dienen, die Empfindlichkeit natürlicher und menschlicher Systeme gegenüber bereits eingetretenen oder zu erwartenden Folgen und Auswirkungen des Klimawandels zu verringern.
Autochthone Wetterlage	"Eigenbürtige", durch lokale und regionale Einflüsse bestimmte Witterung, die durch ausgeprägte Tagesgänge der Lufttemperatur, der Luftfeuchte und der Strahlung gekennzeichnet ist. Sie entsteht zumeist unter dem Einfluss von Hochdruck-Wetterlagen und begünstigt durch lokale Temperaturunterschiede hervorgerufene Ausgleichsströmungen
Bioklima	Das Bioklima beschreibt die Gesamtheit aller atmosphärischen Einflussgrößen auf den menschlichen Organismus. Entsprechend ihrer Ausprägung und Wirkung werden sie als belastend, schonend oder als Reiz empfunden. Das Bioklima kann beispielsweise durch die physiologisch äquivalente Temperatur Ausdruck finden.
Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)	Am 17. Dezember 2008 durch das Bundeskabinett beschlossen, schafft die DAS einen Rahmen zur Klimawandelfolgenanpassung. Vorrangig umfasst sie den Handlungsbedarf des Bundes, definiert aber auch Handlungsfelder der Anpassung, die sich auf regionale und kommunale Anpassungskonzepte übertragen lassen.
Eistag	Ein Eistag bezeichnet als klimatologischer Kenntag einen Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur unterhalb des Gefrierpunktes (unter 0°C) verbleibt.
Exposition	Das Potenzial oder die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses / einer Naturgefahr.
GIS Geographische Infor- mationssysteme	EDV-Programme zur Darstellung und Auswertung räumlicher Daten.
Heißer Tag	Ein heißer Tag bezeichnet als klimatologischer Kenntag einen Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur $\geq 30^{\circ}\text{C}$ beträgt
IPCC	Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen („Weltklimarat“) der Vereinten Nationen [engl. Intergovernmental Panel on Climate Change]. Der IPCC trägt in seinen Sachstandsberichten regelmäßig das Wissen um die Entstehung und Ursachen, Mechanismen und Wirkungen sowie die Folgen des Klimawandels zusammen. Der letzte Sachstandsbericht wurde zwischen 2021 und 2023 veröffentlicht.
Kaltluft	Luftmassen mit einer geringeren Temperatur als die darüberliegenden („Bodeninversion“). Der Temperaturunterschied entsteht durch die nächtliche Energieabstrahlung der Erdoberfläche. Es handelt sich dabei um einen relativen und nicht einen absoluten Bezug.
Kelvin [K]	SI-Basiseinheit zur Bestimmung der Temperatur. Sie wird vor allem zur Angabe von Temperaturdifferenzen verwendet; die Differenz zwischen zwei Werten in K oder °C ist dabei gleich.
Klima	Klima bezeichnet ein statistisches „Durchschnittswetter“, bezogen auf eine bestimmte Zeitspanne. In der Regel wird ein Zeitraum von 30 Jahren betrachtet, den die Weltorganisation für Meteorologie als klassische Klimaperiode definiert hat. Das Klima stellt langfristige Entwicklungstrends dar. Innerhalb der betrachteten Zeiträume können Schwankungen auftreten.
Klimaschutz	Maßnahmen, welche das Fortschreiten des globalen Temperaturanstiegs beschränken und bestenfalls aufhalten sollen.
Klimaanpassung	Maßnahmen, welche die menschliche Gesellschaft bestmöglich vor den Folgen des globalen Klimawandels schützen sollen.
Klimanormalperiode	Zur Erfassung des Klimas und seiner Änderungen werden Mittelwerte über einen Zeitraum von 30 Jahren gebildet, um den Einfluss der natürlichen Variabilität aus der statistischen Betrachtung des Klimas auszuklammern (nach DWD, Wetterlexikon abgerufen am 07.02.2024).

Klimatop	Fläche, der kleinsten klimatischen Einheit mit einheitlichen klimatischen Eigenschaften und Prozessen (z.B. Temperaturen im Tagesgang, Sonneneinstrahlung etc.). Innerhalb eines Stadtgebiets können verschiedene Typen definiert werden: Gewässer-/ Seeklimatop, Freilandklimatop, Innenstadtklimatop (Grünflächen & Nicht-Grünflächen), Vorstadtklimatop, Stadtstrandklimatop, Vorstadtklimatop, Gewerbe-/ Innenstadtklimatop (offen & geschlossen). Nähere Beschreibungen dieser Klimatope finden sich im Klimabericht des LANUV NRW (2021).
Klimawandel	Meint langfristige Veränderungen der Temperaturen und Wettermuster. Es kann in natürliche und anthropogene Ursachen differenziert werden. Seit dem 19. Jh. Sind die Veränderungen hauptsächlich auf menschliche Tätigkeiten (v.a. Verbrennung fossiler Brennstoffe) und den dadurch bedingten Anstieg der Treibhausgase zurückzuführen. Langfristig kommt es zu einer Erwärmung der Erde und vielen Folgeeffekten.
(repräsentative) Konzentrationspfade (RCP)	Beschreibung von Szenarien basierend auf dem veränderten Strahlungsantrieb gegenüber vorindustrieller Zeit. [engl. <i>representative concentration pathway</i> = RCP]
Kritische Infrastruktur	Kritische Infrastrukturen sind nach der Definition des Bundes Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.
Median	Ein statistischer Lageparameter. Sortiert man alle Werte einer Verteilung der Größe nach, ist der Median der zentrale Wert der geordneten Liste. Im Gegensatz zum Mittelwert ist der Median unempfindlicher gegenüber Extremwerten.
Quantil / Perzentil	Ordnet man eine Verteilung von Werten, etwa einer Messreihe, der Größe nach und teilt diese dann in gleichgroße Abschnitte erhält man Quantile. Vier gleich große Abschnitte einer Verteilung (das untere, zwei mittlere und ein oberes Viertel) werden als Quartil bezeichnet. Häufig werden für weitere Untersuchungen auch besonders niedrige oder hohe Werte ausgeschlossen, indem man nur die Werte zwischen dem 5% und 95% Perzentil wählt (sprich die kleinsten und größten 5% einer Verteilung ausschließt und nur die dazwischenliegenden 90 % weiter betrachtet).
Phänologie	Die Phänologie befasst sich mit den im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen der Pflanzen. Es werden die Eintrittszeiten charakteristischer Vegetationsstadien (Phasen) beobachtet und festgehalten. Sie stehen in enger Beziehung zur Witterung und zum Klima und eignen sich daher als Indikator für den Klimawandel.
Physiologisch äquivalente Temperatur (PET)	Ein Index zur Bestimmung der von Menschen empfundenen Temperatur. Hintergrund ist, dass die menschliche Wahrnehmung der realen Temperatur durch weitere Faktoren beeinflusst wird, etwa Wind, Luftfeuchte oder direkte Sonneneinstrahlung. Die PET ist somit ein Maß für den thermischen Komfort.
Sensitivität	Die Empfindlichkeit eines Systems gegenüber einer Naturgefahr.
Strahlungsantrieb	Der Einfluss von Treibhausgasen und Landnutzung auf die von der Erdoberfläche einwirkende Sonneneinstrahlung in W/m². Der Strahlungsantrieb ist die wesentliche Kenngröße der repräsentativen Konzentrationspfade (siehe dort). Vereinfachte Darstellung: Höhere Treibhausgasemissionen und weniger helle Landoberfläche = höherer Strahlungsantrieb
Resilienz (= Widerstandsfähigkeit oder Anpassungsvermögen)	Resilienz – hier angewandt auf den Raum, die Stadt, Infrastrukturen oder soziale Systeme – bezeichnet das Zusammenspiel von drei Eigenschaften: - Robustheit gegenüber Störungen. Zentrale Funktionen werden während einer Störung nicht eingeschränkt. - Bewältigungskapazität: Die Wiederherstellungsfähigkeit von zentralen Funktionen nach einem „Stör-vorfall“. - Anpassungskapazität: Die Fähigkeit, durch pro- und reaktives Handeln sowie Lernfähigkeit Anpassungsleistungen zu erbringen, die eine Bewältigung

	von Störfällen ermöglichen, ohne dabei zwingend zum Ausgangszustand zurückzukehren.
Risiko	Das Produkt aus der Exposition bzw. dem Gefahrenpotenzial (etwa Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses oder seine Ausprägung/Stärke) und der Sensitivität bzw., der Empfindlichkeit eines Systems dieser Gefahr gegenüber. Die Sensitivität wird durch Resilienz (Widerstandskraft; etwa bereits vorhandene Anpassungen) eines Systems gegebenenfalls abgemildert.
Sensitivität (= Empfindlichkeit)	Die Sensitivität drückt aus, ob und wie stark bestimmte Bevölkerungskollektive, (soziale) Einrichtungen, (Frei-)Raum- und Siedlungsstrukturen oder kritische Infrastrukturen und andere wertvolle Güter empfindlich gegenüber schleichenden oder extremen Klimaveränderungen sind.
Sommertag	Sommertag bezeichnet als klimatologischer Kenntag einen Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur $\geq 25^{\circ}\text{C}$ beträgt.
Tropennacht	Eine Tropennacht bezeichnet eine Nacht, in der das Minimum der Lufttemperatur $\geq 20^{\circ}\text{C}$ beträgt.
Urbane Wärmeinsel (UHI)	Überwärmung innerstädtischer Gebiete im Vergleich zum kühleren Umland. Ursache ist vor allem die geringere nächtliche Auskühlung. Die Wärmeinsel beschreibt typische Erscheinungen des Stadtklimas, dessen Entstehen von folgenden Eigenschaften abhängig ist: - erhöhte Wärmespeicherung - reduzierte effektive Ausstrahlung - Veränderung des Wasserhaushalts der Oberflächen - verstärkte fühlbare und verringerte latente Wärmeströme - anthropogene Zufuhr von Luftbeimengungen (siehe VDI 3787 Blatt 9).
Wetter	Das Wetter ist ein Zustand der Atmosphäre, der an einem bestimmten Ort zu einem Zeitpunkt oder maximal über einige Tage hinweg vorliegt, also tatsächlich erlebbar ist.

9. Literaturverzeichnis

Deutscher Wetterdienst, Climate Data Center (CDC) & LANUV NRW (2023): Klimadaten der Auswertungen aus dem Fachportal Klimaanpassung des LANUV. o. O.

Geologischer Dienst NRW (2019a): Die Karte der schutzwürdigen Böden von NRW 1 : 50.000 – dritte Auflage 2018 – Bodenschutz-Fachbeitrag für die räumliche Planung. 3. Aufl. o. O.

Geologischer Dienst NRW (2019b): Bodenkarte 1 : 5.000 zur forstlichen Standorterkundung. WMS Layer.

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH & Stadt Erkelenz (2023a): Starkregenrisikomanagement - Datensätze. o. O.

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH & Stadt Erkelenz (2023b): Starkregenrisikomanagement auf dem Gebiet des Schwalmverbands und den angrenzenden Kommunen (Brüggen, Erkelenz, Mönchengladbach, Niederkrüchten, Schwalmtal und Wegberg) gemäß „NRW-Arbeitshilfe Kommunales Starkregenrisikomanagement“. Stand August 2023. o. O.

IGS Ingenieurgesellschaft mbH & Stadt Erkelenz (2022): Radverkehrskonzept. Radhaupttrouten im Stadtgebiet von Erkelenz. Neuss.

IPCC (2022): Sechster IPCC-Sachstandsbericht (AR6). Beitrag der Arbeitsgruppe II: Folgen, Anpassung und Verwundbarkeit. o. O.

Iturbide, M., Fernández, J., Gutiérrez, J. M., Bedia, J., Cimadevilla, E., Díez-Sierra, J., Manzanas, R., Casanueva, A., Baño-Medina, J., Milovac, J., Herrera, S., Cofiño, A. S., San Martín, D., García-Díez, M., Hauser, M., Huard, D. & Yelekci, Ö. (2021): Repository supporting the implementation of FAIR principles in the IPCC-WG1 Atlas. o. O.

Kropp, J., Holsten, A., Lissner, T., Roithmeyer, O., Hattermann, F., Huang, S., Rock, J., Wechsung, F., Lüttger, A., Pompe, S., Kühn, I., Costa, L., Steinhäuser, M., Walther, C., Klaus, M., Ritchie, S. & Metzger, M. (2009): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen. Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) für das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (MUNLV). Potsdam.

LANUV NRW (2023): Messtationsdaten. Datenlieferung vom 03. August 2023. o. O.

LANUV NRW (2024): Klima.Atlas NRW. <https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte> (16.01.2024)

Peel, M. C., Finlayson, B. L. & McMahon, T. A. (2007): Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences* **11**. (Heft 5). S. 1633–1644.

Schleussner, C.-F., Lissner, T. K., Fischer, E. M., Wohland, J., Perrette, M., Golly, A., Rogelj, J., Childers, K., Schewe, J., Frieler, K., Mengel, M., Hare, W. & Schaeffer, M. (2016): Differential climate impacts for policy-relevant limits to global warming: the case of 1.5 °C and 2 °C. *Earth System Dynamics* **7**. (Heft 2). S. 327–351.

Schwalm, C. R., Glendon, S. & Duffy, P. B. (2020): RCP8.5 tracks cumulative CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **117**. (Heft 33). S. 19656–19657.

Seibert, S. P. & Auerswald, K. (2020): Hochwasserminderung im ländlichen Raum: ein Handbuch zur quantitativen Planung. Berlin. 235 S.

Stadt Erkelenz & MUST Städtebau GmbH (2023): Positionspapier Tagebauumfeld Erkelenz. Köln.

Zappa, G., Shaffrey, L. C., Hodges, K. I., Sansom, P. G. & Stephenson, D. B. (2013): A Multimodel Assessment of Future Projections of North Atlantic and European Extratropical Cyclones in the CMIP5 Climate Models*. *Journal of Climate* **26**. (Heft 16). S. 5846–5862.