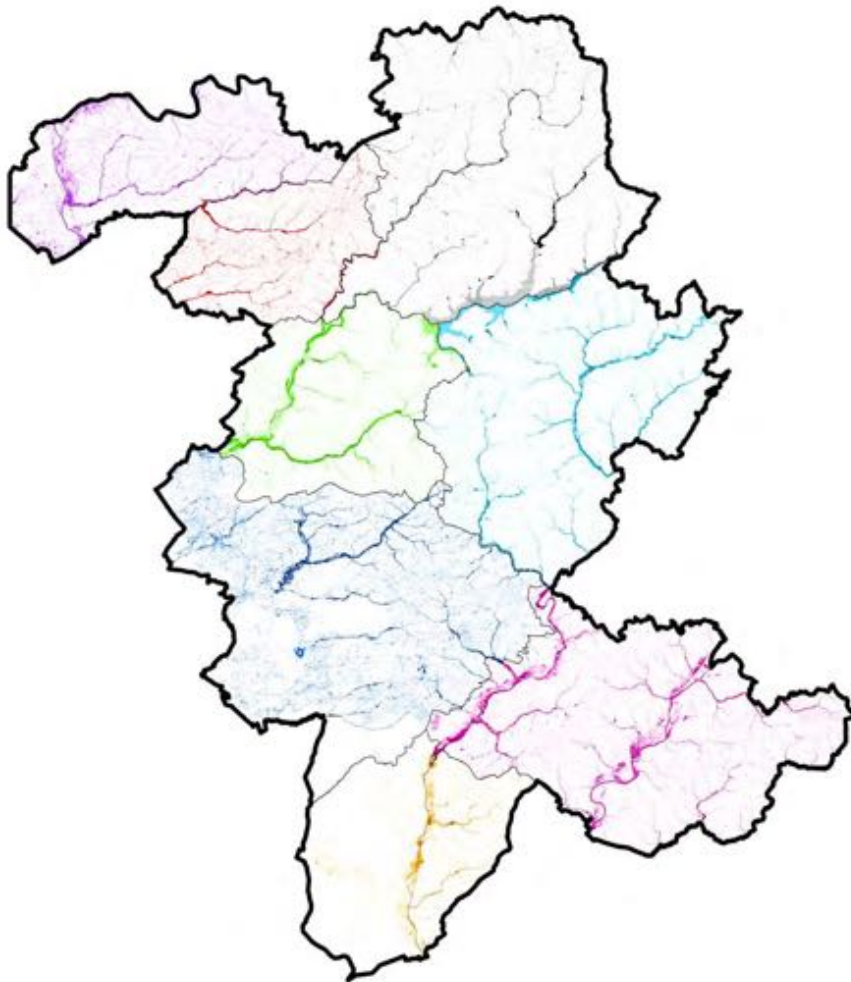


Projektbericht

# Klimaschutzteilkonzept zur Anpassung an den Klimawandel im Rheinisch-Bergischen Kreis



Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit des Rheinisch-Bergischen Kreises, der Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH und der energielenker Beratungs GmbH durchgeführt.

**Auftraggeber**

Rheinisch-Bergischer Kreis  
Der Landrat  
Am Rübezahlwald 7  
51469 Bergisch Gladbach  
Tel.: +49 (0) 2202 13-0

**Auftragnehmer**

Hydrotec Ingenieurgesellschaft  
für Wasser und Umwelt mbH  
Bachstraße 62-64  
52066 Aachen  
Tel.: +49 (0) 241 94689-0

**Unterauftragnehmer**

energielenker Beratungs GmbH  
Hüttruper Heide 90  
48268 Greven  
Tel.: +49 (0) 2571 58866-10

**Projektbearbeitung**

Dipl.-Ing. (FH) Robert Mittelstädt (Projektleitung Hydrotec)  
Hendrik Burkamp, M.Sc. (Starkregenuntersuchung, Hydrotec)  
Annabell Methler, M.Sc. (Projektleitung energielenker)  
Sina Sparrenberg, M.Sc. (Untersuchung Klimafolgen, energielenker)  
Dipl.-Geogr. Marcel Görtz (Projektleitung Rheinisch-Bergischer Kreis)

**Förderung**

Das Klimaschutzteilkonzept zur Anpassung an den Klimawandel im Rheinisch-Bergischen Kreis wurde im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. (Förderkennzeichen: 03K11014)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>X</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Globale und nationale Rahmenbedingungen zum Klimawandel .....	1
1.2 Klimaschutzplan NRW – Klimafolgenanpassung .....	3
1.3 Klimawandelvorsorgestrategie des Region Köln/Bonn e.V. ....	4
1.4 Zielsetzungen und Vorgehensweise im Projekt .....	4
1.4.1 Zielsetzungen des Konzeptes .....	5
1.4.2 Aufgabenverständnis und Vorgehensweise .....	6
1.4.3 Vorgehen/Partizipationsprozess .....	6
1.4.3.1 Lenkungsgruppe und beteiligte Akteure.....	6
1.4.3.2 Kurzfragebogen.....	7
1.4.3.3 Experteninterviews .....	7
1.4.3.4 Online-Beteiligung .....	8
1.4.3.5 Workshops .....	10
<b>2 Bestandsaufnahme und Betroffenheit</b>	<b>13</b>
2.1 Geographische Lage und Demographie.....	13
2.2 Topographische Gefährdungsanalyse (GIS-Analyse).....	16
2.2.1 Höhen und Hangneigung .....	17
2.2.2 Senken und potenzielle Senken.....	20
2.2.3 Fließwege .....	22
2.3 Darstellung der klimatischen Ist-Situation und Veränderung in den letzten Jahrzehnten .....	25
2.4 Starkregengefährdung im Rheinisch-Bergischen Kreis.....	29
2.4.1 Definitionen und Prozessbeschreibung.....	29
2.4.2 Allgemeine Methodik und Randbedingungen.....	30
2.4.3 Modellbelastung und Simulation .....	32
2.4.4 Gefährdungsanalyse im Rheinisch-Bergischen Kreis.....	36
2.4.5 Starkregen- und Hochwasserkatastrophe am 14. Juli 2021 .....	38
2.4.5.1 Niederschlagsentwicklung .....	38
2.4.5.2 Abflüsse und Überflutungen .....	40
2.4.6 Gefährdung durch Starkregen in Bergisch Gladbach (vorläufige Ergebnisse).....	41
2.4.7 Gefährdung durch Starkregen in Burscheid .....	45
2.4.8 Gefährdung durch Starkregen in Kürten.....	48
2.4.9 Gefährdung durch Starkregen in Leichlingen .....	50
2.4.10 Gefährdung durch Starkregen in Odenthal.....	53

2.4.11	Gefährdung durch Starkregen in Overath .....	55
2.4.12	Gefährdung durch Starkregen in Rösrath.....	58
2.4.13	Gefährdung durch Starkregen in Wermelskirchen.....	61
<b>3</b>	<b>Klimaveränderungen im Rheinisch-Bergischen Kreis</b>	<b>63</b>
3.1	Betroffenheit des Rheinisch-Bergischen Kreises durch Klimaveränderungen...	63
3.1.1	Lufttemperatur .....	64
3.1.2	Mikroklimatische Unterschiede innerhalb des Kreisgebietes .....	65
3.1.3	Niederschlag.....	68
3.2	Betroffenheit des Rheinisch-Bergischen Kreises durch Extremwetterereignisse.....	70
3.2.1	Hitzewellen und Hitzeinseln .....	70
3.2.2	Trockenheit.....	72
3.2.3	Klimatische Situation der Kommunen .....	75
3.2.3.1	Klimatische Situation in Bergisch Gladbach.....	75
3.2.3.2	Klimatische Situation in Burscheid.....	76
3.2.3.3	Klimatische Situation in Kürten .....	77
3.2.3.4	Klimatische Situation in Leichlingen.....	78
3.2.3.5	Klimatische Situation in Odenthal .....	79
3.2.3.6	Klimatische Situation in Overath .....	80
3.2.3.7	Klimatische Situation in Rösrath .....	81
3.2.3.8	Klimatische Situation in Wermelskirchen .....	82
3.2.4	Zukünftige Veränderung der Starkregenabflüsse .....	83
3.2.4.1	Starkregensimulation unter Berücksichtigung einer Niederschlagszunahme .....	83
3.2.4.2	Starkregensimulation unter Berücksichtigung von Kalamitätsflächen .....	84
3.2.4.3	Ergebnisse der Simulationsvarianten .....	86
3.2.4.4	Empfehlungen zur Steigerung der Resilienz.....	89
<b>4</b>	<b>Vulnerabilität des Rheinisch-Bergischen Kreises</b>	<b>91</b>
4.1	Handlungsfelder Klimafolgenanpassung .....	92
4.2	Handlungsfeldspezifische Analyse der Anfälligkeit (Wirkungskettenanalyse) ...	92
4.2.1	Wasserwirtschaft .....	93
4.2.1.1	Grundwasser .....	93
4.2.1.2	Starkregenabflüsse und Gewässerhochwasser .....	94
4.2.2	Land- und Forstwirtschaft .....	95
4.2.2.1	Landwirtschaft .....	97
4.2.2.2	Forstwirtschaft .....	102
4.2.3	Menschliche Gesundheit und soziale Infrastruktur .....	109
<b>5</b>	<b>Gesamtstrategie zur Klimafolgenanpassung</b>	<b>121</b>
5.1	Leitbild für das Handlungsfeld Landwirtschaft .....	123
5.2	Leitbild für das Handlungsfeld Forstwirtschaft .....	124

5.3	Leitbild zum Erhalt der menschlichen Gesundheit .....	125
5.4	Leitbild zum Schutz vor Starkregen .....	126
<b>6</b>	<b>Maßnahmen</b>	<b>128</b>
6.1	Maßnahmenkatalog Übersicht.....	129
6.2	Maßnahmensteckbriefe Übergeordnete Maßnahmen.....	132
6.3	Maßnahmensteckbriefe Landwirtschaft .....	147
6.4	Maßnahmensteckbriefe Forstwirtschaft .....	151
6.5	Maßnahmensteckbriefe Menschliche Gesundheit .....	159
6.6	Maßnahmensteckbriefe Wasserwirtschaft .....	173
<b>7</b>	<b>Umsetzungsfahrplan</b>	<b>188</b>
7.1	Kommunikationsstrategie .....	190
7.2	Verstetigungsstrategie und Netzwerk .....	193
7.3	Controlling .....	194
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>195</b>
<b>9</b>	<b>Literatur und verwendete EDV-Programmsysteme</b>	<b>196</b>
<b>10</b>	<b>Anhang</b>	<b>200</b>
10.1	Maßnahmenkatalog gesamt (inklusive Einzelmaßnahmen der Wasserwirtschaft).....	200
10.2	Fördermöglichkeiten.....	214
10.3	Fragebogen Kommunen.....	225
10.4	Übersicht der Interviewten und Leitfäden Experteninterviews.....	228

Darüber hinaus sind die erstellten Starkregengefahrenkarten und die Starkregen-Fließwegsimulation auf der Website des Rheinisch-Bergischen Kreises unter der URL: <https://www.rbk-direkt.de/starkregengefahrenkarte-fuer-den-rbk.aspx> zu finden.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Konzeptionelle Vorgehensweise (energielenker).....	6
Abbildung 1-2:	Ergebnisse der Bürger-Online-Beteiligung (Kartengrundlage: OpenStreetMap 2021).....	9
Abbildung 1-3:	Ergebnisse der Experten-Online-Beteiligung (Kartengrundlage: OpenStreetMap 2021) .....	10
Abbildung 1-4:	Auszug aus den Ergebnissen der ersten Workshop-Reihe (WS Nr. 2) Ergebnis Mindmap zu den Extremwetterereignissen.....	11
Abbildung 1-5:	Auszug aus den Ergebnissen der zweiten Workshop-Reihe (WS Nr. 2) Ergebnisse zum Handlungsfeld Landwirtschaft .....	12
Abbildung 2-1:	Geographische Lage des Rheinisch-Bergischen Kreises (energielenker).....	13
Abbildung 2-2:	Großlandschaften in NRW (energielenker).....	14
Abbildung 2-3:	Wärmebelastung in Anzahl Tagen pro Jahr (Quelle: LANUV NRW 2020).....	15
Abbildung 2-4:	Digitales Höhenmodell des Rheinisch-Bergischen Kreises auf Basis des DGM1 NRW .....	16
Abbildung 2-5:	Darstellung der Höhen und Hangneigung, Ausschnitt .....	17
Abbildung 2-6:	Darstellung der Hangneigung (Gefälle) im Rheinisch-Bergischen Kreis ..	18
Abbildung 2-7:	Darstellung der Schummerung im Rheinisch-Bergischen Kreis.....	19
Abbildung 2-8:	Senken im Rheinisch-Bergischen Kreis.....	20
Abbildung 2-9:	Darstellung der Senken, Ausschnitt .....	21
Abbildung 2-10:	Durch Senken potenziell gefährdete Objekte (Beispiel).....	22
Abbildung 2-11:	Darstellung der Fließwege, Ausschnitt .....	23
Abbildung 2-12:	Karte der topographischen Analyse, Beispiel-Karte 32368_5648.....	24
Abbildung 2-13:	Unterscheidung der Veränderungstypen .....	25
Abbildung 2-14:	Vergleich der mittleren Lufttemperaturen in NRW für die KNP 1951-1980 und KNP 1991-2020 (energielenker, Datengrundlage: Klimaatlas LANUV NRW) .....	26
Abbildung 2-15:	Durchschnittliche Anzahl der Eistage in NRW in der KNP 1991-2020 sowie Veränderung zur KNP 1951-1980 (energielenker, Datengrundlage: Klimaatlas LANUV NRW).....	27
Abbildung 2-16:	Durchschnittliche Anzahl der heißen Tage in NRW in der KNP 1991-2020 sowie Veränderung zur KNP 1951-1980 (energielenker, Datengrundlage: Klimaatlas LANUV NRW).....	28
Abbildung 2-17:	Vergleich der mittleren Jahresniederschläge in NRW für die KNP 1991-2020 und Veränderung zur KNP 1951-1980 (energielenker, Datengrundlage: Klimaatlas LANUV NRW).....	28
Abbildung 2-18:	Untersuchungsgebiet über dem DGM1 .....	31
Abbildung 2-19:	kf-Werte aus der BK50.....	34
Abbildung 2-20:	Klassifizierung der Einstaugefahr an Gebäuden.....	36
Abbildung 2-21:	Klassifizierung der Überströmungsgefahr an Durchlässen .....	37
Abbildung 2-22:	Niederschläge vom 12. bis 14.07.2021 an den Stationen Lehmbach, Suelze und Pulheim Geyen des LANUV .....	39
Abbildung 2-23:	Niederschlagskurve am 14.07.2021 an der Station Lehmbach (Quelle: HYGON NRW) .....	39

Abbildung 2-24: Wasserstand Pegel Hommerich/Kürtener Sülz (Einzugsgebiet 63,7 km <sup>2</sup> ) (Quelle: HYGON NRW).....	41
Abbildung 2-25: Maximale Überflutungstiefen für N100 in Bergisch Gladbach, Modell I (Hydrotec).....	42
Abbildung 2-26: Feuerwehreinsätze in Bergisch Gladbach beim Ereignis vom 14.07.2021.....	44
Abbildung 2-27: Maximale Überflutungstiefen für N100 in Burscheid.....	45
Abbildung 2-28: Maximale Überflutungstiefen für N100 in Kürten.....	48
Abbildung 2-29: Maximale Überflutungstiefen für N100 in Leichlingen.....	50
Abbildung 2-30: Maximale Überflutungstiefen für N100 in Odenthal.....	53
Abbildung 2-31: Maximale Überflutungstiefen für N100 in Overath.....	55
Abbildung 2-32: Maximale Überflutungstiefen für N100 in Rösrath.....	58
Abbildung 2-33: Maximale Überflutungstiefen für N100 in Wermelskirchen.....	61
Abbildung 3-1: Eistage - in Anzahl der Tage von 1991-2020 (LANUV NRW).....	65
Abbildung 3-2: Frosttage – in Anzahl der Tage von 1991-2020 (LANUV NRW).....	65
Abbildung 3-3: Heiße Tage – in Anzahl der Tage von 1991-2020 (LANUV NRW).....	65
Abbildung 3-4: Sommertage – in Anzahl der Tage von 1991-2020 (LANUV NRW).....	65
Abbildung 3-5: Erholungsräume und Klimaschutzwald im Kreisgebiet (eigene Darstellung auf Grundlage der Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/Bonn).....	66
Abbildung 3-6: Thermische Ausgleichsfunktion und Kaltluftleitbahnen (eigene Darstellung auf Grundlage der Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/Bonn).....	67
Abbildung 3-7: Klimaänderung in Deutschland seit 1881 (DWD).....	68
Abbildung 3-8: Zunahme der Starkniederschlagstage > 20 mm 1981-2010 (Klimaatlas LANUV NRW (2020)).....	69
Abbildung 3-9: Klimatopkarte des Rheinisch-Bergischen Kreises (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW).....	71
Abbildung 3-10: Entstehung des städtischen Wärmeinseleffektes (energielenker).....	71
Abbildung 3-11: Dürremagnituden im Gesamtboden in der Vegetationsperiode April bis Oktober. Die Länge der Dürreperiode und die absolute Trockenheit fließen in die Berechnung mit ein (Quelle: UFZ-Dürremonitor, Helmholtz-Zentrum für Umweltbildung).....	73
Abbildung 3-12: UFZ Dürremonitor: Bodenfeuchteindex 0 - 25 cm [Trockenklassen (SMI)] (LANUV NRW).....	74
Abbildung 3-13: UFZ Dürremonitor: Pflanzenverfügbares Wasser 0 - 25 cm [nFK (%)] (LANUV NRW).....	74
Abbildung 3-14: UFZ-Dürremonitor: Bodenfeuchteindex Gesamtboden [Trockenklassen (SMI)] (LANUV NRW).....	74
Abbildung 3-15: Thermische Situation in der Stadt Bergisch Gladbach (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW).....	75
Abbildung 3-16: Thermische Situation in der Stadt Burscheid (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW).....	76
Abbildung 3-17: Thermische Situation in der Gemeinde Kürten (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW).....	77
Abbildung 3-18: Thermische Situation in der Stadt Leichlingen (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW).....	78
Abbildung 3-19: Thermische Situation in der Gemeinde Odenthal (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW).....	79

Abbildung 3-20: Thermische Situation in der Stadt Overath (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW) .....	80
Abbildung 3-21: Thermische Situation in der Stadt Rösrath (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW) .....	81
Abbildung 3-22: Thermische Situation in der Stadt Wermelskirchen (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW) .....	82
Abbildung 3-23: Landnutzung im Einzugsgebiet des Scherfbachs .....	83
Abbildung 3-24: Landnutzung im Einzugsgebiet des Scherfbachs .....	85
Abbildung 3-25: Kontrollquerschnitte im Bereich des Käsbachs.....	86
Abbildung 3-26: Ergebnisse der Modellrechnungen für KQ_138.....	87
Abbildung 3-27: Ergebnisse der Modellrechnungen für KQ_271.....	87
Abbildung 3-28: Ergebnisse der Modellrechnungen für KQ_129.....	88
Abbildung 3-29: Ergebnisse der Modellrechnungen für KQ_353.....	88
Abbildung 4-1: Parameter der Anfälligkeit (energielenker) .....	91
Abbildung 4-2: Zeitdiagramm Grundwassermessstelle Saaler Mühle 076956600, Bergisch Gladbach (ELWAS-WEB, LANUV NRW).....	93
Abbildung 4-3: Grundwasserneubildung im Bereich des Rheinisch-Bergischen Kreises (LANUV 2020).....	94
Abbildung 4-4: Wirkungskette Handlungsfeld Land- und Forstwirtschaft (energielenker)	97
Abbildung 4-5: Trockenstressrisiko in der Land- und Forstwirtschaft (eigene Darstellung auf Grundlage der Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/Bonn agl/prc 2019).....	99
Abbildung 4-6: Ergebnisse der kartenbasierten Online-Umfrage zur Bodenerosion (eigene Darstellung).....	101
Abbildung 4-7: Dürreempfindlichkeit für Waldflächen (LANUV NRW) .....	103
Abbildung 4-8: Ergebnisse der kartenbasierten Online-Umfrage zum Trockenstress (eigene Darstellung).....	104
Abbildung 4-9: Waldbrandgefahr in Anzahl Tagen pro Jahr (LANUV NRW).....	105
Abbildung 4-10: Mittlere klimatische Wasserbilanz in der forstlichen Vegetationszeit (Mai bis Oktober) in mm (LANUV NRW) .....	105
Abbildung 4-11: Mittlere Niederschlagssumme in der forstlichen Vegetationszeit (Mai bis Oktober) in mm (LANUV NRW).....	106
Abbildung 4-12: Tatsächliche Vegetationszeitlänge im Mittel des Zeitraums 1981-2010: definiert als Tage >10 °C (LANUV NRW).....	106
Abbildung 4-13: Ergebnisse der kartenbasierten Online-Umfrage zu den Feuerwehrezufahrten im Stadtgebiet von Wermelskirchen.....	106
Abbildung 4-14: Wirkungskette Handlungsfeld Menschliche Gesundheit (energielenker)	109
Abbildung 4-15: Zeitliche Entwicklung der PM10-Feinstaubkonzentrationen an deutschen Messstationen im Zeitraum von 1990-2012 (Umweltbundesamt) .....	111
Abbildung 4-16: Zusammenhang zwischen thermischen Umweltbedingungen und Mortalität (Brasseur et al.).....	113
Abbildung 4-17: Wärmebelastung in Anzahl Tagen pro Jahr (LANUV NRW) .....	114
Abbildung 4-18: Kältereiz in Anzahl Tagen pro Jahr (LANUV NRW).....	114
Abbildung 4-19: Bioklimatische Karte (LANUV NRW) .....	114
Abbildung 4-20: Thermisch ungünstige Situationen und soziale Einrichtungen Raum Bergisch Gladbach (energielenker, Datengrundlage: © OpenStreetMap) .....	116



Abbildung 4-21: Thermisch ungünstige Situationen und soziale Einrichtungen Raum Leichlingen (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW).....	117
Abbildung 4-22: Thermisch ungünstige Situationen und soziale Einrichtungen Raum Rösrath (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW) .....	117
Abbildung 4-23: Thermisch ungünstige Situationen und soziale Einrichtungen Raum Overath (energielenker, Datengrundlage: LANUV NRW) .....	118
Abbildung 4-24: Ergebnisse der kartenbasierten Online-Umfrage zum Thema "Hitze" (eigene Darstellung).....	119
Abbildung 5-1: Aufbau und Struktur der kreisweiten Gesamtstrategie.....	122
Abbildung 6-1: Geodatenportal des Rheinisch-Bergischen Kreises ( <a href="https://www.rbk-direkt.de/geoportal/">https://www.rbk-direkt.de/geoportal/</a> ) .....	132
Abbildung 6-2: Möglicher Informationsfluss zwischen einer koordinierenden Stelle und anderen Beteiligten in Hitzeaktionsplänen (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit) .....	167
Abbildung 6-3: Ausschnitt aus der SRGK mit vororteten Maßnahmenvorschlägen .....	174
Abbildung 7-1: Farbliche Kennzeichnung der Laufzeiten von Maßnahmen .....	188
Abbildung 7-2: Ausgewählte Akteurinnen und Akteure zur Umsetzung des Klimaschutzteilkonzeptes zur Anpassung an den Klimawandel (eigene Darstellung).....	193

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Fläche und mittleres Gefälle je Kommune .....	19
Tabelle 2-2:	Durch Starkregen in Senken potenziell gefährdete Objekte je Kommune .....	22
Tabelle 2-3:	Definition einer Auswahl von klimatologischen Parametern (eigene Darstellung auf Grundlage des DWD*).....	25
Tabelle 2-4:	Stricklerbeiwerte in Abhängigkeit von der Realnutzung .....	32
Tabelle 2-5:	KOSTRA-DWD 2010R Niederschlagshöhen für den Rheinisch- Bergischen Kreis (Maximalwerte aus 14 Kacheln) .....	33
Tabelle 2-6:	Interzeptionsverluste in Abhängigkeit von der Realnutzung .....	33
Tabelle 2-7:	Niederschläge vom 12. bis 14.07.2021 an einigen Stationen des LANUV (Quelle: HYGON - Hydrologische Rohdaten Online, LANUV NRW).....	38
Tabelle 2-8:	Übersicht Gefährdungsanalyse bei N100 in Bergisch Gladbach .....	43
Tabelle 2-9:	Übersicht Gefährdungsanalyse bei N100 in Burscheid.....	46
Tabelle 2-10:	Übersicht Gefährdungsanalyse bei N100 in Kürten .....	49
Tabelle 2-11:	Übersicht Gefährdungsanalyse bei N100 in Leichlingen .....	51
Tabelle 2-12:	Übersicht Gefährdungsanalyse bei N100 in Odenthal .....	54
Tabelle 2-13:	Übersicht Gefährdungsanalyse bei N100 in Overath.....	56
Tabelle 2-14:	Übersicht Gefährdungsanalyse bei N100 in Rösrath .....	59
Tabelle 2-15:	Übersicht Gefährdungsanalyse bei N100 in Wermelskirchen .....	62
Tabelle 4-1:	Faktoren, die das Handlungsfeld allgemein beeinflussen (Bezugsjahr 2017) (eigene Darstellung nach IÖR Monitor) .....	96
Tabelle 4-2:	Zusammenfassung der wichtigsten Auswirkungen des Klimawandels auf die Luftqualität. Auswirkungen auf bodennahes Ozon nach Royal Society (2008); Auswirkungen auf Feinstaub nach eigenen Recherchen (Brosseur et al.) .....	111
Tabelle 7-1:	Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung des Klimaschutzteilkonzepts (eigene Darstellung).....	192

## Abkürzungsverzeichnis

A	Autobahn
a	Jahr
Abb.	Abbildung
AG	Arbeitsgruppe
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem
BK	Bodenkarte
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2e</sub>	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
COP	Conference of the Parties
CH <sub>4</sub>	Methan
D	Dauer
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie
Difu	Deutsches Institut für Urbanistik
DGM1	Digitales Geländemodell (Höhen) im Raster von 1 x 1 m
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
ebd.	Ebenda
eea	European Energy Award
eig.	eigene
EU	Europäische Union
EZG	Einzugsgebiet
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
F&E	Forschung und Entwicklung
FF	Freiwillige Feuerwehr
GaLa-Bau	Garten- und Landschaftsbau
G7	Gruppe der Sieben
ggf.	gegebenenfalls
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
h	Stunde
HRB	Hochwasserrückhaltebecken
HQ	Hochwasserabfluss
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
inkl.	inklusive
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
k. A.	keine Angabe
k <sub>f</sub>	Versickerungsfähigkeit (wassergesättigte Leitfähigkeit des Bodens)
Kita	Kindertagesstätte
k <sub>st</sub>	Rauheitsbeiwert nach Strickler
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
m	Meter
m <sup>2</sup>	Quadratmeter

m <sup>3</sup>	Kubikmeter
MKULNV NRW	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
MULNV NRW	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Mrd.	Milliarden
N	Niederschlag (N100 = statistisch 100-jährlicher Niederschlag)
N-A-Modell	Niederschlag-Abfluss-Modell
NINA	Notfall-Informations- und Nachrichten-App des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
NRW	Nordrhein-Westfalen
o. Ä.	oder Ähnliches
o. g.	oben genannt
PKW	Personenkraftwagen
ppm	parts per million – Teile von einer Million
RBK	Rheinisch-Bergischer Kreis
RHB	Rückhaltebecken
RRB	Regenrückhaltebecken
S.	Seite
s.	siehe
s. o.	siehe oben
s. u.	siehe unten
SRGK	Starkregengefahrenkarte
t	Tonnen
t/a	Tonnen pro Jahr
THG	Treibhausgas
THW	Technisches Hilfswerk
u. a.	unter anderem
u. U.	unter Umständen
vgl.	vergleiche
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
z. B.	zum Beispiel

# 1 Einleitung

Das vorliegende Klimaschutzteilkonzept zur Anpassung an den Klimawandel im Rheinisch-Bergischen Kreis ist im Zeitraum von April 2020 bis Oktober 2021 entsprechend des Kreistagsbeschlusses vom 26.03.2020 erarbeitet worden. Das von den kreisangehörigen Kommunen unterstützte Konzept soll allen Akteurinnen und Akteuren im Kreisgebiet als Orientierungs- und Handlungsrahmen hinsichtlich der bereits eingetretenen und künftigen Auswirkungen des Klimawandels dienen, die Menschen im Rheinisch-Bergischen Kreis sensibilisieren, den Wissensaustausch zum Thema Klimafolgenanpassung fördern und praxisnahe Maßnahmenvorschläge anbieten. Insbesondere die in Kapitel 6 aufgeführten Maßnahmen sollen dem Kreis, seinen Kommunen, den im Kreisgebiet ansässigen Unternehmen und Institutionen sowie nicht zuletzt den Bürgerinnen und Bürgern helfen, sich auf die Folgen des Klimawandels vorzubereiten und schadensmindernde Anpassungsmaßnahmen treffen zu können, bevor klimawandelbedingte Extremwetterereignisse zu Schäden führen.

Denn die Warnungen vor den Folgen des Klimawandels sind allgegenwärtig. So werden Temperaturanstieg, schmelzende Gletscher und Polkappen, ein ansteigender Meeresspiegel, Wüstenbildung und Bevölkerungswanderungen als Auswirkungen diskutiert. Das Ausmaß der von der tatsächlichen Erwärmung abhängigen Szenarien ist zum jetzigen Zeitpunkt jedoch schwer vorhersagbar. Als treibende Kraft und Hauptverursacher der globalen Erderwärmung sind die vom Menschen verursachten Emissionen des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) zu nennen.

Diese Erkenntnisse werden durch den fünften Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) aus dem Jahre 2013 gestützt. Die Aussagen des Berichtes weisen auf einen sehr hohen anthropogenen Anteil an der Erhöhung des weltweiten Gehaltes von Treibhausgasen in der Atmosphäre hin (320 ppm in den 1960er Jahren bis über 380 ppm im Jahr 2010) (IPCC 2013).

Des Weiteren wird der bereits stattfindende Klimawandel, einhergehend mit den Erhöhungen der durchschnittlichen Temperaturen an Land und in den Meeren ebenfalls zu großen Teilen menschlichem Handeln zugeschrieben. Die daraus resultierenden Prozesse des Abschmelzens der Gletscher und Eisdecken an den Polen, des Meeresspiegelanstiegs sowie des Auftauens der Permafrostböden in Russland scheinen sich im Zeitraum von 2002 bis 2011 im Vergleich zur vorherigen Dekade sogar deutlich beschleunigt zu haben. Der menschliche Einfluss auf diese Prozesse wird dabei als sicher angesehen. Laut dem Sonderbericht des IPCC aus dem Jahr 2018 liegt die globale Erwärmung durch menschliche Aktivitäten heute bei etwa 1 °C über dem vorindustriellen Niveau. Zwischen 2030 und 2052 wird sie voraussichtlich 1,5 °C erreichen. Die Erwärmung wird für mehrere Jahrhunderte bis hin zu Jahrtausenden bestehen bleiben und für zusätzliche langfristige Veränderungen im Klimasystem sorgen. Je stärker die globale Durchschnittstemperatur ansteigt, desto gravierender werden die Risiken für natürliche und menschliche Systeme ausfallen (IPCC 2018).

## 1.1 Globale und nationale Rahmenbedingungen zum Klimawandel

Die klimapolitischen Zielvorgaben werden auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene festgelegt. Einen wichtigen Bestandteil auf globaler Ebene bildet das Pariser Klimaabkommen von 2015. 195 Staaten einigten sich auf das Ziel, den Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur auf 1,5 °C zu begrenzen, da dies die klimawandelbedingten Folgen und Risiken deutlich vermindern würde. Im Rahmen dessen haben die Länder nationale Klimaschutzpläne zur Emissionsminderung aufgestellt, die zur Erreichung des 1,5 °C Ziels beitragen sollen. Darüber hinaus soll die Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel erhöht werden, um die Auswirkungen des Klimawandels zu minimieren und ggf. ausgleichen zu können. Insbesondere Städte und Regionen spielen in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle. Sie sind einerseits dazu aufgerufen, die Anstrengungen und Maßnahmen zur Emissionsminderung zu

unterstützen, und sollen andererseits ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber klimatischen Veränderungen erhöhen sowie ihre Anfälligkeit verringern.

Neben dem verantwortungsvollen Umgang mit Natur und Umwelt, der Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emissionen<sup>1</sup> sowie dem effizienten Einsatz von Energie und der Förderung erneuerbarer Energien, besteht ein weiterer ganz wesentlicher Aspekt in der vorausschauenden Anpassung an die Folgen und Auswirkungen des jetzt schon stattfindenden Klimawandels. Genau dies bildet den Schwerpunkt des Klimaschutzteilkonzepts zur Anpassung an den Klimawandel (Klimaanpassungskonzept) für den Rheinisch-Bergischen Kreis.

Der Klimawandel ist auch im Rheinisch-Bergischen Kreis bereits deutlich spürbar. Dies zeigen die zunehmenden extremen Wetterereignisse der letzten zehn bis zwanzig Jahre im Kreisgebiet, wie zum Beispiel die Hitzesommer der Jahre 2003, 2014, 2018 und 2019 oder eine Vielzahl an Starkregenereignissen, die bereits mehrfach zu Überflutungen mit zum Teil beträchtlichen Sachschäden geführt haben. Diesbezüglich ist nicht zuletzt das im Juli 2021 eingetretene Starkregen- und Hochwasserereignis zu nennen, welches im Rheinisch-Bergischen Kreis teils zu massiven Überflutungen geführt hat und aufgrund seiner Dauer und Intensität deutlich über das bisher Dagewesene hinaus ging.

Im Falle eines ungebremsten Klimawandels ist im Jahr 2080 in Deutschland, z. B. durch Reparaturen nach Stürmen oder Hochwassern und Mindereinnahmen der öffentlichen Hand, mit einer Zunahme der Kosten je nach Klimaszenario auf jährlich 0,3 bis 0,75 Prozent des Bruttoinlandsproduktes (BIP) zu rechnen, was bezogen auf das heutige BIP in Deutschland zwischen 8 und 21 Mrd. € pro Jahr entsprechen würde (Ciscar et al. 2009). Die klimabezogenen Prognosen zeigen, dass auch der Rheinisch-Bergische Kreis von diesen Entwicklungen nicht verschont bleibt. Der Klimawandel ist also nicht ausschließlich eine ökologische Herausforderung, sondern auch in ökonomischer Hinsicht von Belang.

Mit dem Klimaanpassungskonzept erhalten der Rheinisch-Bergische Kreis und seine Kommunen ein Instrument, um die zukünftige Klimaarbeit konzeptionell, vorbildlich und nachhaltig zu gestalten. Gleichzeitig soll das Konzept eine Motivation sein, aktiv tätig zu werden und weitere Akteure zum Mitmachen zu animieren.

### **Drei-Punkte-Plan der Bundesumweltministerin und der Spitzenverbände**

Auf nationaler Ebene hat am 22.03.2021 zudem ein Spitzengespräch mit der Bundesumweltministerin und den drei kommunalen Spitzenverbänden (Deutscher Städtetag, Deutscher Landkreistag und Deutscher Städte- und Gemeindebund) stattgefunden. Im Rahmen dieses Spitzengesprächs haben sich die Beteiligten auf einen „Drei-Punkte-Plan“ zur kommunalen Klimafolgenanpassung und eine Nationale Wasserstrategie verständigt. Dieser Plan beinhaltet zusammengefasst die folgenden Maßnahmen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), die sich bereits in der Umsetzung befinden:

- Aufbau eines bundesweiten Beratungszentrums für Kreise, Städte und Gemeinden.
- Das BMU wird im Rahmen des Förderprogramms „Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel“ künftig auch das Anpassungsmanagement in den Kommunalverwaltungen finanziell unterstützen.
- Besonders innovative Lösungen im Bereich der Klimawandelanpassung in Kreisen, Städten und Gemeinden sollen künftig im Rahmen des Wettbewerbs „Blauer Kompass“ prämiert werden. Auf diese Weise soll wieder ein „Schaufenster“ für vorbildliche kommunale Projekte geschaffen werden.

---

<sup>1</sup> Die Bilanzierung der Treibhausgase schließt zu den Kohlenstoffdioxid-Emissionen (CO<sub>2</sub>) auch weitere treibhauswirksame Emissionen, wie Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O, Lachgas) oder Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), ein. In Summe werden diese inkl. Kohlenstoffdioxid CO<sub>2</sub>-Äquivalente (Abkürzung: CO<sub>2</sub>e – für equivalent) genannt.

Zudem hat das Bundesumweltministerium am 8. Juni 2021 die Nationale Wasserstrategie vorgestellt, die Antworten darauf gibt, wie im Jahre 2050 die Wasserversorgung für die Menschen und die Umwelt in ausreichender Menge und notwendiger Qualität gesichert werden kann.

## 1.2 Klimaschutzplan NRW – Klimafolgenanpassung

Im Jahre 2015 wurde der Klimaschutzplan NRW verabschiedet. Er enthält sowohl Ziele, Strategien, Handlungsfelder und Maßnahmen zum Klimaschutz als auch zur Klimafolgenanpassung und stellt damit den strategischen Rahmen und die Handlungsgrundlage für den Bereich Klimawandel für die Landesregierung bis 2050 dar (MKULNV 2015). Im Klimaschutzplan werden 54 Strategien und 154 Maßnahmen aufgezeigt und dargelegt, wie die im Klimaschutzgesetz festgesetzten Klimaschutzziele des Landes NRW erreicht werden sollen. Daneben beinhaltet der Plan 66 Maßnahmen zur Anpassung an die bereits eingetretenen oder zukünftigen Folgen des Klimawandels in NRW, da diese weiterhin zunehmen werden. Für NRW werden die Kosten, die aufgrund der Folgen des Klimawandels entstehen, bis zum Jahr 2050 auf 70 Mrd. EUR geschätzt (MKULNV 2015). Daher sollen die Folgen des Klimawandels durch frühzeitige und vorausschauende Anpassungsmaßnahmen abgeschwächt werden.

Wie erwähnt, enthält der Klimaschutzplan explizit Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung und stellt den Akteuren innerhalb des Landes damit eine Grundlage zur Verfügung, sich präventiv und systematisch auf die Folgen des Klimawandels vorzubereiten. Aufbauend auf der bereits 2009 initiierten Studie zu möglichen Klimaänderungen in NRW und den daraus resultierenden Anpassungsstrategien wurden im Klimaschutzplan 16 Handlungsfelder und Maßnahmen identifiziert, die dabei helfen sollen, die Vulnerabilität Nordrhein-Westfalens gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zu reduzieren. Die Handlungsfelder für das Land Nordrhein-Westfalen setzen sich u. a. aus den Themenfeldern Wasserwirtschaft und Hochwasserschutz, Katastrophenschutz, Stadtentwicklung, Wald- und Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Industrie- und Gewerbe, Verkehr und Verkehrsinfrastruktur, Bauen und Wohnen, menschliche Gesundheit sowie Tourismus zusammen (MKULNV 2015).

Nachfolgend werden die mittel- bis langfristigen Strategien und Ziele dargestellt, die beim Thema Klimafolgenanpassung in NRW im Mittelpunkt stehen:

- Siedlungs- und Infrastrukturen widerstandsfähiger machen
- Stabilität und Leistungsfähigkeit von Naturhaushalt und Ökosystemen erhalten
- Forst- und Landwirtschaft auf veränderte Klimabedingungen einstellen
- Industrie und Unternehmen dabei unterstützen, sich auf die Herausforderungen des Klimawandels vorzubereiten
- Klimaveränderungen und Auswirkungen bei Planungsprozessen berücksichtigen
- Bürger, Unternehmen und Kommunen für das Thema Anpassung sensibilisieren und Informationen bereitstellen.

Darüber hinaus wurde das bundesweit erste Klimaanpassungsgesetz im Juli 2021 vom Landtag Nordrhein-Westfalen verabschiedet. Es bietet den rechtlichen Rahmen des Klimaanpassungsprozesses in NRW. Mit dem Gesetz schreibt die Landesregierung das Ziel fest, die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu begrenzen. Alle Träger öffentlicher Aufgaben sind fortan dazu verpflichtet, Klimafolgen bei allen Planungen und Entscheidungen zu berücksichtigen.

Demnach sollen sowohl die im Klimaschutzplan NRW formulierten Ziele und Strategien der Landesregierung als auch die Vorgaben des Klimaanpassungsgesetzes im Rahmen der Konzepterstellung für den Rheinisch-Bergischen Kreis Beachtung finden.

### 1.3 Klimawandelvorsorgestrategie des Region Köln/Bonn e.V.

Zur Vorbereitung auf die zukünftigen klimatischen Veränderungen hat der Region Köln/Bonn e.V. in Zusammenarbeit mit zahlreichen Akteuren aus der Region innerhalb von drei Jahren die Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/Bonn entwickelt. Im Rahmen der Analyse der Betroffenheiten wurden zunächst Handlungsfelder ermittelt und darauf aufbauend eine regionale Klimawirkungsanalyse durchgeführt. Die Ergebnisse verdeutlichen die Veränderungen, denen die Region in der Gegenwart ausgesetzt ist, sowie in der Zukunft ausgesetzt sein wird. Darüber hinaus zeigen die Analysen unterschiedliche Betroffenheiten innerhalb der Region. Beispielsweise fällt bei einigen stark besiedelten Gebieten ein hohes Gefährdungspotenzial mit einem hohen Schadenspotenzial zusammen. Diesbezüglich ist die demographische Entwicklung von überaus hoher Bedeutung. Während Köln und Bonn sowie deren angrenzende Kommunen ein mittleres bis starkes Bevölkerungswachstum zu verzeichnen haben, sind die peripher gelegenen ländlichen Gebiete (z. B. im Bergischen Land) eher von einem Bevölkerungsrückgang betroffen. Diese Einflussfaktoren sind für die Entwicklung von geeigneten Klimaanpassungsstrategien von maßgeblicher Bedeutung.

Bei der Betrachtung der einzelnen Handlungsfelder wurde deren Risiko in Bezug auf die Klimaveränderungen erarbeitet. Dabei wurden auch Prognosen für die Zukunft entwickelt.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse und der Risikoermittlung wurde schließlich ein Maßnahmenkatalog zusammengestellt, der für jedes Handlungsfeld eine Maßnahmenliste beinhaltet. Die Maßnahmen haben einen übergeordneten Charakter und sind auf Kreis- und Kommunalebene weiter zu konkretisieren bzw. zu entwickeln. Die Klimawandelvorsorgestrategie für die Region Köln/Bonn dient somit als Grundlage für die Entwicklung des Klimaanpassungskonzeptes für den Rheinisch-Bergischen Kreis.

### 1.4 Zielsetzungen und Vorgehensweise im Projekt

Die Arbeit an einem Klimaanpassungskonzept ist für den Rheinisch-Bergischen Kreis kein Neuland, da Vertreter des Kreises bereits in das Netzwerk der Region Köln-Bonn eingebunden sind und an der regionalen Klimawandelvorsorgestrategie mitgearbeitet haben. Dabei wurden die Grundlagen für die vorliegende Arbeit entwickelt und Maßnahmenempfehlungen abgeleitet.

Im Jahr 2013 hat der Rheinisch-Bergische Kreis ein Klimaschutzkonzept erarbeitet, welches 2018 fortgeschrieben wurde. Zur Umsetzung der Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes ist seit 2015 ein Klimaschutzmanager tätig. Zudem nimmt der Kreis seit 2009 am European Energy Award<sup>®</sup> (eea) teil, in dessen Rahmen er im Jahr 2020 den European Energy Award in Gold erhalten hat. Durch seine Bemühungen im Sektor Erneuerbare Energien darf sich der Rheinisch-Bergische Kreis seit Ende 2013 „100 % Erneuerbare Energien Region“ (100ee Region) nennen. Aufbauend auf den bisherigen Erfolgen wird in diesem Konzept der Fokus auf die Klimaanpassung gelegt. Die bisherigen Arbeiten im Bereich Klima bilden dabei den strategischen Rahmen für die klimapolitischen Aktivitäten auf Kreisebene.

Durch die Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes sollen die Strategien und Maßnahmen des Kreises im Bereich des Klimaschutzes ergänzt werden und den Kreis sowie seine Kommunen auf die zukünftigen Herausforderungen vorbereiten, die der Klimawandel mit sich bringt. Der Rheinisch-Bergische Kreis verfolgt somit eine Doppelstrategie, die sowohl auf Energieeinsparungen und damit auf Klimaschutz als auch auf die Anpassung an die Folgen des Klimawandels abzielt.

Das Klimaanpassungskonzept beinhaltet eine Einschätzung der Betroffenheit des Kreises von Extremwetterereignissen, wie z. B. Starkregenereignissen oder Hitzewellen. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf dem Thema Starkregen, weshalb die Erstellung einer Starkregengefahrenkarte auch als Kernstück des Projektes angesehen werden kann. Als weitere Schwerpunkte wurden die klimatischen Auswirkungen von Hitze und Dürre auf die Land- und Forstwirtschaft



sowie die menschliche Gesundheit betrachtet. Bei Letzterem liegt der Fokus auf dem Faktor Hitze, da die im Kreisgebiet lebenden Menschen in der Vergangenheit hiervon besonders betroffen waren. Mit den Schlussfolgerungen aus der Betroffenheitsanalyse (s. Kapitel 2) werden Herausforderungen und Chancen dargestellt, die sich durch zukünftige Klimaänderungen für die unterschiedlichen Handlungsfelder des Kreises ergeben (Wirkungskettenanalyse, s. Kapitel 4).

Auf Grundlage der verschiedenen Klimaanalysen und deren Auswirkungen auf die relevanten Handlungsfelder werden konkrete Anpassungsmaßnahmen in einem Handlungskatalog zusammengestellt und für die einzelnen Betroffenheitsgebiete ausgewertet. Die ausgearbeiteten Maßnahmen sollen ein hohes Maß an Realisierungspotenzial besitzen. Ein wichtiger Baustein im Gesamtkonzept ist daher die Erarbeitung einer konkreten Umsetzungsplanung, die als Orientierungs- und Ausrichtungshilfe, insbesondere bei der Priorisierung der Maßnahmen, dient.

Im nachfolgenden Kapitel werden die Zielsetzung des Konzeptes sowie die Vorgehensweise innerhalb des Erstellungsprozesses erläutert.

### 1.4.1 Zielsetzungen des Konzeptes

Die Zielsetzungen des Klimaschutzteilkonzeptes zur Anpassung an den Klimawandel sind die Sensibilisierung und der Wissensaustausch zum Thema Klimafolgenanpassung sowie die Integration des Themas Klimafolgenanpassung in allen Handlungsebenen.

Durch einen kontinuierlichen Wissensaustausch zwischen der Kreisverwaltung, den kreisangehörigen Kommunen, der Bevölkerung, den Unternehmen vor Ort und der Politik wird das Risikobewusstsein bezüglich der Klimafolgen gefördert und die Akzeptanz für die Umsetzung von Adaptionsmaßnahmen gesichert. Denn neben der Kreisverwaltung und den Kommunen können oftmals nur die lokalen Akteurinnen und Akteure selbst, z. B. im Rahmen des Objektschutzes, präventive Maßnahmen zur Klimaanpassung umsetzen.

Somit existieren im Zusammenhang mit dem Klimawandel zwei Strategien:

- Mitigation = Klimaschutz: setzt auf Verhinderung bzw. Abschwächung des Klimawandels, d.h. Abschwächung der globalen Erderwärmung durch die Vermeidung von THG-Emissionen
- Adaption = Anpassung an die Folgen des Klimawandels – oder Klimafolgenanpassung: setzt darauf, sich mit den Folgen der bereits stattfindenden Erderwärmung – wie etwa Extremwetterereignissen – auseinanderzusetzen, um vorausschauend darauf zu reagieren

Die Integration des Themas Klimafolgenanpassung auf allen Ebenen ist im Hinblick auf die zukünftigen Entwicklungen und Entscheidungen von außerordentlicher Bedeutung. In Deutschland ist der Großteil der Städte und Gemeinden bereits gebaut. Die durchschnittliche Erneuerungsrate des Bestandes beträgt nur knapp ein Prozent pro Jahr. Daher ist es wichtig, dass heute neu geplante Gebäude und Quartiere das Thema Klimafolgenanpassung in ihre Konzepte und Planungen integrieren. Denn ein späterer Umbau des Bestandes ist mit zusätzlichen Kosten verbunden oder teilweise aufgrund bestehender Siedlungsstrukturen nicht mehr umsetzbar (außer z. B. durch Abriss einzelner Gebäude).

Somit müssen rechtzeitig Planungsstrategien und Maßnahmen mitgedacht werden, die neben einer Eindämmung der Treibhausgasemissionen, die (vorhandenen) negativen Auswirkungen des Klimawandels abmildern können. Dabei ist eine integrierte Herangehensweise an das Thema Klimaanpassung unter Beteiligung verschiedener Akteure innerhalb der Kreis-, Stadt- und Gemeindeverwaltungen, aber auch von Architekten, Kommunalpolitikern, Planungsbüros, Hauseigentümern, der Immobilienwirtschaft und der interessierten Öffentlichkeit, notwendig. Denn nur so ergeben sich Synergieeffekte und innovative Projektansätze, die zur Reduzierung der negativen Auswirkungen des Klimawandels eingesetzt werden können.

Somit wird eine Integration und Verknüpfung von Aspekten der Klimafolgenanpassung mit bestehenden Planungen und Prozessen, Aktivitäten und Strukturen sowie Netzwerken angestrebt.

### 1.4.2 Aufgabenverständnis und Vorgehensweise

Das Klimaanpassungskonzept wurde unter Mitwirkung eines breiten Akteursnetzes erstellt. In Workshops und persönlichen Gesprächen wurden viele Inhalte des Konzeptes, primär die Maßnahmen, erarbeitet. Ergänzend hatten die Bürgerinnen und Bürger sowie weitere Fachakteurinnen und Fachakteure einen Monat lang die Möglichkeit, sich in Form einer webbasierten Kreiskarte zu beteiligen, indem sie ihre Handlungsbedarfe, bekannten Schadensereignisse und Ideen lokal auf der Karte eintragen konnten. Darüber hinaus wurden die Fachexpertinnen und Fachexperten der Kreisverwaltung des Rheinisch-Bergischen Kreises und der Kommunalverwaltungen sowie weitere Fachleute aus dem Kreisgebiet mit Fragebögen und themenspezifischen Fachgesprächen eingebunden.

Die Aufgabenfelder wurden zwischen den bearbeitenden Firmen Hydrotec und energielenker aufgeteilt. Während das Ingenieurunternehmen Hydrotec mit allen Themen aus dem Bereich der Wasserwirtschaft, wie unter anderem der Erstellung der Starkregengefahrenkarte, betraut war, hat die Firma energielenker die Handlungsfelder Land- und Forstwirtschaft sowie menschliche Gesundheit bearbeitet. Darüber hinaus war die Firma energielenker primär mit der Entwicklung und Durchführung der Partizipationsprozesse betraut.

### 1.4.3 Vorgehen/Partizipationsprozess

In Abbildung 1-1 wird die konzeptionelle Vorgehensweise graphisch dargestellt. Einige Prozesse und Bausteine liefen dauerhaft parallel ab, wie die Öffentlichkeitsarbeit und die Akteursbeteiligung.

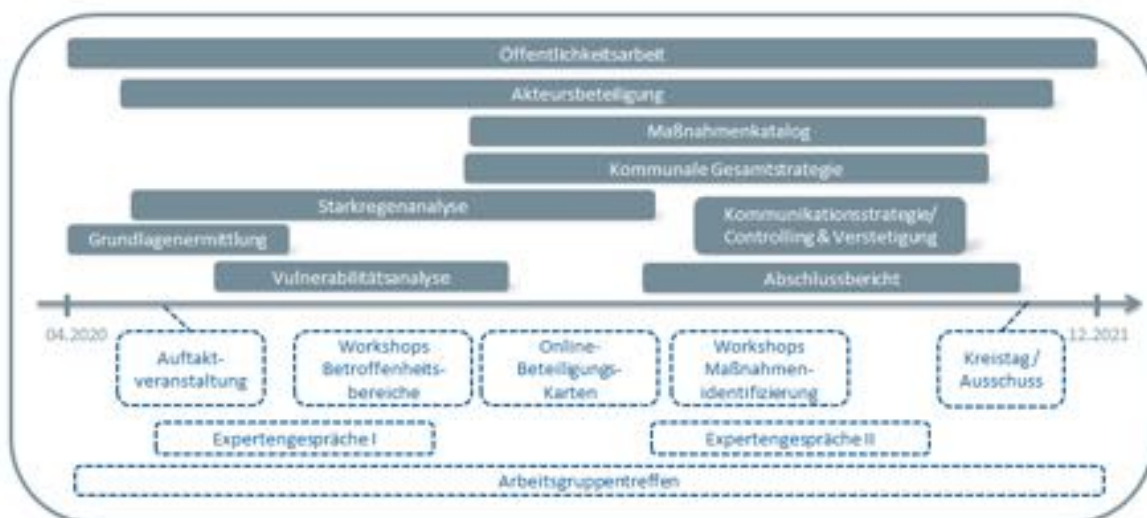


Abbildung 1-1: Konzeptionelle Vorgehensweise (energielenker)

#### 1.4.3.1 Lenkungsgruppe und beteiligte Akteure

Als fachliche Basis und für eine konstruktive und koordinierte Projektentwicklung wurde eine Lenkungsgruppe gegründet, die aus Expertinnen und Experten der Fachbehörden sowie Vertreterinnen und Vertretern von Verbänden und Institutionen bestand. In regelmäßigen Abständen hat sich die Lenkungsgruppe zusammengefunden, um über den aktuellen Stand des Projektes zu diskutieren und konstruktive Vorschläge in die weitere Bearbeitung mit einfließen lassen zu können. Die Mitglieder der Lenkungsgruppe bildeten darüber hinaus das Grundgerüst des Teilnehmendenkreises der Workshops und haben hier ebenfalls ihre fachliche und

regionale Expertise einbringen können. Mit einigen Expertinnen und Experten der Lenkungsgruppe wurden zudem qualitative Experteninterviews durchgeführt. Die Lenkungsgruppenmitglieder wurden des Weiteren zur Teilnahme an der Experten-Online-Beteiligung (siehe Kap. 1.4.3.4) eingeladen, da sie neben ihrem großen Fachwissen auch über lokales Knowhow verfügen und in der Region sowie den relevanten Ämtern und Institutionen sehr gut vernetzt sind. Dementsprechend dienten sie zusätzlich als Multiplikatoren und unterstützten bei der Bewerbung der Online-Beteiligung. In der Lenkungsgruppe waren Vertreterinnen und Vertreter folgender Behörden, Organisationen und Institutionen beteiligt:

- Rheinisch-Bergischer Kreis (Dezernentin IV Umwelt und Planung; Amt für Umweltschutz; Amt für Planung und Landschaftsschutz; Gesundheitsamt; Amt für Mobilität, Klimaschutz und regionale Projekte; Klimaschutzmanagement),
- Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH
- energielenker Beratungs GmbH
- Kreisangehörige Kommunen (Stadt Bergisch Gladbach; Stadt Burscheid; Gemeinde Kürten; Stadt Leichlingen; Gemeinde Odenthal; Stadt Overath; Stadt Rösrath; Stadt Wermelskirchen)
- Technische Werke Burscheid
- Wald und Holz NRW
- Landwirtschaftskammer NRW
- Rheinischer Landwirtschaftsverband (RLV) / Kreisbauernschaft Rhein. Berg.
- Biologische Station Rhein-Berg
- Feuerwehrverband Rheinisch-Bergischer Kreis e. V.
- Rheinisch-Bergische Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH (RBW)
- Wasserverbände (Aggerverband; Wupperverband; Strundeverband)
- Bergischer Abfallwirtschaftsverband (BAV)

#### 1.4.3.2 Kurzfragebogen

Zu Beginn des Beteiligungsverfahrens wurden Kurzfragebögen an die acht kreisangehörigen Kommunen sowie weitere Akteure (Experten und Kreisverwaltung) versendet. Mit einem hundertprozentigen Rücklauf konnten bereits im Vorfeld die Erfahrungen und Erwartungen der kommunalen Beteiligten am Klimaschutzteilkonzept umfassend ermittelt werden, sodass das Konzept anhand der gewonnenen Informationen frühzeitig entsprechend angepasst werden konnte.

#### 1.4.3.3 Experteninterviews

Die Experteninterviews hatten das Ziel, die lokale Fachexpertise der Teilnehmenden für das Konzept zu gewinnen. Dieses Wissen unterstützte nicht nur die Ausarbeitung der Wirkungskettenanalyse, sondern floss auch in die Maßnahmenentwicklung mit ein.

Die Expertengespräche wurden telefonisch, per Videokonferenz oder schriftlich durchgeführt und beschäftigten sich mit den Bereichen:

- Forstwirtschaft
- Landwirtschaft
- Umweltschutz
- Katastrophenschutz
- Menschliche Gesundheit
- Wirtschaftsförderung

Zudem wurden weitere Expertengespräche mit Vertreterinnen und Vertretern der einzelnen Kommunen zur Konkretisierung und Abstimmung des Maßnahmenkatalogs durchgeführt.

#### 1.4.3.4 Online-Beteiligung

Neben den Fachexpertinnen und Fachexperten sollten auch die Bürgerinnen und Bürger des Rheinisch-Bergischen Kreises im Rahmen einer großen Auftaktveranstaltung in den Prozess eingebunden werden. Diese Auftaktveranstaltung wurde zu Projektbeginn als Präsenzveranstaltung geplant. Da eine solche Veranstaltung aufgrund der eintretenden Corona-Pandemie jedoch nicht umsetzbar war, wurde eine Online-Beteiligung als alternatives Format aufgesetzt. Dabei konnten die Bürgerinnen und Bürger ihre Erfahrungen, die ihnen bekannten klimawandelbedingten lokalen Schadensereignisse sowie eigene Ideen und Anregungen in einer Online-Karte eintragen und verorten. Die Schadensereignisse konnten dabei verschiedenen Themen zugeordnet werden, wie z. B. den Themen Belastung durch Hitze oder Überschwemmungs-/Hochwasserbereich. Auf die Online-Beteiligungsmöglichkeit aufmerksam gemacht wurden die Bürgerinnen und Bürger mittels einer Pressemitteilung, die in den lokalen und regionalen Zeitungen veröffentlicht wurde, sowie über die Webseiten der Kreisverwaltung und der Kommunalverwaltungen. Mithilfe der Online-Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger konnten viele wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, die im Rahmen der weiteren Bearbeitung berücksichtigt wurden.

In Ergänzung zur Bürger-Online-Beteiligung wurde anschließend eine Experten-Online-Beteiligung durchgeführt, welche sich explizit an die Vertreterinnen und Vertreter der Fachämter der einzelnen Behörden und der Institutionen wandte, um zusätzlich eine fachspezifische Perspektive zu erhalten. Die Experten-Online-Beteiligung wurde nicht veröffentlicht. Stattdessen wurden die Mitglieder des Lenkungskreises gezielt angesprochen und gebeten, entsprechende Eintragungen vorzunehmen bzw. den Link zur Online-Karte an weitere Kolleginnen und Kollegen, Fachbereiche und Institutionen weiterzuleiten.

Insgesamt wurden 354 Eintragungen auf den beiden Online-Karten vorgenommen, wovon 192 Eintragungen von Bürgerinnen und Bürgern stammten und 162 von Expertinnen und Experten.

Eine Übersicht über die Ergebnisse bzw. die Verortung der Meldungen wird in Abbildung 1-2 und Abbildung 1-3 dargestellt. Weitere Ergebnisse der Online-Beteiligung sind zudem an verschiedenen Stellen im Bericht mit eingeflossen.

Zu beachten ist, dass die Ergebnisse der Online-Umfragen nicht repräsentativ sind. Vielmehr stellen sie ein grobes Meinungsbild Einzelner dar. Um repräsentative Aussagen aus den Online-Umfragen abzubilden, müssten diese erst verifiziert werden. Im Rahmen dieses Berichts sind die verwendeten Ergebnisse der Online-Umfrage somit nur als im Projekt aufgenommene Meinungsbilder zu verstehen.

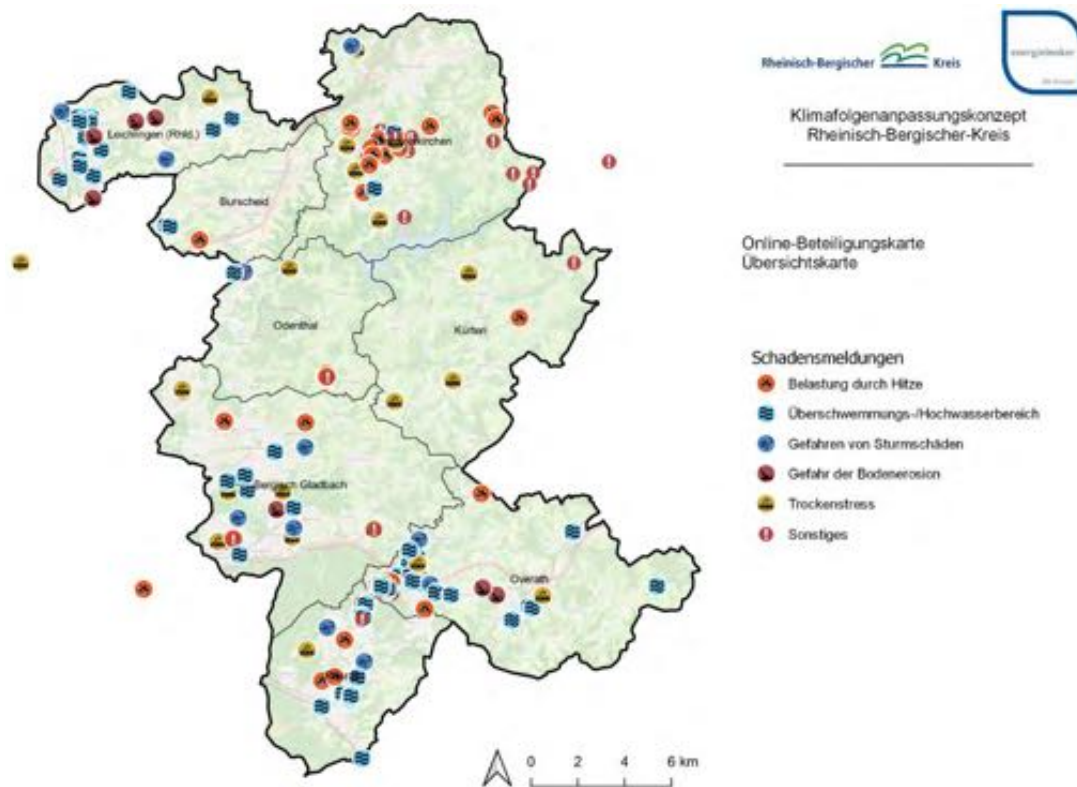


Abbildung 1-2: Ergebnisse der Bürger-Online-Beteiligung (Kartengrundlage: OpenStreet-Map 2021)

Die Abbildung 1-2 zeigt die Ergebnisse der Online-Bürger-Befragung zu Schadensmeldungen. Während in Wermelskirchen und Rösrath viele Einträge zu „Belastung durch Hitze“ gesetzt wurden, sind in den Kommunen Leichlingen, Bergisch Gladbach und Overath verhältnismäßig viele Meldungen zu Überschwemmungen und Hochwasser eingegangen.

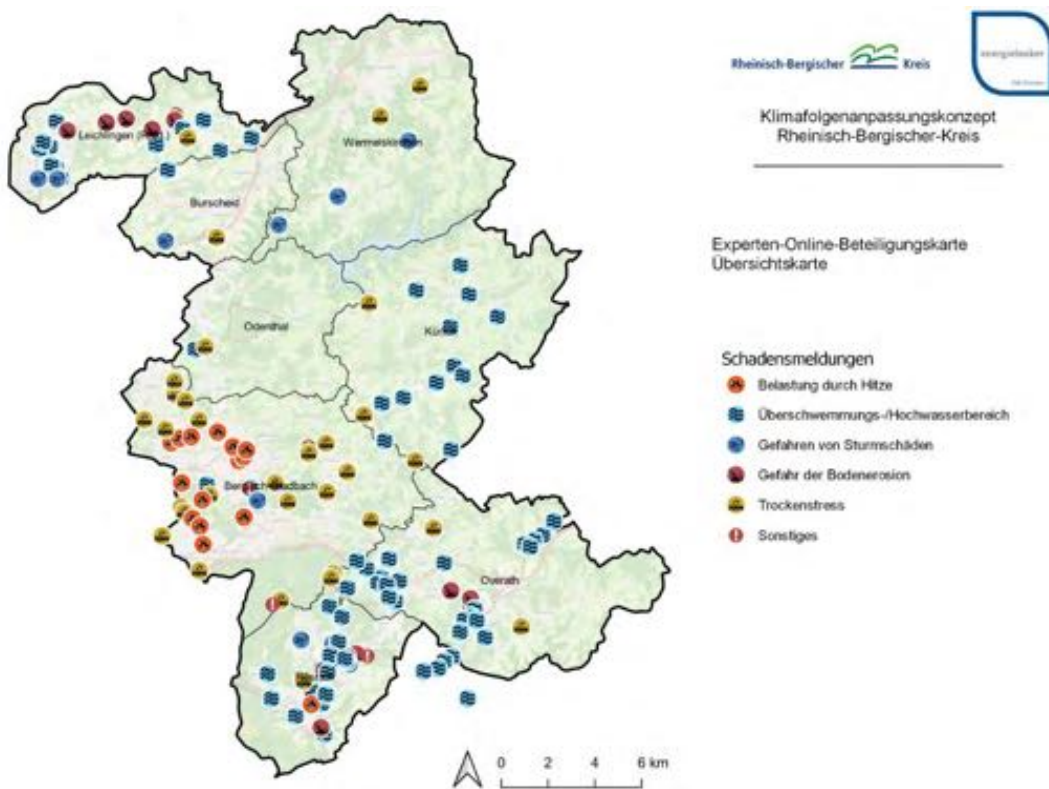


Abbildung 1-3: Ergebnisse der Experten-Online-Beteiligung (Kartengrundlage: Open-StreetMap 2021)

In Ergänzung zu den Meldungen der Bürgerinnen und Bürger sehen die Expertinnen und Experten insbesondere in Bergisch Gladbach ein Schadenspotenzial durch Hitzebelastung. Die Meldungen der Bürgerinnen und Bürger bzgl. Hochwasser und Starkregenereignissen wurden von den Expertinnen und Experten in Overath und Leichlingen bestätigt (vgl. Abbildung 1-3).

#### 1.4.3.5 Workshops

Als weiteres zentrales Element des Partizipationsprozesses diente eine Workshop-Reihe, die ursprünglich als Reihe von Präsenzveranstaltungen geplant war. Pandemiebedingt mussten die Workshops allerdings in digitaler Form stattfinden. Dazu wurde das Online-Tool „Miro“ eingesetzt, eine Online-Plattform für kollaborative Whiteboards. Insgesamt wurden sieben Workshops durchgeführt, die in zwei Workshop-Reihen und nach verschiedenen Gebieten des Kreises untergliedert wurden.

Die erste Workshop-Reihe diente der Bestandsaufnahme, der Stärken-Schwächen-Analyse und der Risikoermittlung. Sie bestand aus vier Workshops, wobei je Workshop das Gebiet von jeweils zwei der acht kreisangehörigen Kommunen betrachtet wurde. Der erste Workshop deckte das Gebiet der Kommunen Leichlingen und Burscheid ab, der zweite das Gebiet von Wermelskirchen und Kürten, der dritte das Gebiet von Bergisch Gladbach und Odenthal und der vierte das Gebiet der Städte Rösrath und Overath. Nach einer Einführung der jeweiligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer in das Online-Tool „Miro“ wurde eine gemeinsame Abfrage zu den Erfahrungen mit Extremwetterereignissen und schleichenden Klimaveränderungen durchgeführt (vgl. Abbildung 1-4). In diesem Zusammenhang wurden die verschiedenen Handlungsfelder innerhalb der Betroffenheitsbereiche definiert.



Abbildung 1-4: Auszug aus den Ergebnissen der ersten Workshop-Reihe (WS Nr. 2) Ergebnis Mindmap zu den Extremwetterereignissen

Aufbauend auf den in der ersten Workshop-Reihe definierten Handlungsfeldern wurden im Rahmen der zweiten Workshop-Reihe konkrete Maßnahmen abgeleitet. Dazu wurde den Teilnehmerinnen und Teilnehmern im Vorfeld eine aus der Datenanalyse, den bereits durchgeführten Experteninterviews und den Impulsen aus der ersten Workshop-Reihe entwickelte erste Sammlung von Maßnahmenvorschlägen zugesendet. Im Workshop konnten die einzelnen Maßnahmen dann gemeinsam bewertet, weiterentwickelt und konkretisiert werden (vgl. Abbildung 1-5).

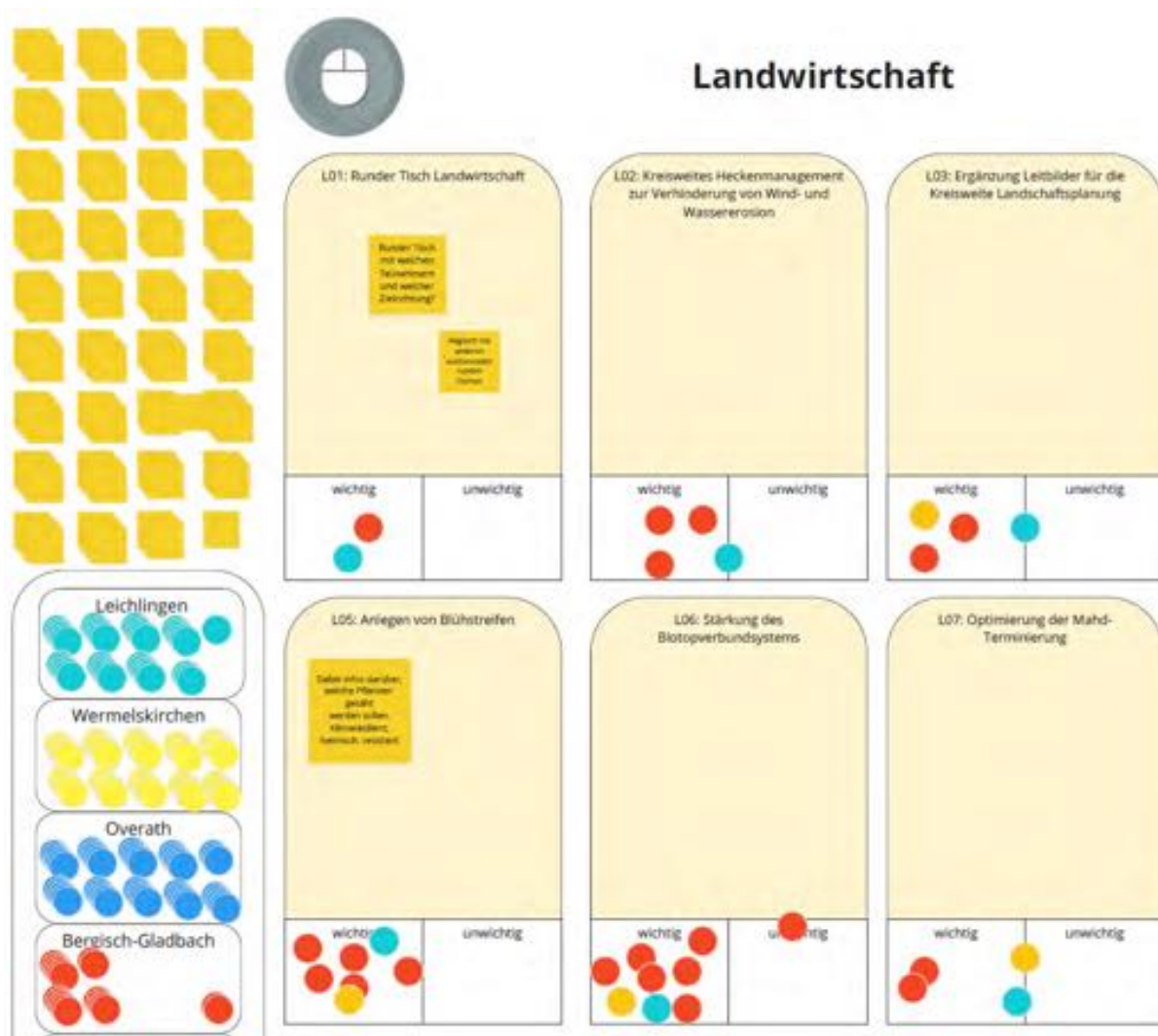


Abbildung 1-5: Auszug aus den Ergebnissen der zweiten Workshop-Reihe (WS Nr. 2) Ergebnisse zum Handlungsfeld Landwirtschaft



## 2 Bestandsaufnahme und Betroffenheit

Um den Handlungsbedarf vor dem Hintergrund sich verändernder klimatischer Rahmenbedingungen im Rheinisch-Bergischen Kreis ableiten zu können, wird zunächst die geographische und klimatische Ist-Situation dargelegt. Darüber hinaus erfolgt eine Einordnung in die übergeordneten klimatologischen Zusammenhänge auf regionaler Ebene.

### 2.1 Geographische Lage und Demographie

Der Rheinisch-Bergische Kreis liegt am westlichen Rand des Bergischen Landes in Nordrhein-Westfalen. Das Kreisgebiet, welches zum Rheinischen Schiefergebirge gehört, geht im Westen in die Niederrheinische bzw. Kölner Bucht über und flacht dementsprechend in Ost-West-Richtung ab (s. Abbildungen 2-2 und 2-4).

Westlich des Rheinisch-Bergischen Kreises befinden sich von Süden nach Norden die Stadtgebiete von Köln und Leverkusen sowie der Kreis Mettmann. Im Norden des Kreises liegen die Städte Solingen und Remscheid. Im Osten befindet sich der Oberbergische Kreis und im Süden der Rhein-Sieg-Kreis (s. Abbildung 2-1).



Abbildung 2-1: Geographische Lage des Rheinisch-Bergischen Kreises (energielenker)

Die Gesamtfläche des Kreisgebietes beträgt 437,6 km<sup>2</sup>. Am 30.06.2019 lebten insgesamt 283.457 Einwohnerinnen und Einwohner im Rheinisch-Bergischen Kreis. Die nach der Bevölkerungszahl mit Abstand größte Stadt im Kreisgebiet ist die Kreisstadt Bergisch Gladbach, in der etwa 112.000 Menschen leben. Danach folgen die Städte Wermelskirchen, Rösrath, Leichlingen und Overath mit einer Bevölkerungszahl jeweils zwischen 27.000 und 35.000. In den Kommunen Kürten, Burscheid und Odenthal leben jeweils weniger als 20.000 Menschen.



Abbildung 2-2: Großlandschaften in NRW (energielenker)

Im Rheinisch-Bergischen Kreis sind die Folgen des demographischen Wandels zu spüren. Die Bevölkerung wird tendenziell immer älter, womit auch die Vulnerabilität zunimmt. Insbesondere Menschen über 65 Jahre und Kleinkinder unter drei Jahren sind anfällig für Hitzebelastungen. Hinzu kommt, dass die Hitzebelastung durch den Klimawandel stetig zunimmt und es zu längeren Trockenperioden kommt.

Die städtischen Wärmeinseln werden durch die hohe Flächenversiegelung bundesweit noch verstärkt und der Rheinisch-Bergische Kreis liegt mit 7,9 % Flächenversiegelung deutlich über dem Mittelwert von 4,1 % (IÖR-Monitor 2019). Erfreulicherweise ist festzustellen, dass es in den letzten Jahren zu einer Zunahme der Freiraumfläche pro Einwohner gekommen ist. 2015 wurden 0,35 m<sup>2</sup>/Ew. im Kreisgebiet dazugewonnen. Der bundesweite Durchschnitt hat hingegen einen Verlust von 3,57 m<sup>2</sup>/Ew. zu beklagen.



Abbildung 2-3: Wärmebelastung in Anzahl Tagen pro Jahr (Quelle: LANUV NRW 2020)

## 2.2 Topographische Gefährdungsanalyse (GIS-Analyse)

Einen Eindruck von den Gebietseigenschaften und potenziellen Gefahrenpunkten durch Starkregenabflüsse vermitteln topographische Analysen. Dabei werden mithilfe von GIS-gestützten Verfahren die Reliefenergie (Höhenunterschiede und Hangneigung), Geländetiefpunkte (Senken, Mulden) und Fließwege berechnet und dargestellt. Hierbei werden auch gleichzeitig die hydrologischen Teileinzugsgebiete ermittelt, die u. a. zur Abgrenzung der 2D-hydraulischen Starkregenmodelle dienen. Die Grundlage für die GIS-Analyse bildet das DGM1 des Landes NRW. Die Bearbeitung erfolgt mit ArcGIS 10.4.

Die GIS-Analyse stellt eine belastungsunabhängige Methode dar, bei der keine Simulationsmodelle und folglich keine Niederschlagsbelastungsszenarien berücksichtigt werden.

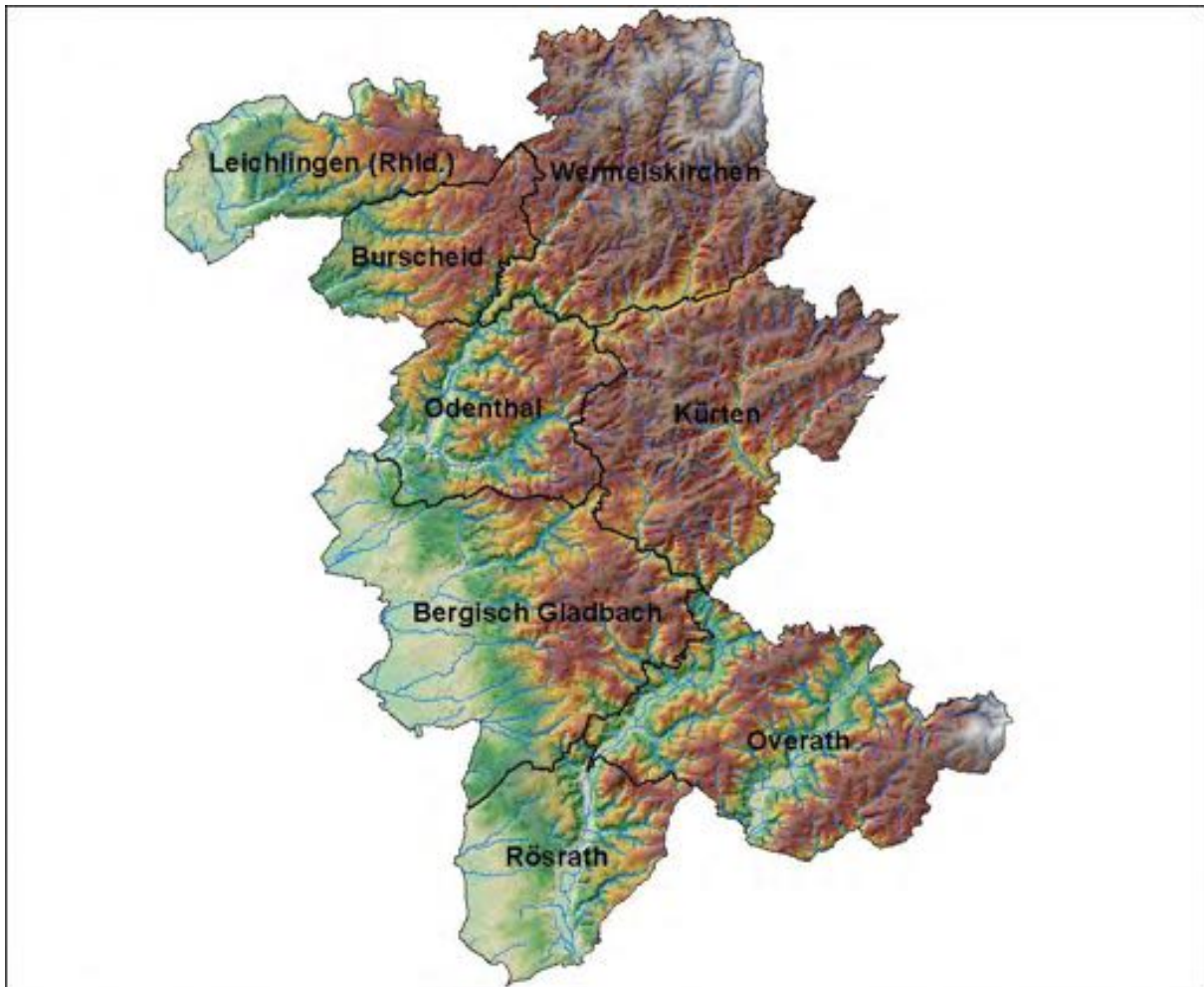


Abbildung 2-4: Digitales Höhenmodell des Rheinisch-Bergischen Kreises auf Basis des DGM1 NRW

## 2.2.1 Höhen und Hangneigung

Der Rheinisch-Bergische Kreis weist im östlichen Bereich im Allgemeinen eine hohe bis sehr hohe Reliefenergie auf. Das bedeutet, dass im Hinblick auf den Überflutungstyp bei Starkregen in vielen Bereichen mit einem bedeutsamen Zufluss aus Außengebieten („Berglandtyp“) zu rechnen ist. Im Westen nimmt die Reliefenergie mit der beginnenden rheinischen Tiefebene merklich ab (s. Abbildung 2-7).

Der maximale Höhenunterschied im Kreisgebiet liegt bei ca. 320 m auf einem Gebiet von ca. 438 km<sup>2</sup>. Der höchste Punkt liegt mit ca. 367 m NHN bei Siebelnaaf in Overath, am östlichsten Rand des Rheinisch-Bergischen Kreises. Der niedrigste Punkt befindet sich mit ca. 47 m NHN am westlichen Rand des Untersuchungsgebietes in der Wupper südlich von Leichlingen.

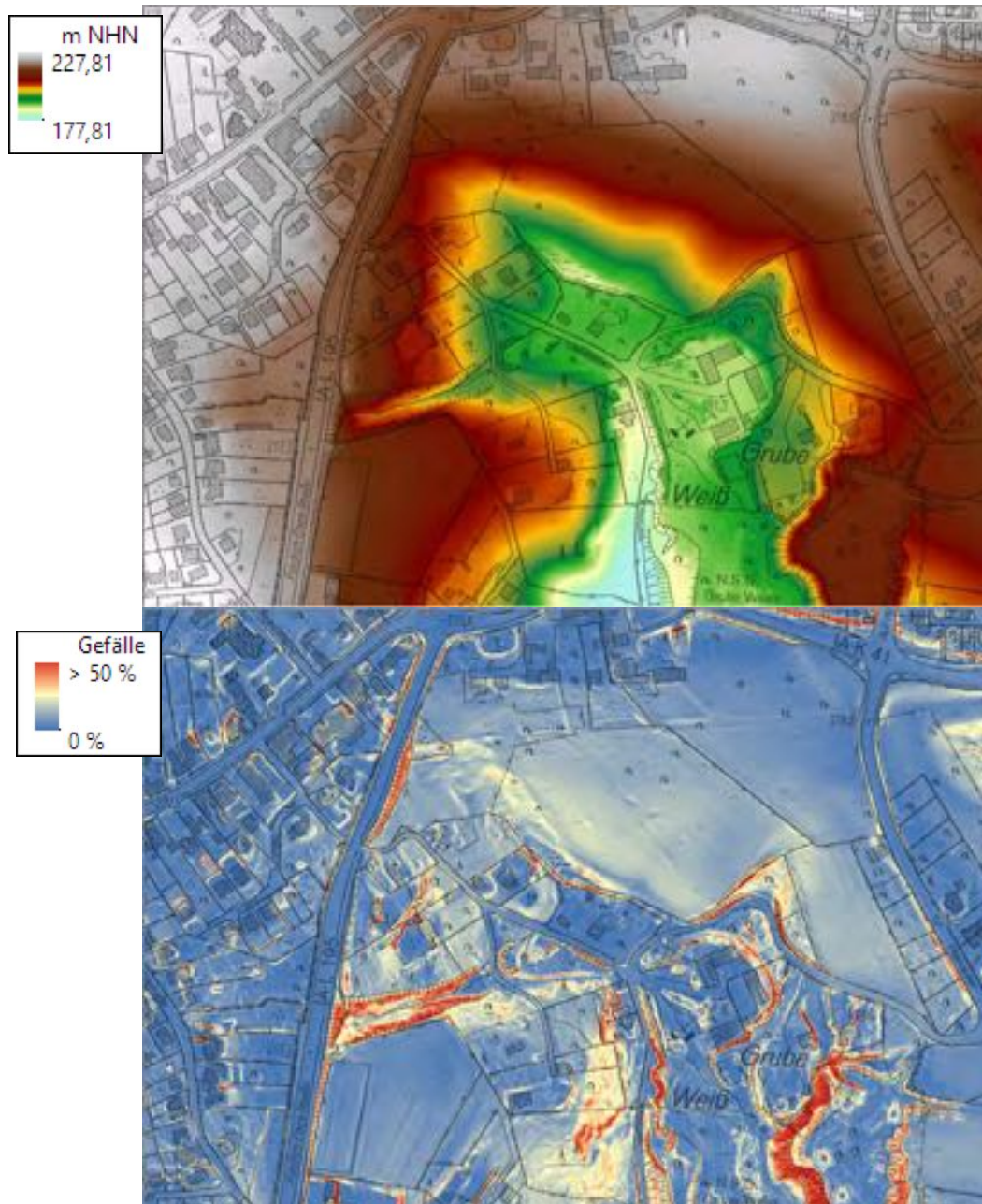


Abbildung 2-5: Darstellung der Höhen und Hangneigung, Ausschnitt

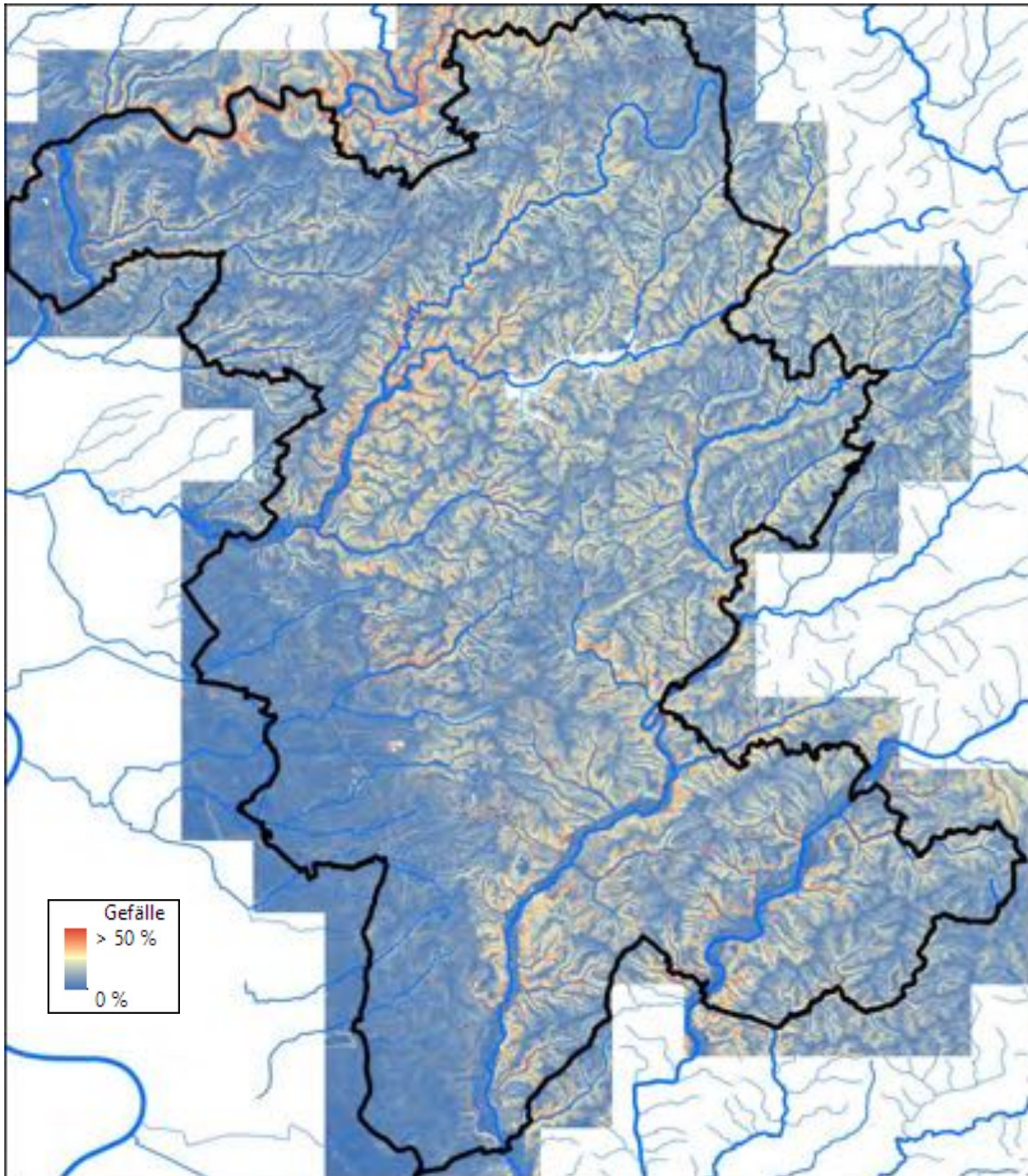


Abbildung 2-6: Darstellung der Hangneigung (Gefälle) im Rheinisch-Bergischen Kreis

Die größten Hangneigungen findet man entlang der Hänge von größeren und kleineren Gewässern (Dhünn, Sülz, Agger, Eifgenbach, Roderbach, Strunde) sowie an künstlichen Aufschüttungen (z. B. Straßendämmen). Die Kommunen mit der geringsten mittleren Reliefenergie sind Bergisch Gladbach, Rösrath und Leichlingen.

Eine gute Methode zur Darstellung der Reliefenergie ist auch die Erzeugung der Schummierung aus dem DGM1. Hierbei entsteht ein Bild mit einem räumlichen Eindruck der Höhenunterschiede des Geländes.

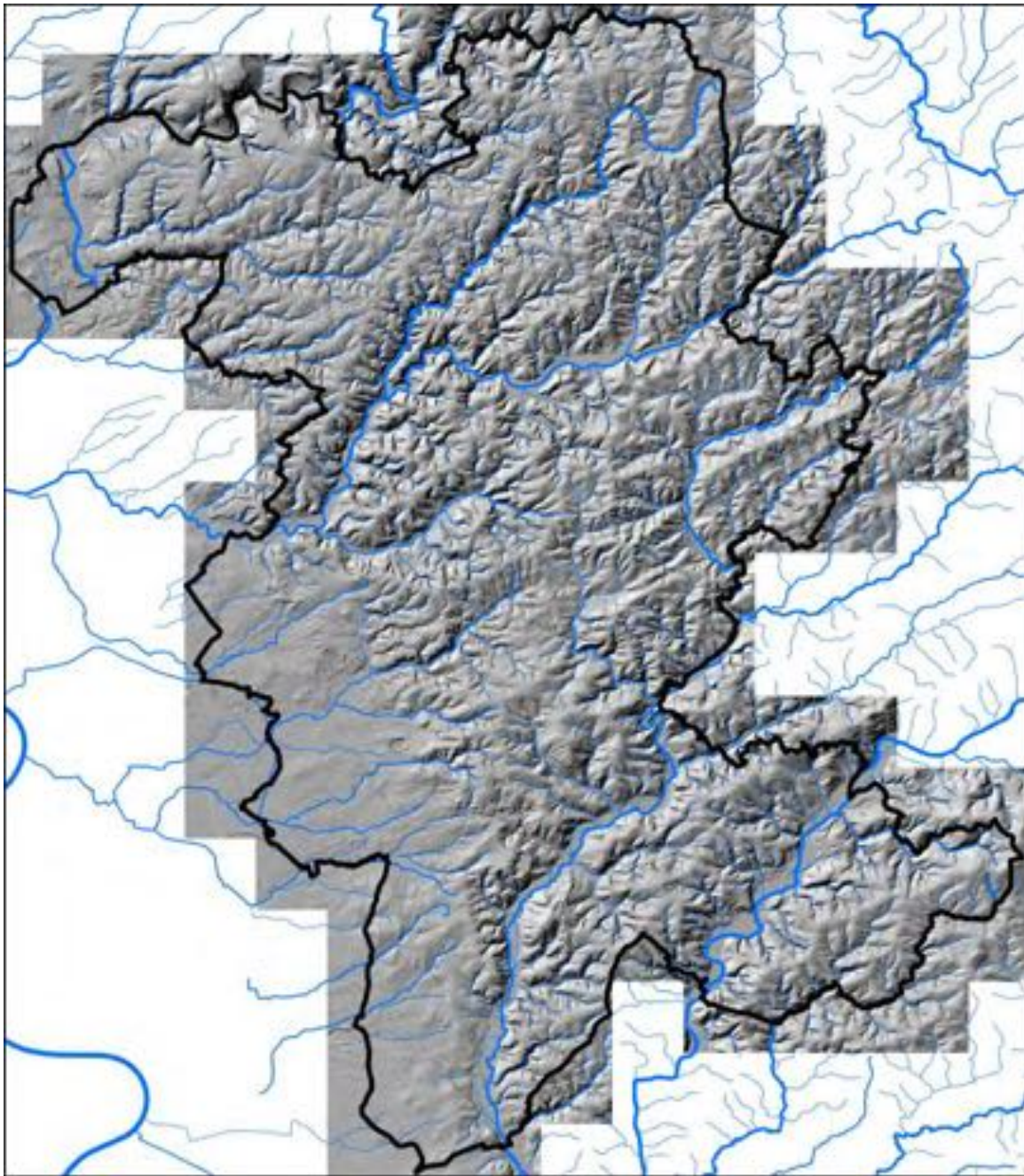


Abbildung 2-7: Darstellung der Schummerung im Rheinisch-Bergischen Kreis

Tabelle 2-1: Fläche und mittleres Gefälle je Kommune

<b>Gemeinde/Stadt</b>	<b>Fläche GIS in km<sup>2</sup></b>	<b>Mittleres Gefälle in %</b>
Bergisch Gladbach	83,1	7,3
Burscheid	27,3	9,3
Kürten	67,3	10,5
Leichlingen (Rheinland)	37,3	8,2
Odenthal	39,9	11,5
Overath	68,8	11,0
Rösrath	38,8	7,9
Wermelskirchen	74,7	10,4

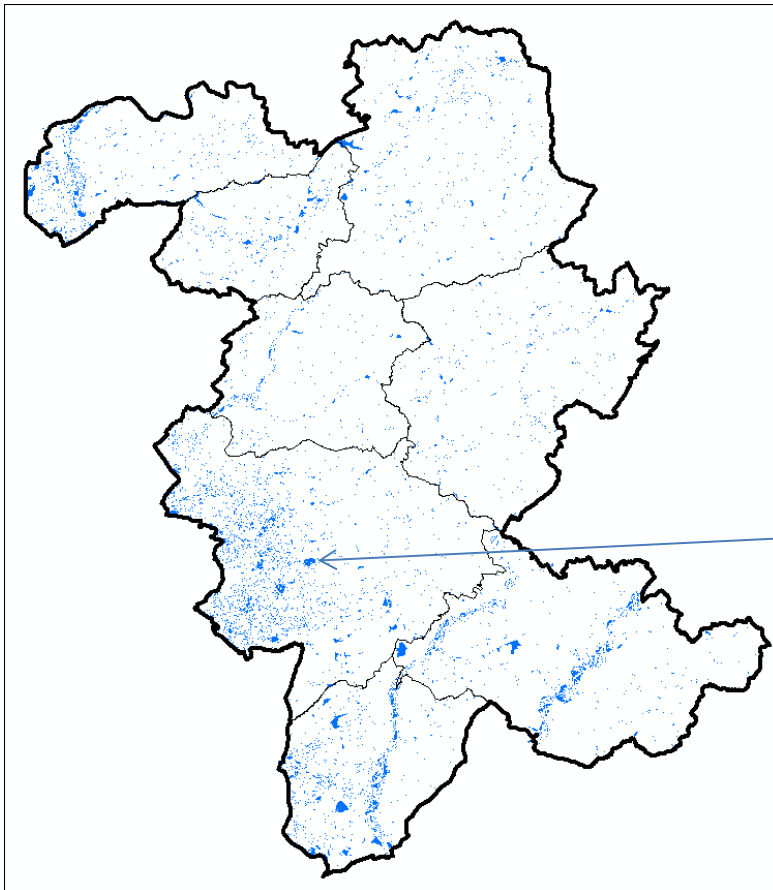
## 2.2.2 Senken und potenzielle Senken

Die Senken - Mulden im Gelände und Rückstaubereiche im Gewässer - wurden mit einem im GIS implementierten Suchalgorithmus auf der Grundlage des DGM1 identifiziert. Als Senken werden topographisch abgegrenzte Bereiche bezeichnet, die von der umgebenden Landoberfläche ein abfallendes Oberflächengefälle zu einem lokalen Tiefpunkt besitzen.

Im Rheinisch-Bergischen Kreis können insgesamt etwa 108.094 Senken (ohne die Große Dhünntalsperre) mit einer Fläche von  $> 10 \text{ m}^2$  und mit einem Gesamtvolumen von etwa 12,88 Mio.  $\text{m}^3$  ausgemacht werden. In der Anzahl und dem Volumen der Senken sind auch die potenziellen Senken enthalten, die sich vor Durchlässen an kleineren Gewässern (Rückstau bei Verklausung) bilden können. Diese potenziellen Senken (Anzahl 6.568) machen mit ca. 6,04 Mio.  $\text{m}^3$  ca. 47 % vom Gesamtvolumen aus. Die Senken abseits der Gewässer (Anzahl 101.526) machen 6,84 Mio.  $\text{m}^3$  bzw. 53 % vom Gesamtvolumen aus.

Umgerechnet auf die Fläche des Rheinisch-Bergischen Kreises (ca. 438  $\text{km}^2$ ) entsprechen die Senken einem Rückhaltevermögen von x mm des fallenden Niederschlags:

- alle Senken (12,87 Mio.  $\text{m}^3$ ): ca. 30 mm (oder  $\text{l/m}^2$ )
- potenzielle Senken (6,04 Mio.  $\text{m}^3$ ): ca. 14 mm (oder  $\text{l/m}^2$ )
- lokale Senken (6,84 Mio.  $\text{m}^3$ ): ca. 16 mm (oder  $\text{l/m}^2$ )



Wie zu erwarten ist, befinden sich die meisten Senken in den Bereichen mit geringer Reliefenergie (Bergisch Gladbach, Leichlingen und Rösrath). Aber auch in Burscheid und in Overath befinden sich viele Senken, meist im Bereich der Auen größerer Gewässer oder hinter künstlichen Dämmen z. B. Straßen- oder Bahndämmen.

Die flächen- und volumenmäßig größte Senke außerhalb von Gewässern bildet ein ehemaliger Steinbruch nördlich von Bensberg in Bergisch Gladbach (Volumen ca. 588  $\text{Tm}^3$ , Fläche ca. 9,3 ha).

Die Senken liegen mit den Informationen zu maximalem Wasserstand und Volumen für das gesamte Kreisgebiet als Polygone (Shapedatei) vor und können von den Kommunen genutzt werden.

Abbildung 2-8: Senken im Rheinisch-Bergischen Kreis

Viele kleine Senken können durch Niederschlagsabfluss aus dem zufließenden Einzugsgebiet (s. Fließwege) innerhalb kurzer Zeit gefüllt werden. Auch die potenziellen Senken in den Gewässern (Talraum oberhalb von Durchlässen bei Verklausung) werden durch die entstehenden Hochwasserabflüsse bei Starkregen meist sehr schnell gefüllt.



Aber nicht alle ausgewiesenen Senken werden in der Realität vollständig gefüllt. Dies ist der Fall, wenn z. B. das zugehörige Einzugsgebiet so klein ist, dass es zu wenig Wasservolumen bei Starkregen liefert.

Bei einem flächendeckenden Starkregen im Kreisgebiet können also theoretisch 16 mm in den lokalen Senken zurückgehalten werden. Einige Senken laufen tatsächlich aber bereits über, andere können aufgrund des zu kleinen Einzugsgebiets gar nicht vollständig gefüllt werden. In der Summe kann effektiv also weniger in den Senken zurückgehalten werden. Für die genaue Berechnung dieser Füll- und Überlaufvorgänge ist deshalb ein 2D-hydraulisches Modell erforderlich.

Die Senken stellen eine einfach zu ermittelnde Information zu einer möglichen Gefahr bei Starkregen dar, insbesondere dann, wenn das aufgestaute Wasser nicht über Gräben oder Kanäle abfließen kann und das angeschlossene Einzugsgebiet groß genug ist, um die Senke mit Wasser zu füllen. In Verbindung mit Ergebnissen von Überstauberechnungen des Kanalnetzes geben die Senken bereits Auskunft darüber, ob das ausgetretene Wasser aus dem Kanal von einer naheliegenden Senke aufgenommen werden kann oder z. B. über die Straße zu tiefer liegenden Bereichen abfließt.

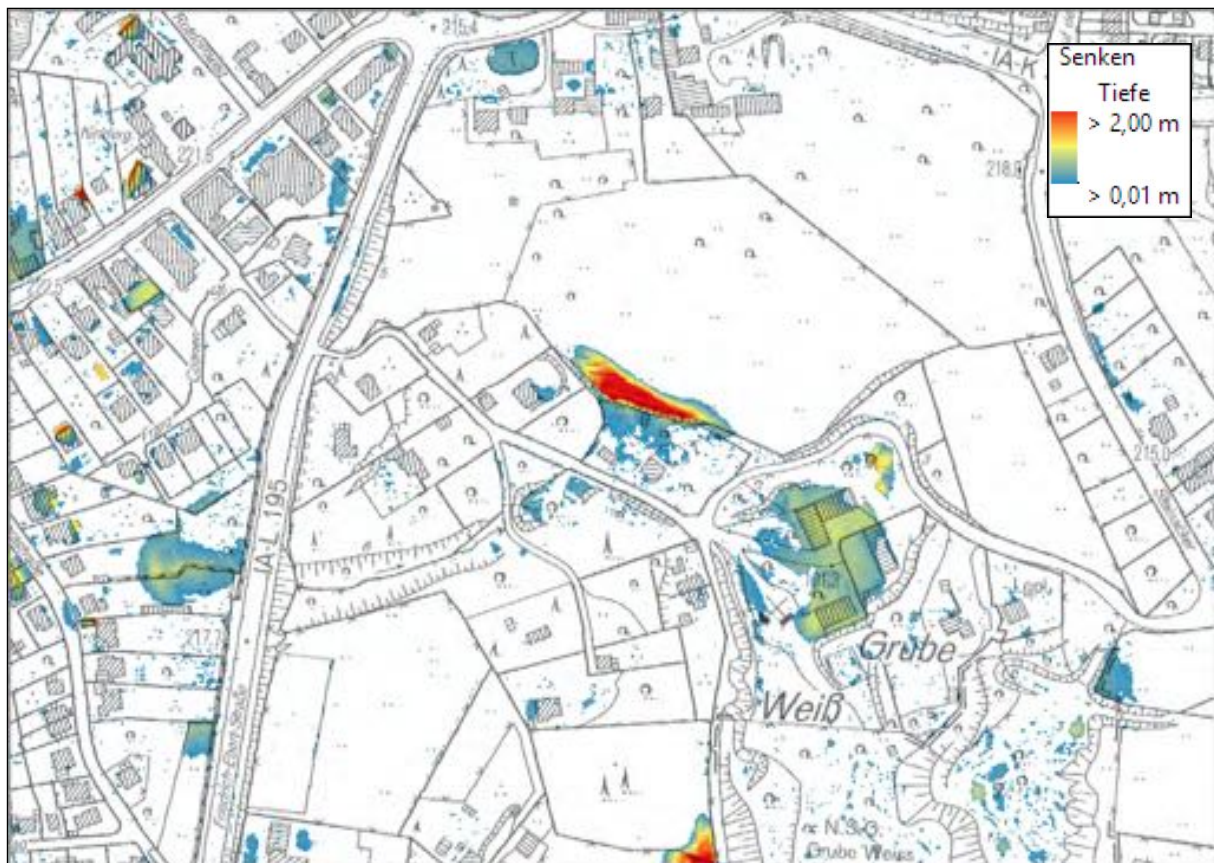


Abbildung 2-9: Darstellung der Senken, Ausschnitt

Die Senken sind in den Karten der topographischen Analyse (Anlage 1) zusammen mit den Fließwegen für den gesamten Rheinisch-Bergischen Kreis dargestellt.

Insgesamt werden im Rheinisch-Bergischen Kreis 38.938 Objekte (Gebäude und Nebengebäude) von einer Senke tangiert, davon liegen 6.160 Objekte unmittelbar innerhalb einer Senke<sup>2</sup>. Je nach Kommune sind folgende Objektmengen potenziell in Senken durch Starkregen gefährdet:

<sup>2</sup> Flächenmittelpunkt vom Objekt liegt innerhalb der Senke

Tabelle 2-2: Durch Starkregen in Senken potenziell gefährdete Objekte je Kommune

Gemeinde/Stadt	Objekt tangiert Senke Anzahl Objekte	Objekt befindet sich in einer Senke Anzahl Objekte
Bergisch Gladbach	15.183	2.281
Burscheid	2.087	319
Kürten	2.243	296
Leichlingen	4.174	745
Odenthal	2.042	209
Overath	3.938	942
Rösrath	4.817	948
Wermelskirchen	3.454	420

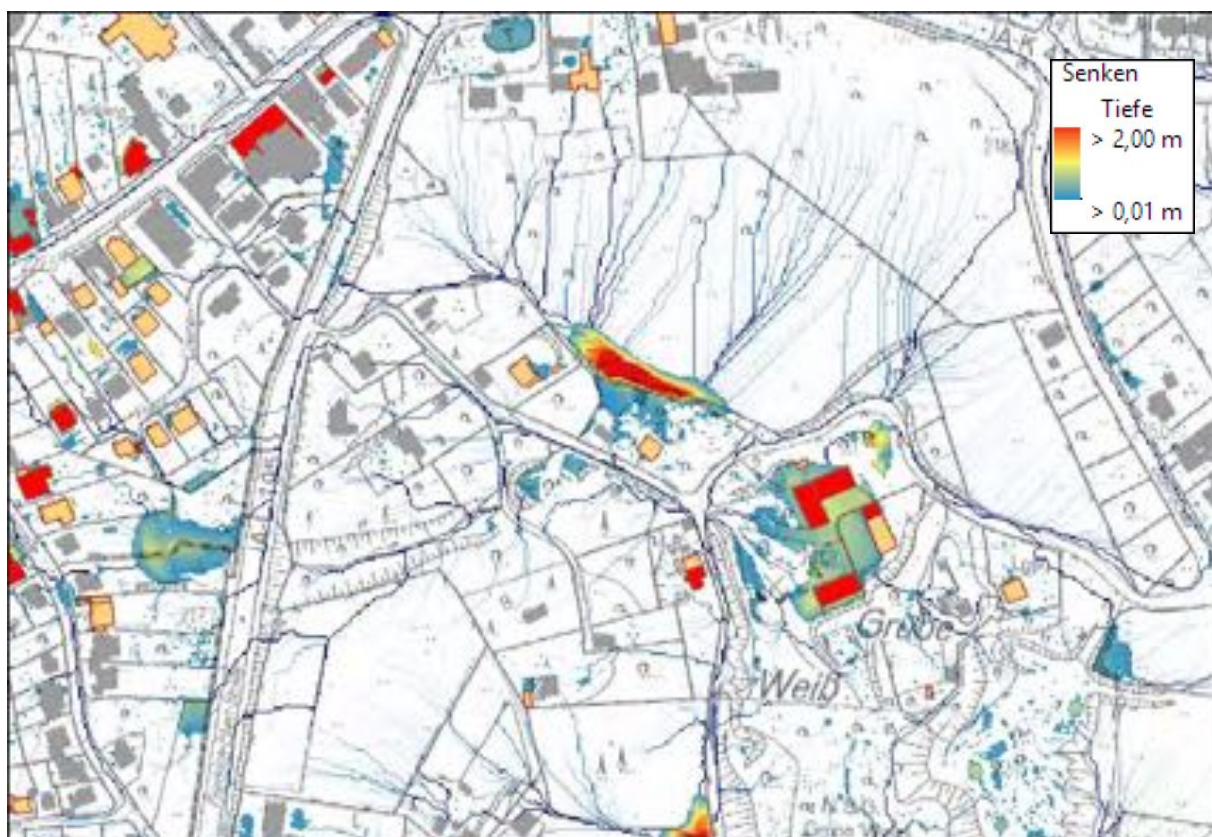


Abbildung 2-10: Durch Senken potenziell gefährdete Objekte (Beispiel)

### 2.2.3 Fließwege

Aus dem DGM1 wurden mit einem GIS-gestützten Verfahren die Fließwege berechnet, welche die Fließrichtungen für jede Rasterzelle aufzeigen. Jede Rasterzelle hat insgesamt acht Nachbarzellen. Das steilste Gefälle ergibt die resultierende Fließrichtung. Hat eine Zelle keine tiefere Nachbarzelle, ist sie der Tiefpunkt einer Senke.

Die Fließwege zeigen den Entwässerungsverlauf von den Flächen ohne Fließhindernisse (Gebäude usw.) an und sind immer nur so breit wie eine Rasterzelle.

Die Fließweganalyse ist ein einfaches Verfahren, um hydrologische Einzugsgebietsgrenzen zu ermitteln, mit dem zum Teil auch hochwassergefährdete Bereiche (belastungsunabhängig) abgeschätzt werden können. Mit einer Fließweg- und Senkenanalyse können jedoch keine

Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten ermittelt werden, weshalb sie kein 2D-hydraulisches Berechnungsverfahren ersetzen kann.

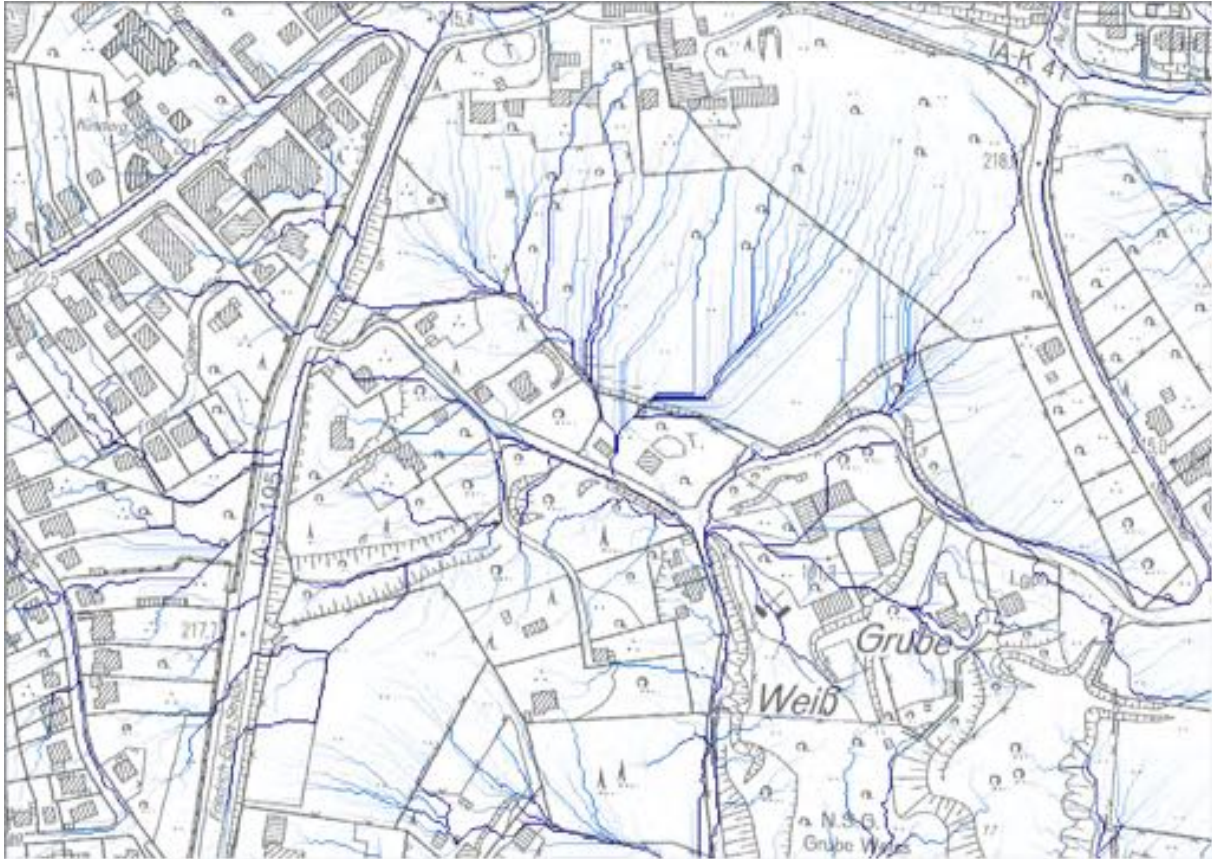


Abbildung 2-11: Darstellung der Fließwege, Ausschnitt

Die Fließwege und Senken sind ergänzt um die Waldflächen und Durchlässe in der Anlage 1 in Karten (155 Blätter) im Maßstab 1 : 5.000 dargestellt.

Die Karten können den Akteuren im Klimaanpassungskonzept Hilfestellung bei den Fragen zur Entstehung von Starkregenabflüssen geben und bei der Wahl von geeigneten Maßnahmen dienen. Die Information zum Wald in den Karten hilft beurteilen zu können, ob z. B. im Fließweg weiter unterhalb liegende Brücken und Durchlässe durch Verklausung aufgrund von Totholz potenziell gefährdet sind.

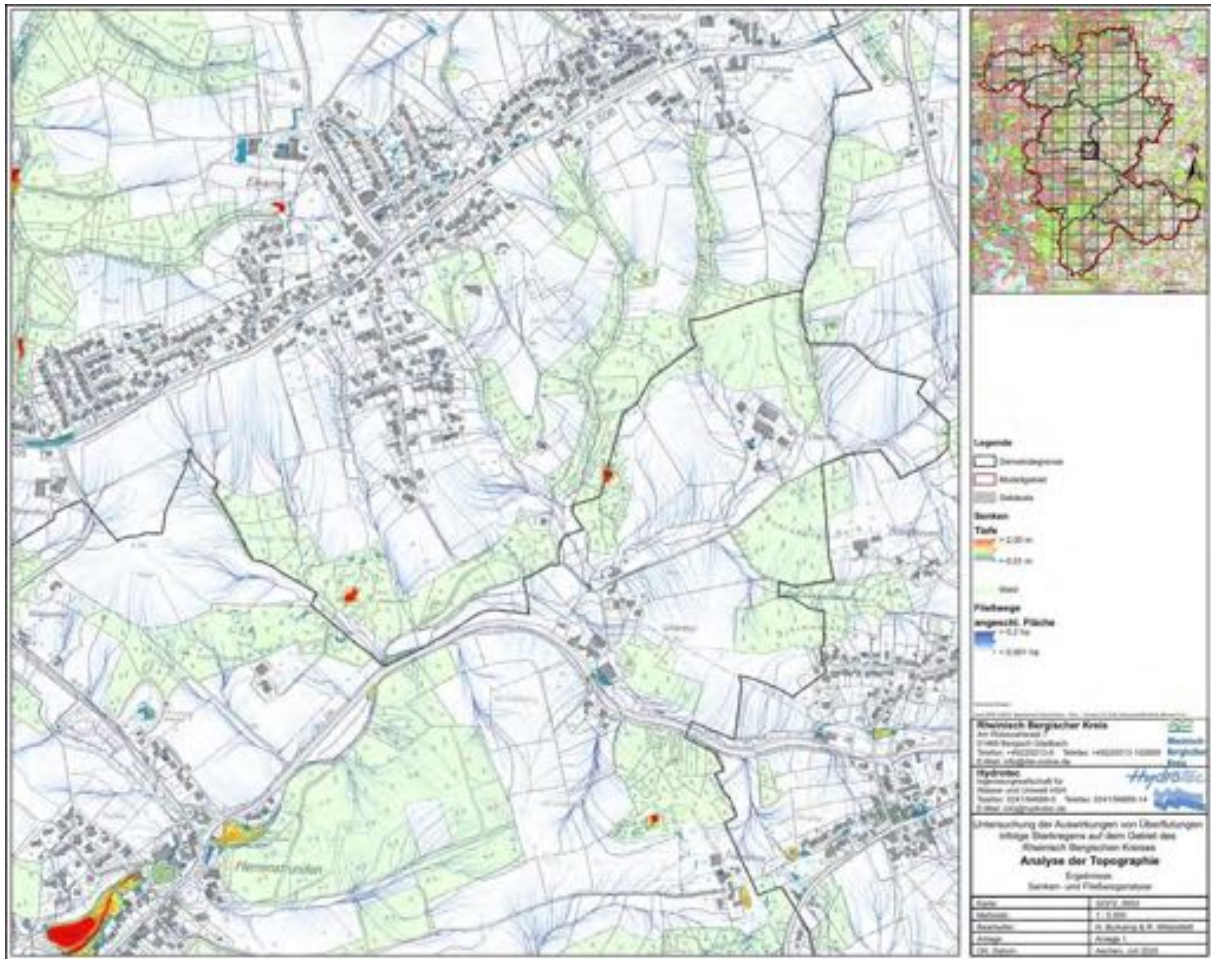


Abbildung 2-12: Karte der topographischen Analyse, Beispiel-Karte 32368\_5648

## 2.3 Darstellung der klimatischen Ist-Situation und Veränderung in den letzten Jahrzehnten

Nachfolgend werden im Überblick wichtige klimatologische Begriffe definiert, die im weiteren Verlauf des Konzeptes verwendet werden.

Tabelle 2-3: Definition einer Auswahl von klimatologischen Parametern (eigene Darstellung auf Grundlage des DWD\*)

<b>Jahresmitteltemperatur</b>	Die durchschnittliche Lufttemperatur bezeichnet die gemittelte bodennahe Temperatur (in 1-2 Meter über dem Erdboden) in einem Jahr.
<b>Gesamtniederschlag</b>	Bezeichnet die mittlere Niederschlagssumme pro Jahr.
<b>Auswahl Klimatologischer Kenntage</b>	Ein "Klimatologischer Kenntag" ist ein Tag, an dem ein definierter Schwellenwert eines klimatischen Parameters erreicht beziehungsweise über- oder unterschritten wird [...] oder ein Tag, an dem ein definiertes meteorologisches Phänomen auftrat (z. B. Gewittertag als Tag, an dem irgendwann am Tag ein Gewitter (hörbarer Donner) auftrat)".
<b>Frosttag</b>	Ein „Frosttag“ ist ein Tag, an dem das Lufttemperaturminimum unterhalb des Gefrierpunktes ( $\rightarrow 0\text{ °C}$ ) liegt.
<b>Eistag</b>	Als „Eistag“ wird ein Tag bezeichnet, an dem das Lufttemperaturmaximum unterhalb des Gefrierpunktes ( $\rightarrow$ unter $0\text{ °C}$ ) liegt, d. h. dass durchgehend Frost herrscht. Die Anzahl der Eistage ist somit eine Teilmenge der Anzahl der Frosttage und beschreibt über die Anzahl der Eistage sehr gut die Härte eines Winters.
<b>Sommertag</b>	Ein „Sommertag“ bezeichnet einen Tag, an dem das Maximum der Lufttemperatur $\geq 25\text{ °C}$ liegt. Die Menge der Sommertage enthält als Teilmenge die Anzahl der heißen Tage.
<b>Heißer Tag</b>	Als „Heißer Tag“ wird ein Tag bezeichnet, an dem das Maximum der Lufttemperatur $\geq 30\text{ °C}$ beträgt.

\* abgerufen in 2018: [https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html)

Im Rahmen der Klimaanpassung können die klimatischen Veränderungen zwischen den schleichenden Auswirkungen und den Extremwetterereignissen unterschieden werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Wahrnehmung der Veränderung unterschiedlich ausfallen kann. Generell gilt jedoch, dass die Häufigkeit und Intensität Aufschluss über die Veränderung geben.

<p><u>Schleichende Auswirkungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansteigen der Durchschnittstemperatur</li> <li>• Verschiebung der Klimazonen</li> <li>• Verschiebung der Niederschläge</li> <li>• Grundwasserschwankungen</li> <li>• Meeresspiegelanstieg</li> <li>• Gletscherschmelze</li> <li>• Veränderungen der Biodiversität (Aussterben und Einwandern von Arten)</li> </ul>	<p><u>Extremwetterereignisse</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Häufige Hitzewellen</li> <li>• Starkregenereignisse</li> <li>• Hochwasser und Sturzfluten</li> <li>• Erdbeben und Lawinengefahr</li> <li>• Stürme (Hagel- und Windschäden)</li> <li>• Trockenphasen (Dürre/Waldbrand)</li> </ul>
---	--

Abbildung 2-13: Unterscheidung der Veränderungstypen

Die Datengrundlage für die Darstellung der klimatischen Ist-Situation sowie der Veränderungen in den letzten Jahrzehnten stellt der Klimaatlas des LANUV NRW dar. Dieser bezieht seine Daten vom DWD, auf deren Grundlage Flächenkarten für Nordrhein-Westfalen berechnet werden. Der DWD unterhält ein Stationsnetz, das mit verschiedensten Messtechniken und Sensorik Daten zu Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer etc. erhebt. Die Daten stehen meist seit dem Jahr 1951 zur Verfügung. Stationsdaten werden unter Berücksichtigung der topographischen Geländestruktur auf ein Raster von 1 x 1 km interpoliert, sodass sich die Flächenkarten ergeben. Diese werden auf Jahresbasis zu zeitlichen Mittelwerten für 30-Jahres-Perioden aggregiert (Klimaatlas NRW, LANUV 2020).

Im Bundesland Nordrhein-Westfalen herrscht ein warm-gemäßigtes Regenklima vor, bei dem die mittlere Temperatur des wärmsten Monats unter 22 °C und die des kältesten Monats über -3 °C bleibt. Somit liegt NRW in einem überwiegend maritim geprägten Bereich mit allgemein kühlen Sommern und milden Wintern. Für ganz NRW ergibt sich eine durchschnittliche Lufttemperatur von 9,6 °C. Der Rheinisch-Bergische Kreis liegt geographisch zum Großteil im Bergischen Land und im Westen zum Teil in der Niederrheinischen Bucht und wies in der 30-jährigen Messperiode (1991-2020) eine Jahresmitteltemperatur von 10,2 °C auf. Die Temperatur dieser 30-jährigen Messreihe (1991 - 2020) im Rheinisch-Bergischen Kreis ist im Vergleich zur Klimanormalperiode (KNP) von 1951 bis 1981 bereits um etwa 1,2 K gestiegen (LANUV NRW 2020). Die Abbildung 2-14 zeigt für die Großlandschaft Unterschiede in der Jahresdurchschnittstemperatur. Es wird ein „Ost-West-Gefälle“ der Temperaturentwicklung sichtbar: Während der östliche Bereich des Bergischen Landes Durchschnittstemperaturen von 9-10 °C aufweist, nimmt die Temperatur Richtung Niederrheinischer Bucht zu. Dort liegen die durchschnittlichen Werte zwischen 10 und 11 °C. Dies lässt sich durch die Topographie und u. a. durch die dichtere Bebauung der Ballungsregion erklären.

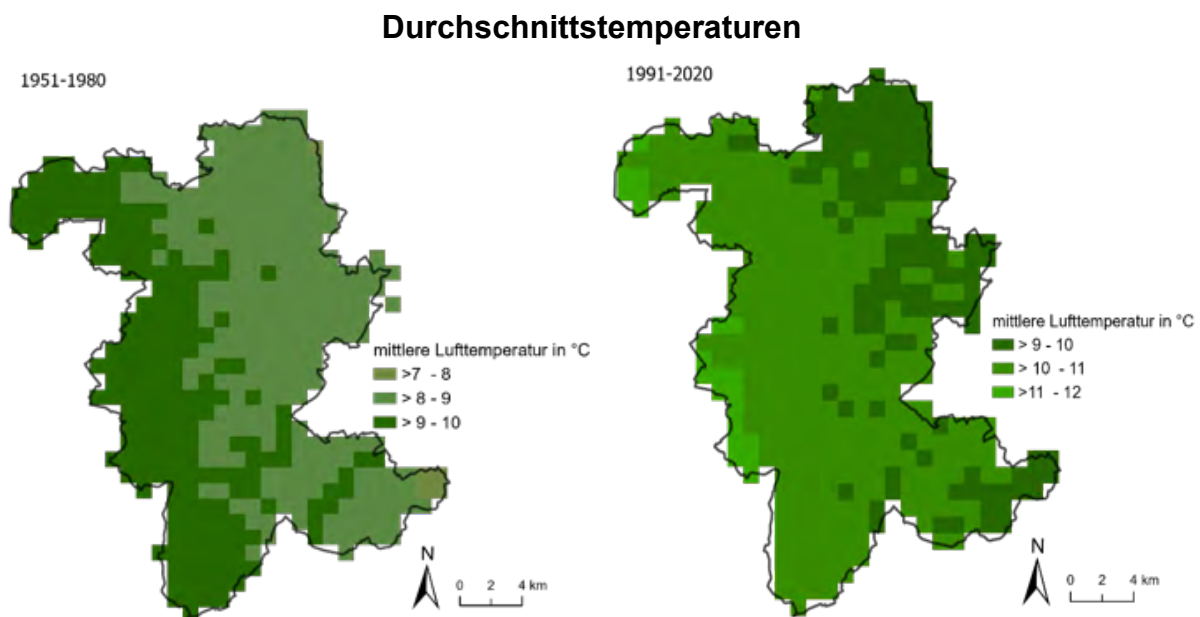


Abbildung 2-14: Vergleich der mittleren Lufttemperaturen in NRW für die KNP 1951-1980 und KNP 1991-2020 (energielenker, Datengrundlage: Klimaatlas LANUV NRW)

Besonders kalte oder warme Perioden im Jahr werden über sogenannte Temperaturkenntage charakterisiert. Die jährliche Summe der Kenntage in Form von Eis- bzw. Sommertagen gibt einen Eindruck von der Wärmebelastung bzw. vom Kältereiz in NRW. Dabei liegt das errechnete Mittel im Jahr 2020 für das Land NRW bei 12 Eistagen pro Jahr.

Im Rheinisch-Bergischen Kreis liegt die durchschnittliche Anzahl der Eistage ebenfalls bei 12 Tagen im Jahr und entspricht somit dem landesweiten Durchschnitt. Die Verteilung weist ein

Ost-West-Gefälle auf, da im Bereich des Bergischen Landes durchschnittlich 10-20 Eistage vorzufinden sind und in der westlich vom Bergischen Land gelegenen Niederrheinischen Bucht lediglich 5-10 Eistage. Die Veränderung der Eistage von 1991 bis 2020 beträgt, im Vergleich zur Periode von 1951 bis 1980, bereits ein Minus von durchschnittlich 4,5 Tagen im Jahr (LANUV NRW 2020).

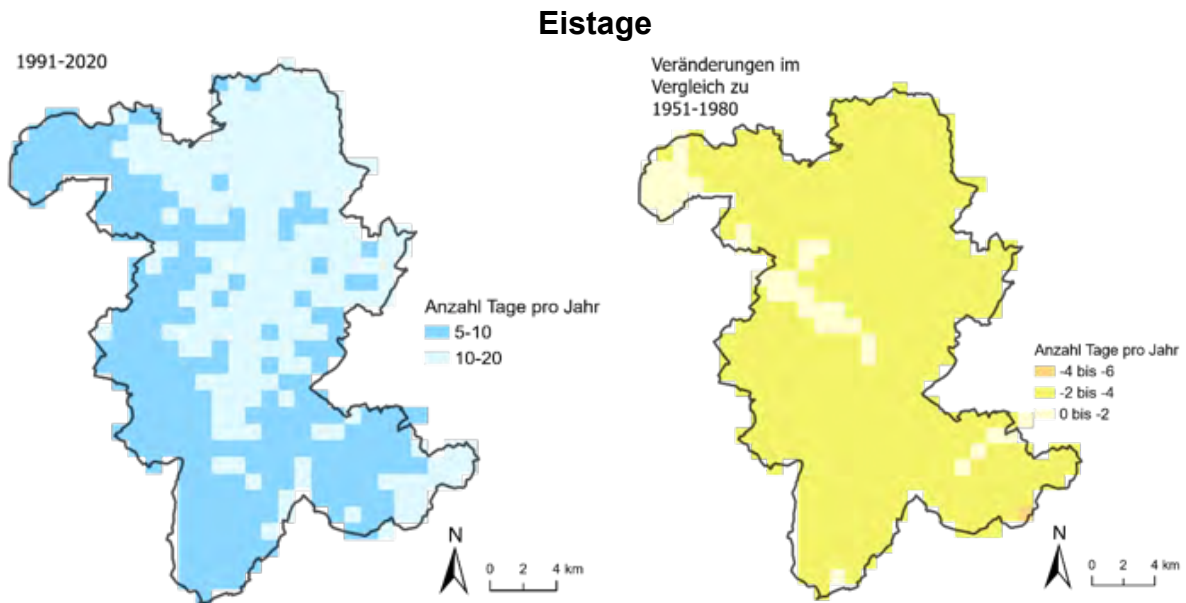


Abbildung 2-15: Durchschnittliche Anzahl der Eistage in NRW in der KNP 1991-2020 sowie Veränderung zur KNP 1951-1980 (energielenker, Datengrundlage: Klimaatlas LANUV NRW)

Während die Eis- und Frosttage durch den Klimawandel weniger werden, steigt parallel die Anzahl der heißen Tage pro Jahr an. Laut der langjährigen Messreihen lag die durchschnittliche Anzahl heißer Tage in NRW bei 7,5 Tagen. Für den Rheinisch-Bergischen Kreis liegt die durchschnittliche Anzahl der heißen Tage im Osten bei 8 Tagen und im Westen bei 10 Tagen im Jahr und damit bereits deutlich im oberen Bereich der Skala. Die heißen Tage haben im Vergleich zur KNP 1951-1980 um 4,5 Tage pro Jahr zugenommen (LANUV NRW 2020).

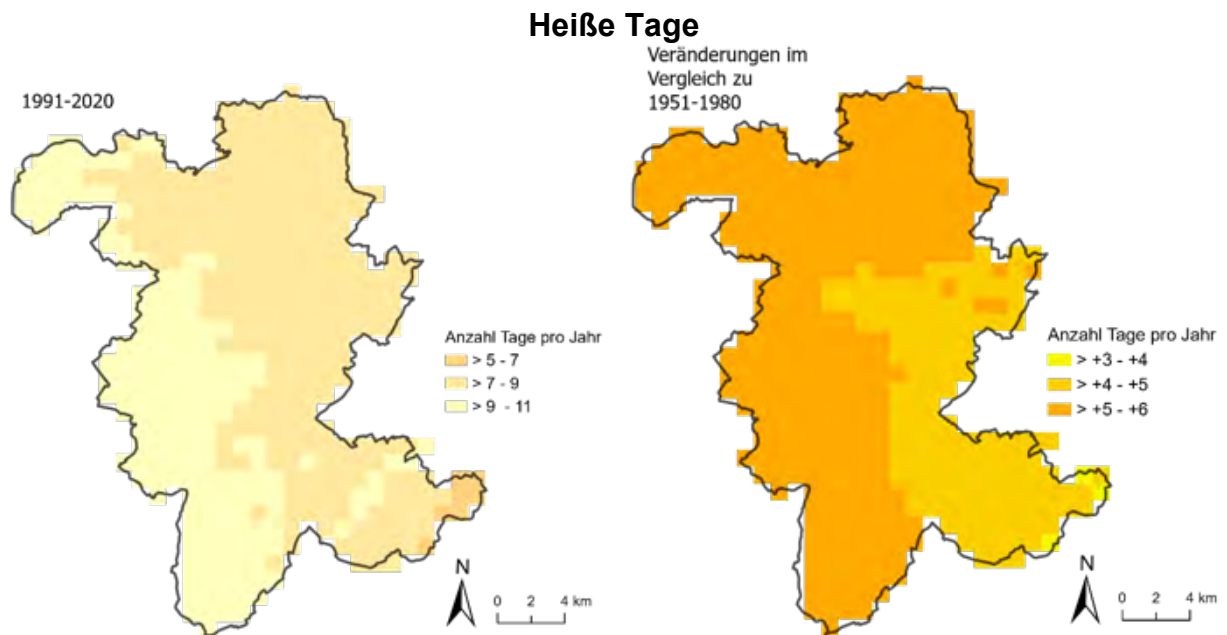


Abbildung 2-16: Durchschnittliche Anzahl der heißen Tage in NRW in der KNP 1991-2020 sowie Veränderung zur KNP 1951-1980 (energielenker, Datengrundlage: Klimaatlas LANUV NRW)

In NRW fielen im Zeitraum von 1991-2020 im Mittel jährlich 874 mm Niederschlag. Für den Rheinisch-Bergischen Kreis liegt der mittlere Jahresniederschlag im Zeitraum von 1991-2020 bei 1.099 mm, wobei die Niederschlagsunterschiede im Kreisgebiet gravierend sind. Während der mittlere Jahresniederschlag im Westen teilweise bei zwischen 800 und 900 mm liegt, sind in den östlichen Gebieten vereinzelt bis zu mehr als 1.300 mm Niederschlag im Jahresmittel gefallen. Im Vergleich zur KNP (1951-1980) hat der mittlere Jahresniederschlag im Rheinisch-Bergischen Kreis um 17 mm zugenommen (LANUV NRW 2020).

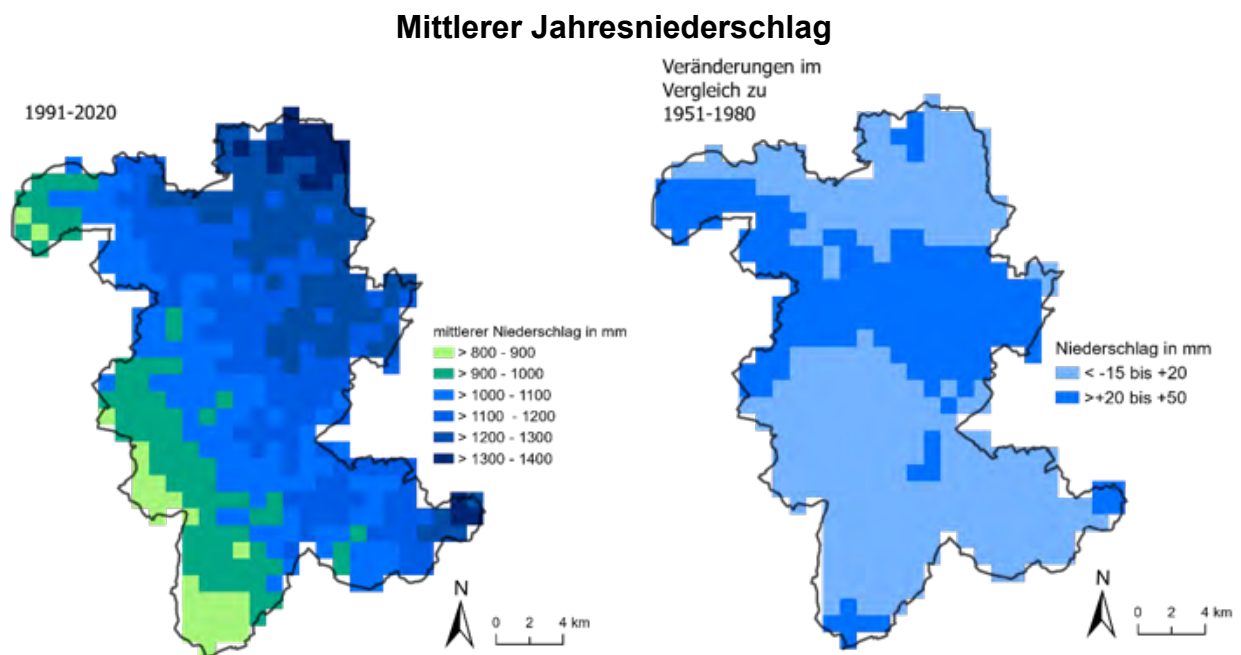


Abbildung 2-17: Vergleich der mittleren Jahresniederschläge in NRW für die KNP 1991-2020 und Veränderung zur KNP 1951-1980 (energielenker, Datengrundlage: Klimaatlas LANUV NRW)