



© Birdie Produktion (2023)

KLIMAANPASSUNGSKONZEPT DER WALLFAHRTSSTADT KEVELAER METHODENBEGLEITHEFT



© D. Stratmann (2020)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE



Zukunft
Umwelt
Gesellschaft

Zukunft Umwelt Gesellschaft (ZUG) gGmbH
Stesemannstr. 69-71, 10963 Berlin
kontakt@z-u-g.org

Förderrichtlinie „Maßnahme zur Anpassung an die Folgen
des Klimawandels“

Förderschwerpunkt A.1: Erstellung eines Konzepts zur
nachhaltigen Klimaanpassung und für Natürlichen
Klimaschutz

Impressum

Herausgeber



Wallfahrtsstadt Kevelaer
Peter-Plümpe-Platz 12
47623 Kevelaer
www.kevelaer.de

Ansprechperson
Chantal Fouquet
Klimaanpassungsmanagerin
Tel: +49 2832 122-740
chantal.fouquet@kevelaer.de

Konzepterstellung



Drees & Sommer SE
Obere Waldplätze 13,
70569 Stuttgart
Telefon: +49 711 1317-0

Vertreten durch:
Drees & Sommer Köln
Habsburgerring 2
50674 Köln
Tel: +49 221 130505260

Nachunternehmer



alpS GmbH
Technikerstraße 21a, 6020 Innsbruck,
Österreich
Tel: +43 512 39292919
hohenwallner@alps-gmbh.com

INHALT

1	Kontext	1
2	Methodik und Ablauf der Workshops	2
3	Methodik Hotspotanalyse	4
2.1	Datengrundlage.....	4
2.2	Vorgehen	6
2.3	Niederschlagsbedingte Bluespots	7
I.	Literaturverzeichnis	9
II.	Abbildungsverzeichnis	10
III.	Tabellenverzeichnis.....	10

1 KONTEXT

Das vorliegende Methodenbegleitheft ergänzt den Endbericht des Klimaanpassungskonzepts der Wallfahrtsstadt Kavelaer und dokumentiert die im Projekt eingesetzten methodischen Ansätze sowie deren konkrete Anwendung. Während der Hauptbericht die Ergebnisse der Analysen, die strategischen Zielsetzungen sowie den Maßnahmenkatalog zusammenführt, dient dieses Begleitheft der transparenten und fachlich nachvollziehbaren Darstellung der zugrunde liegenden Vorgehensweisen.

Im Rahmen der Konzepterarbeitung wurde ein strukturierter, mehrstufiger Prozess durchlaufen, der sowohl datenbasierte Analysen als auch partizipative Formate umfasste. Aufbauend auf einer Bestandsaufnahme wurden klimatische Veränderungen, Betroffenheiten und räumliche Hotspots analysiert und bewertet. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse bildeten die Grundlage für die Entwicklung und Priorisierung konkreter Klimaanpassungsmaßnahmen.

Das Methodenbegleitheft verfolgt das Ziel, diesen Prozess im Detail nachvollziehbar zu machen. Es beschreibt insbesondere die Durchführung und Auswertung der Workshopformate sowie die methodische Herleitung der Hotspotanalyse einschließlich der verwendeten Datengrundlagen und Bewertungsansätze. Damit schafft es Transparenz hinsichtlich der Entstehung des Konzepts und ermöglicht eine fachliche Einordnung der Ergebnisse.

Die Auslagerung der methodischen Vertiefung in ein separates Dokument trägt zudem zur besseren Lesbarkeit und Fokussierung des Hauptberichts bei. Während dieser sich auf strategische Aussagen und konkrete Maßnahmen konzentriert, bietet das Methodenbegleitheft vertiefende Informationen für Fachanwender*innen, die den konzeptionellen Aufbau und die methodischen Details im Einzelnen nachvollziehen möchten.

2 METHODIK UND ABLAUF DER WORKSHOPS

Im Rahmen der Erarbeitung des Klimaanpassungskonzepts für die Wallfahrtsstadt Kevelaer wurden mehrere aufeinander aufbauende Workshopformate durchgeführt. Diese dienen dazu, zunächst ein gemeinsames Verständnis über die Betroffenheit gegenüber den Folgen des Klimawandels zu entwickeln und darauf aufbauend konkrete Anpassungsmaßnahmen zu erarbeiten und zu priorisieren.

In einem ersten Schritt standen sogenannte **Betroffenheitsworkshops** im Fokus. Ziel dieser Phase war es, die Auswirkungen klimatischer Veränderungen systematisch zu analysieren, Verwundbarkeiten zu identifizieren und daraus Handlungsbedarfe abzuleiten. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurden in einer zweiten Phase **Maßnahmenworkshops** durchgeführt. Diese zielten darauf ab, konkrete Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln, zu bewerten und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit sowie Priorität gemeinsam mit den relevanten Akteur*innen zu schärfen.

Die nachfolgenden Abschnitte beschreiben die methodische Vorgehensweise und Ergebnisse der beiden Workshopformate im Detail.

Die Betroffenheitsworkshops zu den Klimafolgen, der Betroffenheit und Anpassung dienen der systematischen Bewertung aktueller und zukünftiger Klimafolgen für die Wallfahrtsstadt Kevelaer. Ziel war es, Betroffenheiten und Verwundbarkeiten gegenüber klimatischen Veränderungen zu identifizieren und daraus Anpassungsbedarfe sowie -kapazitäten abzuleiten. Grundlage hierfür bildet die vorangegangene Bestandsaufnahme.

Im Rahmen des Workshops wurde methodisch wie folgt vorgegangen:

1. **Betroffenheitsanalyse:** Klimafolgen wurden relevanten Handlungsfeldern zugeordnet und in einer 3x3-Matrix dargestellt. Die Matrix kombiniert die Ausprägung der Betroffenheit (klein, mittel, groß) mit dem Einfluss des Klimawandels (klein, mittel, groß).
2. **Workshop zur Betroffenheitsanalyse:** Expert*innen bewerten und priorisieren die Klimafolgen je Handlungsfeld. Dabei werden sowohl aktuelle als auch zukünftige Auswirkungen berücksichtigt. Zusätzlich erfolgt eine Einschätzung der Anpassungskapazitäten und des Anpassungsbedarfs. Die Ergebnisse der 3x3-Matrix je Handlungsfeld werden in aufgezeigt und erläutert.
3. **Auswertung und Maßnahmenideen:** Die Ergebnisse des Workshops werden durch den Dienstleister überarbeitet und um erste Maßnahmenvorschläge ergänzt.

Die Analyse kombiniert qualitative und quantitative Verfahren und bezieht Fachwissen gezielt in die Bewertung ein.

Der Maßnahmenworkshop in Kevelaer wurden folgendermaßen durchgeführt:

1. **Einbringung von Maßnahmenvorschlägen:** Auf Grundlage der priorisierten Klimafolgen wurden erste Maßnahmenvorschläge erarbeitet, die in Form von Steckbriefen durch Drees & Sommer in den Workshop eingebracht wurden.
2. **Gallery Walk:** Die Maßnahmensteckbriefe wurden an drei Stellwänden präsentiert. Die Teilnehmenden wurden in drei Gruppen eingeteilt und bewegen sich rotierend zwischen den Stellwänden. Die Gruppen sichteten die Steckbriefe und tauschten sich über die vorgeschlagenen Maßnahmen aus.

3. **Priorisierung durch Klebepunkte:** Nach dem Gallery Walk wählten die Teilnehmenden Maßnahmen aus, die in die nächste Bewertungsrunde überführt wurden. Dies erfolgte durch das Setzen von Klebepunkten auf den Maßnahmensteckbriefen.
4. **Vertiefung der priorisierten Maßnahmen:** Für jede priorisierte Maßnahme wurde eine verantwortliche Person benannt, die weiterführende Informationen ergänzte. Dazu zählten insbesondere Angaben zu Zuständigkeiten, beteiligten Akteur*innen sowie zur räumlichen Verortung und weiteren relevanten Aspekten.
5. **Ergänzung neuer Maßnahmen:** Die Teilnehmenden erhielten die Möglichkeit, eigene Maßnahmvorschläge einzubringen. Diese sollen zu den identifizierten Klimafolgen und den Handlungsfähigkeiten der Stadt passen.
6. **Auswertung:** Die Ergebnisse des Workshops wurden durch Drees & Sommer ausgewertet und anschließend gemeinsam mit dem Klimaanpassungsmanagement (KAM) abgestimmt und verifiziert. Ergebnisse der Hotspotanalyse

3 METHODIK HOTSPOTANALYSE

2.1 Datengrundlage

Für die Hotspotanalyse werden unterschiedliche soziodemographische und klimatologische Datengrundlagen verwendet, um die Sensitivität der Bevölkerung, die thermische Belastung und das Sturzflutrisiko für Referenzflächen in den jeweiligen Gemarkungen des Verwaltungsgebietes zu ermitteln. Im Falle von Kevelaer basiert die Darstellung der Referenzflächen, die als Auswertungsgrundlage dienen, auf den Daten der landesweiten Klimaanalyse NRW¹ für Siedlungsflächen im Verwaltungsgebiet von Kevelaer.

Dabei wurden im ersten Schritt zur Ermittlung der Sensitivität der Bevölkerung die Bewertung der sozioökonomischen Faktoren für alle Verbandsgemeinden des Kreises durchgeführt. Hierzu wurden die drei Parameter (1) Bevölkerungsdichte (Einwohner*innen pro ha), (2) Personen über 70 Jahre pro ha und (3) Kinder unter 10 Jahren pro ha betrachtet. Für jeden Parameter wurden der Mittelwert und die Standardabweichung gebildet (siehe Tabelle 1). Das Vorhandensein einer sozialen Infrastruktur wurde nach dem Prinzip der Zweiwertigkeit (richtig/falsch) bewertet. Basierend auf dieser Berechnung konnte eine Klassifizierung der Referenzflächen in die Kategorien geringe, mittlere, hohe, sehr hohe sowie extreme gesellschaftliche Empfindlichkeit vorgenommen werden.

Tabelle 1: Mittelwert und Standardabweichung zur Klasseneinteilung nach z-Transformation für soziodemographische Parameter in Kevelaer.

(1) Einwohner/km ²		(2) Kinder unter 10 Jahren/km ²		(3) Personen über 70 Jahre/km ²	
Mittelwert ($\bar{x}$)	Stdabw. (σ)	Mittelwert ($\bar{x}$)	Stdabw. (σ)	Mittelwert ($\bar{x}$)	Stdabw. (σ)
34.25	42.87	2.42	2.64	4.14	3.81

Die Bewertung der soziodemographischen Daten innerhalb dieser Referenzflächen erfolgt auf Grundlage der aktuellen Zensusbefragung aus dem Jahr 2022. Die Haushaltsbefragung Zensus ermittelt in regelmäßigen Abständen grundlegende Daten über die in Deutschland lebende Bevölkerung und deren Wohnsituation.² Folgende Parameter aus dem Zensus 2022 wurden für die Hotspotanalyse verwendet: (1) Bevölkerungsdichte (Einwohnerinnen/Einwohner pro ha), (2) Personen über 70 Jahre pro ha und (3) Kinder unter 10 Jahren pro ha. Darüber hinaus wurden innerhalb des Verwaltungsgebietes soziale Einrichtungen verortet, bei denen davon ausgegangen wird, dass innerhalb dieser besonders vulnerable Personengruppen (bspw. junge, alte oder kranke Personen) anzutreffen sind. Zu den erfassten sozialen Einrichtungen zählen Schulen, Kindertagesstätten, Krankenhäuser, Alten- und Pflegeheime. Die Ermittlung der sozialen Einrichtungen basiert auf Zusammenstellungen, die seitens der Stadt zur Verfügung gestellt wurden, sowie eigens durchgeführten Online-Recherchen und den Basisdaten von Open Street Map.

Auch die Darstellung der Parameter zur Temperatur bzw. der daraus resultierenden thermischen Belastung fußt auf der Landesweiten Klimaanalyse NRW, welche über das LANUK NRW zur Verfügung gestellt wird³. Die landesweite Klimaanalyse NRW bildet eine zentrale Grundlage für die räumliche Planung im Bundesland und dient der gezielten Vorsorge gegenüber den Folgen des Klimawandels. Sie

¹ LANUK NRW: Infoblätter und Broschüren

² Zensus 2022

³ Klimaatlas Nordrhein-Westfalen | LANUK Klima

liefert flächendeckende Datengrundlagen, die eine Bewertung klimatischer Funktionen ermöglichen. Diese Daten finden Eingang in die Regionalplanung, wo sie dazu beitragen, Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen zu definieren. Das Ziel besteht darin, die thermische Belastung der Bevölkerung zu reduzieren, die Gesundheit zu schützen und die klimatische Resilienz urbaner Räume zu stärken.

Die Niederschlags-Einstauhöhen wurden mit dem Tool Scalgo-Live ermittelt⁴. Scalgo modelliert die potenziellen Einstauhöhen (> 30 cm) im Kontext eines Niederschlagsereignisses von 100 mm/m². Es ist zu berücksichtigen, dass diese Bereiche bereits mit Entwässerungsmaßnahmen ausgestattet sein können. Nichtsdestotrotz kann die Funktionalität dieser Maßnahmen in der Praxis eingeschränkt sein. Aus diesem Grund ist eine fortwährende Beobachtung dieser Bereiche von essenzieller Bedeutung.

Der Versiegelungsgrad hingegen basiert auf den satellitengestützten Auswertungen des Copernicus Land Monitoring Service⁵. Der Copernicus Land Monitoring Service (CLMS) ist ein Bestandteil des europäischen Copernicus-Programms und stellt umfassende Geodaten zur Landbedeckung, Landnutzung und deren Veränderungen bereit. Der Fokus der Anwendung liegt auf den Bereichen Raumplanung, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasser- und Naturschutz sowie Klimaanpassung. Die Daten basieren primär auf Satellitenbeobachtungen, insbesondere der Sentinel-Missionen, und werden durch bodenbasierte Referenzdaten ergänzt.

Abbildung 1 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die für die Hotspotanalyse verwendeten Daten.

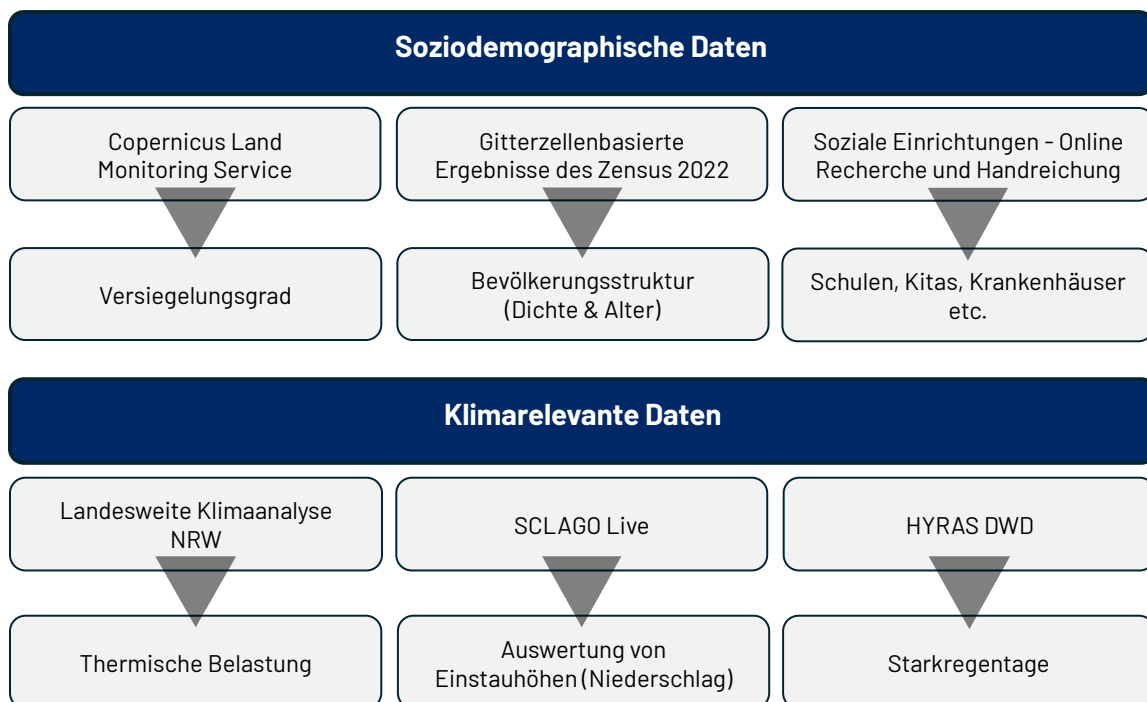


Abbildung 1: Datengrundlage der Hotspotanalyse für die Wallfahrtsstadt Kevelaer.

⁴ Scalgo

⁵ High Resolution Layer Imperviousness — Copernicus Land Monitoring Service

2.2 Vorgehen

Die Hotspotanalyse und das daraus resultierende Kartenwerk wurden mit dem Geoinformationssystem QGIS durchgeführt und erstellt. Die Verarbeitung der Datengrundlagen lässt sich in folgende Teilschritte gliedern:

1. Georeferenzierung,
2. Verschneidung mit den Referenzflächen,
3. Klasseneinteilung (von gering bis extrem) der soziodemographischen und klimarelevanten Parameter sowie dem
4. Kreuzbezug der klassifizierten Datensätze.

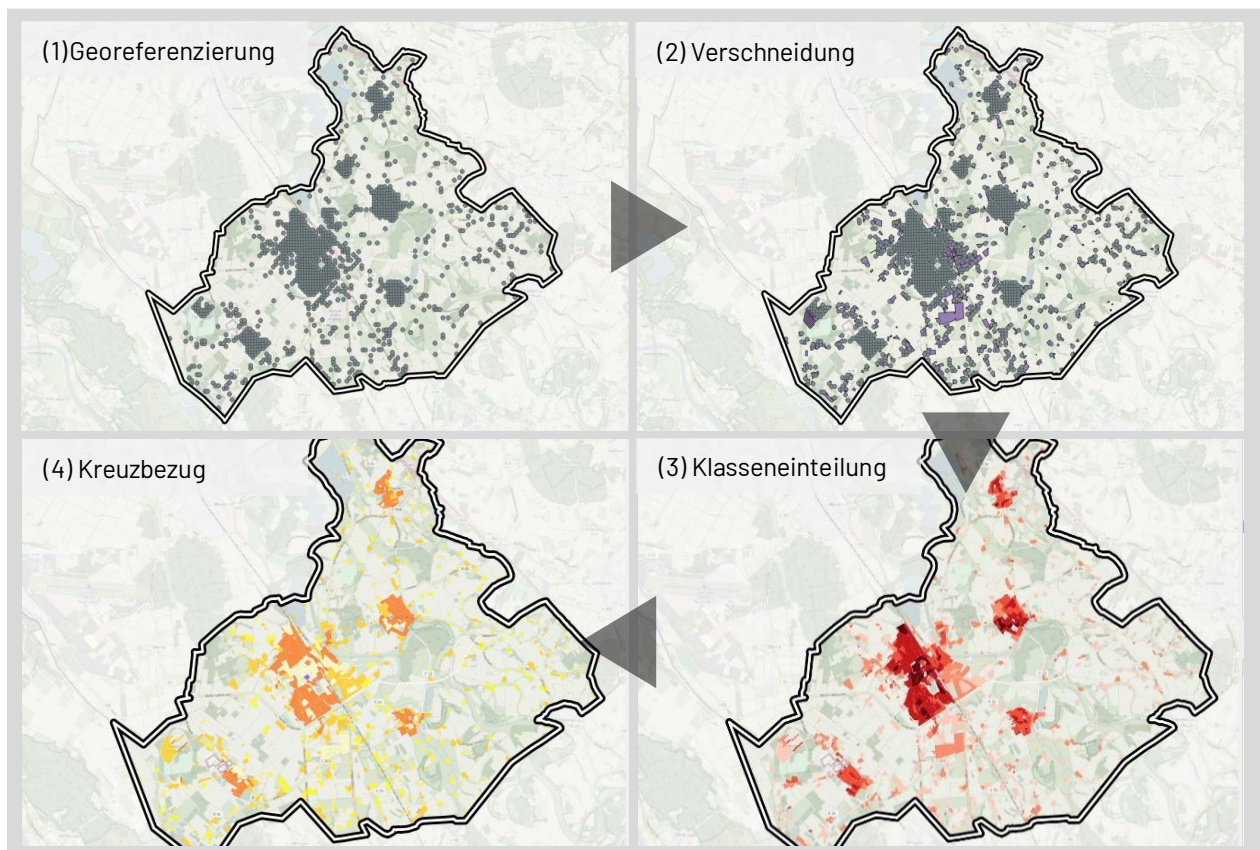


Abbildung 2: Kartendarstellung der einzelnen Schritte hin zur Darstellung der Vulnerabilität gegenüber Thermischer Belastung in den Referenzflächen.

Das zentrale Vorgehen zur Klasseneinteilung und um die einzelnen Parameter (Temperatur, Bevölkerungsstruktur und Topographie) auf eine einheitliche Skala zu überführen und miteinander vergleichbar zu machen stellt die z-Transformation nach VDI-Norm 3787 Blatt 1 dar. Dies ist ein wichtiges Verfahren zur Standardisierung von Messdaten in der Klimaforschung und Umweltwissenschaft. Sie wird angewendet, um klimatische Variablen wie Temperatur, Niederschlag oder Windgeschwindigkeit zu normieren und eine einheitliche Skalierung zu ermöglichen.

Es handelt sich um ein statistisches Verfahren, das eine gegebene Datenverteilung auf eine Standardnormalverteilung mit einem Mittelwert von 0 und einer Standardabweichung von 1 überführt.

Die mathematische Formel lautet:
$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

wobei:

- x = ursprünglicher Messwert
- μ = Mittelwert der Messreihe
- σ = Standardabweichung der Messreihe

Durch diese Transformation werden alle Messwerte auf eine einheitliche Skala gebracht, wodurch sie direkt miteinander verglichen werden können, unabhängig von ihren ursprünglichen Einheiten oder Größenordnungen. Die berechneten Klassengrenzen je Parameter sind dem Endbericht beigelegt.

Bewertete Parameter werden anschließend über eine Kreuzmatrix in Bezug gesetzt (siehe Tabelle 2). Im Wesentlichen betrifft das die Einstufung der Vulnerabilität, also die Zuweisung anhand der Klimawirkung (z.B. Hitzebelastung) und der Verwundbarkeit der Bevölkerung.

Tabelle 2: Kreuztabelle zur Klassenzuweisung klimatischer Parameter, sowie zur Bestimmung der Vulnerabilität.

	Klimaeinfluss/-wirkung					
		1 = Gering	2 = Mittel	3 = Hoch	4 = Sehr Hoch	5 = Extrem
Sensitivität/ Anpassungskapazität	1 = Gering	Gering	Gering	Gering	Mittel	Hoch
	2 = Mittel	Gering	Gering	Mittel	Hoch	Hoch
	3 = Hoch	Gering	Mittel	Mittel	Hoch	Sehr Hoch
	4 = Sehr Hoch	Gering	Mittel	Hoch	Sehr Hoch	Sehr Hoch
	5 = Extrem	Gering	Hoch	Hoch	Sehr Hoch	Extrem

Im nachfolgenden Abschnitt werden die Resultate der Auswertungen zur Sensitivität der Bevölkerung sowie zu klimarelevanten Parametern und der daraus ermittelten Hotspots präsentiert. Die Präsentation der Informationen erfolgt sowohl in schriftlicher Form als auch in kartographischer Darstellung. Das beigelegte Kartenmaterial dient als illustrierende Veranschaulichung und bezieht sich auf die Gemarkung Kevelaer. Dem Bericht ist eine umfassende kartographische Darstellung des gesamten Kreises sowie eine tabellarische Übersicht der ermittelten Hotspots mit Straßenbezug beigelegt.

2.3 Niederschlagsbedingte Bluespots

Bluespots sind niederschlagsbedingte Bereiche, die besonders anfällig für Sturzfluten in Abhängigkeit zur vorzufindenden Sensitivität sind. Typischerweise handelt es sich dabei um tief gelegene Gebiete oder Senken, in denen sich bei starken Regenfällen Wasser sammelt und zu Überflutungen führen kann. Ein weiteres Risiko stellt der Versiegelungsgrad dieser Bereiche dar. Bei einer hohen Ausprägung kann er zu einem erhöhten Oberflächenabfluss führen und das Versickern des Regenwassers verhindern. Infolgedessen wird das Sturzflutrisiko anhand der potenziellen Einstauhöhen und des Versiegelungsgrads in Kombination mit den Starkregentagen im Untersuchungsgebiet bestimmt.

In einem ersten Schritt wurden potenzielle Überflutungsbereiche infolge von Starkregenereignissen (Niederschlagsmenge von ≥ 100 mm in 24 Stunden) mit einer Fließwege- und Senkenanalyse unter Verwendung des Tools Scalgo Live modelliert. Diese Analyse wurde für die Referenzflächen des Verwaltungsgebietes von Kevelaer durchgeführt (siehe hierzu Tabelle 3 und Tabelle 4). Die Analyse berücksichtigt sowohl natürliche Senken als auch künstliche Barrieren, die den Wasserabfluss

einschränken können. Die resultierenden potenziellen Einstauhöhen geben Aufschluss über die Tiefe der Wasseransammlungen in den jeweiligen Senken.

Die Klasseneinteilung für die zugehörige Versiegelung erfolgt in gleichen Abständen mit einem Schritt von 20 % bezogen auf die Grundgesamtheit der jeweiligen Fläche. Diese Einteilung ist universell und wird nicht je Verbandsgemeinde berechnet (siehe Tabelle 4). Die Klasseneinteilung der Starkregentage auf Basis der HYRAS-Rasterdaten erfolgt ebenfalls für das gesamte Untersuchungsgebiet (Tabelle 3 und Tabelle 4).

Tabelle 3: Mittelwert und Standardabweichung zur Klasseneinteilung nach z-Transformation für (1) Potentielle Einstauflächen in % der Referenzflächen und (2) Starkregentage in Kevelaer.

(1) Potentielle Einstauflächen (% der Referenzflächen)		(2) Starkregentage (Referenzperiode 1991 bis 2020)	
Mittelwert ($\bar{x}$)	Stdabw. (σ)	Mittelwert ($\bar{x}$)	Stdabw. (σ)
0.02 %	0.08 %	3.26 d	0.50 d

Tabelle 4: Klasseneinteilung nach z-Transformation für (1) Potentielle Einstauflächen in % der Referenzflächen und die (2) Starkregentage sowie die Klasseneinteilung für den (3) Versiegelungsgrad in Kevelaer.

Parameter	Gering $\leq \Sigma(\bar{x} - \sigma)$	Mittel $\leq \bar{x}$	Hoch $\leq \Sigma(\bar{x} + \sigma)$	Sehr Hoch $\leq \Sigma(\bar{x} + 2 \cdot \sigma)$	Extrem $\geq \Sigma(\bar{x} + 2 \cdot \sigma)$
(1) Potentielle Einstauflächen	$\leq 0.00 \%$	$\leq 0.02 \%$	$\leq 0.10 \%$	$\leq 0.18 \%$	$\geq 0.18 \%$
(2) Starkregentage	≤ 2.76	≤ 3.26	≤ 3.76	≤ 4.26	≥ 4.26
(3) Versiegelungsgrad	$\leq 20.00 \%$	$\leq 40.00\%$	$\leq 60.00\%$	$\leq 80.00\%$	$\geq 80.00\%$

LITERATURVERZEICHNIS

- High Resolution Layer Imperviousness (o.J.), unter: [High Resolution Layer Imperviousness — Copernicus Land Monitoring Service](#), letzter Aufruf 29.05.2026
- Klimaatlas Nordrhein-Westfalen (o.J.), unter: [Klimaatlas Nordrhein-Westfalen | LANUK Klima](#), letzter Aufruf 29.05.2026
- [LANUK NRW: Infoblätter und Broschüren](#) (2018): Klimaanalyse Nordrhein-Westfalen. LANUV Fachbericht 86. Unter: [LANUK NRW: Infoblätter und Broschüren](#), letzter Aufruf 29.05.2026
- Scalgo (o.J.), unter: [Scalgo](#), letzter Aufruf 29.05.2026
- Zensus 2022: Ergebnisse des Zensus, Zensus Datenbank. Unter: [Ergebnisse des Zensus](#), letzter Aufruf 29.05.2026.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Datengrundlage der Hotspotanalyse für die Wallfahrtsstadt Kevelaer.....	5
Abbildung 2: Kartendarstellung der einzelnen Schritte hin zur Darstellung der Vulnerabilität	6

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Mittelwert und Standardabweichung zur Klasseneinteilung nach z-Transformation	4
Tabelle 2: Kreuztabelle zur Klassenzuweisung klimatischer Parameter	7
Tabelle 3: Mittelwert und Standardabweichung zur Klasseneinteilung nach z-Transformation	8
Tabelle 4: Klasseneinteilung nach z-Transformation	8

