

Ingenieurbüro **Feldwisch**

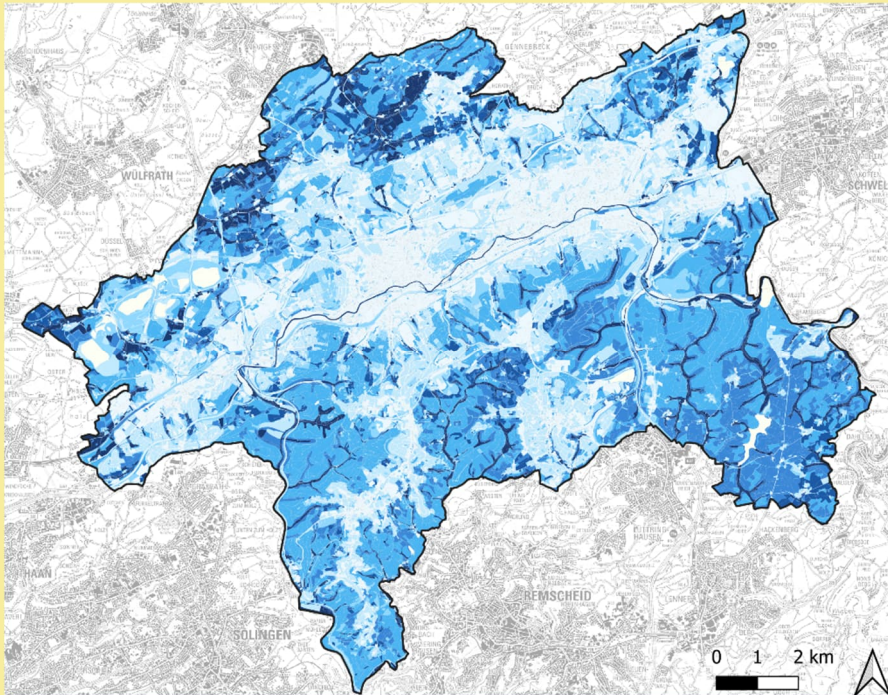
Karl-Philipp-Straße 1

51429 Bergisch Gladbach

Tel.: 02204 / 4228-50

info@ingenieurbuero-feldwisch.de

www.ingenieurbuero-feldwisch.de



Fortschreibung Bodenfunktionskarte für die Stadt Wuppertal

Auftraggeberin:

Stadt Wuppertal

Auftragnehmer:

Ingenieurbüro Feldwisch, Bergisch Gladbach

Bearbeitung:

Nadine Bernhard

Dr. Norbert Feldwisch

Bergisch Gladbach, den 21.07.2025

Auftraggeberin: **Stadt Wuppertal**
Resort Umweltschutz
106.02 Stabsstelle Umweltplanung

Johannes-Rau-Platz 1
42275 Wuppertal

Projektbetreuung: Herr Florian Roth

Auftragnehmer: **Ingenieurbüro Feldwisch**
Karl-Philipp-Straße 1
51429 Bergisch Gladbach
Tel.: 02204 / 4228 – 50
E-Mail: info@ingenieurbuero-feldwisch.de
URL: www.ingenieurbuero-feldwisch.de

Projektbearbeitung: Frau Nadine Bernhard
Frau Salome Wagner
Herr Dr. Norbert Feldwisch

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Auftrag	1
2	Allgemeine Hinweise	2
3	Datengrundlagen.....	3
4	Veränderung der Methodik und Bewertungsgrundlagen nach drittem Bodenschutz- Fachbeitrag des GD NRW.....	6
5	Methoden und Ergebnisse der Bodenfunktionsbewertung für die Stadt Wuppertal.....	9
5.1	Flächennutzung	9
5.2	Bewertungsstufen	9
5.3	Bodenfunktionen des Naturhaushaltes	10
5.3.1	Natürliche Bodenfruchtbarkeit	10
5.3.2	Filter- und Pufferfunktion	12
5.3.3	Reglerfunktion im Wasserhaushalt.....	13
5.4	Klimafunktionen	16
5.4.1	Kohlenstoffspeicher und -Senken.....	16
5.4.2	Bodenkühlleistung.....	18
5.5	Biotopentwicklungspotenzial.....	22
5.6	Archivfunktion	23
5.7	Versickerungseignung	25
5.8	Erosionsgefährdung.....	28
5.9	Gesamtbewertung	31
6	Literaturverzeichnis	37

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3-1:	Bodenfunktionskarten für die Stadt Wuppertal – Datengrundlagen.....	3
Abb. 3-2:	Nutzung.....	5
Abb. 4-1:	Bewertungen der Schutzwürdigkeit nach GD NRW [4].	6
Abb. 5-1:	Bodenfunktionsbewertung – Natürliche Bodenfruchtbarkeit.....	12
Abb. 5-2:	Bodenfunktionsbewertung – Filter- und Pufferfunktion.	13

Abb. 5-3: Bodenfunktionsbewertung – Reglerfunktion für den Wasserhaushalt im 2-Meter-Raum.	15
Abb. 5-4: Bodenfunktionsbewertung – Kohlenstoffspeicher- und Senken.	17
Abb. 5-5: Bodenfunktionsbewertung – Bodenkühlleistung.	19
Abb. 5-6: Bodenfunktionsbewertung – Bodenkühlleistung mit Versiegelungsgrad und nutzungsbezogener Verdichtung.	21
Abb. 5-7: Bodenfunktionsbewertung – Biotopentwicklungspotenzial.	23
Abb. 5-8: Bodenfunktionsbewertung – Archivfunktion.	24
Abb. 5-9: Versickerungseignung.	27
Abb. 5-10: Natürliche Erosionsgefährdung (RKSL-Faktoren der ABAG) mit C-Faktoren und Abflussgefährdung.	30
Abb. 5-11: Gesamtbewertung – Klimafunktion.	32
Abb. 5-12: Gesamtbewertung – Naturhaushalt.	33
Abb. 5-13: Bodenfunktionale Gesamtbewertung – Funktionserfüllungsgrade mit Sachdimension.	35
Abb. 5-14: Bodenfunktionale Gesamtbewertung – Funktionserfüllungsgrade ohne Sachdimension.	36

Tabellenverzeichnis

Tab. 4-1: Definition der Kennwerte zum Wasser- und Lufthaushalt (KA5 Tab. 69, verändert nach GD NRW).	6
Tab. 4-2: Bodenphysikalische Kennzahlen in Abhängigkeit der Bodenart und Trockenrohdichte (KA5 Tab.70, verändert nach GD NRW).	7
Tab. 4-3: Kriterien und deren Ausprägung zur Ausweisung von Böden mit hoher und sehr hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit* (Quelle: [5]).	8
Tab. 5-1: Flächenanteile der Bodenkarten und der Nutzung.	9
Tab. 5-2: Bewertungsstufen.	10
Tab. 5-3: Flächenstatistik der natürlichen Bodenfruchtbarkeit.	10
Tab. 5-4: Flächenstatistik der Filter- und Pufferfunktion.	12
Tab. 5-5: Flächenstatistik der Reglerfunktion im Wasserhaushalt.	14
Tab. 5-6: Flächenstatistik der Kohlenstoffspeicher- und Senken.	16
Tab. 5-7: Flächenstatistik der Bodenkühlleistung.	19

Tab. 5-8: Flächenstatistik der Bodenkühlleistung mit Versiegelungsgrad und nutzungsbezogener Verdichtung.....	20
Tab. 5-9: Flächenstatistik des Biotopentwicklungspotenzials.....	22
Tab. 5-10: Flächenstatistik der Archivfunktionen	24
Tab. 5-11: Flächenstatistik der Versickerungseignung.	25
Tab. 5-12: Versickerungseignung nach GD NRW [5].....	26
Tab. 5-13: Methodik Gesamtbewertung.....	31
Tab. 5-14: Flächenstatistik Gesamtbewertung – Klimafunktion.....	32
Tab. 5-15: Flächenstatistik der Gesamtbewertung – Naturhaushalt.....	33
Tab. 5-16: Flächenstatistik der bodenfunktionalen Gesamtbewertung mit und ohne Sachdimension.....	34

Anlagen

Karte 1:	Datengrundlagen
Karte 2:	Nutzung
Karte 3:	Natürliche Bodenfruchtbarkeit
Karte 4:	Filter- und Pufferfunktion
Karte 5:	Reglerfunktion für den Wasserhaushalt im 2-Meter-Raum
Karte 6:	Klimafunktionen Kohlenstoffspeicher- und Senken
Karte 7:	Bodenkühlleistung
Karte 8:	Bodenkühlleistung mit Versiegelungsgrad und nutzungsbezogener VD
Karte 9:	Biotopentwicklungspotenzial
Karte 10:	Archivfunktion
Karte 11:	Versickerungseignung
Karte 12:	Erosionsgefährdung mit RKSL-Faktoren und C-Faktoren
Karte 13:	Bodenfunktionale Gesamtbewertung – Klimafunktion
Karte 14:	Bodenfunktionale Gesamtbewertung – Naturhaushalt
Karte 15:	Bodenfunktionale Gesamtbewertung – Funktionserfüllungsgrade mit Sachdimension
Karte 16:	Bodenfunktionale Gesamtbewertung – Funktionserfüllungsgrade ohne Sachdimension

Dokumentation der GIS-Attribute (Bfk_Wuppertal_FB3_Attribute_250721.xlsx)

Verwendete Abkürzungen:

BK5 (F, L): Bodenkarte 1:5.000 (Forst, Landwirtschaft)

BK50: Bodenkarte 1:50.000

BK50onp: Schichtenverzeichnis BK50 mit auswertungsrelevanten Informationen der Bodenartenschichten und vereinfachter Beschreibung der jeweiligen Bodenartenschicht.

DGM5: Digitales Geländemodell (Auflösung 5x5m)

dm: Dezimeter

FB2 / FB3: Zweiter / Dritter Bodenschutz-Fachbeitrag des GD NRW

FIPU: Filter- und Pufferfunktion

FK: Feldkapazität

GD NRW: Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen

GW: Grundwasser

ha: Hektar

IBF: Ingenieurbüro Feldwisch

KA5: Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage

KAK: Kationenaustauschkapazität

LK (W_{eff}): Luftkapazität (im effektiven Wurzelraum)

m: Meter

nFK (W_{eff}): nutzbare Feldkapazität (im effektiven Wurzelraum)

nFK_{2m}: nFK gesamt im 2-Meter-Raum

SW: Stauwasser

W_{eff} : effektive Durchwurzelungstiefe

1 Veranlassung und Auftrag

Die Stadt Wuppertal verfügt als Bewertungsinstrument des vorsorgenden Bodenschutzes über Bodenfunktionskarten im Planungsmaßstab 1:5.000. Auf dieser Grundlage wird die Lenkung der Flächeninanspruchnahme im Rahmen der Siedlungsentwicklung bei gleichzeitigem Erhalt schützenswerte Böden und deren Funktionen verfolgt. Die Bodenfunktionskarten wurden im Auftrag der Stadt Wuppertal durch das Ingenieurbüro Feldwisch im Jahr 2009 [1] erstellt und in den Jahren 2010 [2] und 2016 [3] fortgeschrieben. Die großmaßstäbigen Bodenfunktionskarten dienen dazu, die Belange des vorsorgenden Bodenschutzes im Zuge von Planungs- und Zulassungsverfahren angemessen berücksichtigen zu können.

Den bisher im Bodenschutzvollzug der Stadt Wuppertal angewandten Bodenfunktionskarten liegen die Methoden zur Bodenfunktionsbewertung gemäß dem zweiten Bodenschutz-Fachbeitrag (FB2) zur Karte der schutzwürdigen Böden [4] des Geologischen Dienstes NRW (GD NRW) zugrunde. Datengrundlage bildeten die in die KA5 Systematik [6] übersetzten Grablochbeschriebe der DGK5Bo und die BK50.

Die vorliegenden Auswertungen sollen ergänzt werden durch die Auswertung der Bodenkühlleistung, insbesondere auch mit Einbeziehen der Versiegelung zur Bestimmung der verbleibenden Freiflächen und der nutzungsbedingten Verdichtung im Siedlungsbereich, der Versickerungseignung und der Erosionsgefährdung mit Einbeziehen der Hanglänge und der C-Faktoren der Nutzung.

Neu hinzugekommen ist als Datengrundlage die BK5F, für diese werden ebenfalls alle Bodenfunktionen ausgewertet und integriert.

Zusätzlich erfolgt eine Aktualisierung auf den dritten Bodenschutz-Fachbeitrages des GD NRW [5]. Die neue, überarbeitete Auflage greift auf aktuelle und erweiterte Datengrundlagen der BK50 zurück. Im Zuge der Überarbeitung wurden für die Bewertung von Boden(teil)funktionen¹ relevante bodenphysikalische Kennwerte des Bodenwasser- und Lufthaushalts angepasst. Des Weiteren werden erstmals Kenngrößen hinsichtlich der Reglerfunktion des Bodens für den Wasserhaushalt im 2-Meter-Raum nach FB3 als auch zu klimarelevanten Bodenfunktionen bereitgestellt. Als wesentliche Neuerung werden Böden hinsichtlich ihrer Schutzwürdigkeit nur noch in zwei Stufen, ausgedrückt als Grad ihrer Funktionserfüllung, eingeteilt bzw. bewertet. Die fortgeschriebene Bewertungssystematik löst somit die bisher gültige dreistufige Klassifizierung der Schutzwürdigkeitsgrade ab. Sie wird sowohl für die Bodenfunktionsbewertung auf Grundlage der mittelmaßstäbigen Bodenkarte (BK50) als auch der großmaßstäbigen Bodenkarten zur Standorterkundung (BK5) des GD NRW angewendet.

Vor diesem Hintergrund hat die Stadt Wuppertal das Ingenieurbüro Feldwisch im August 2024 mit der Aktualisierung und Fortschreibung der vorliegenden großmaßstäbigen Bodenfunktionskarten der Stadt Wuppertal beauftragt. Im Zuge dessen soll auch eine aggregierte Funktionsbewertung mit Einbeziehung der Klimafunktionen herausgearbeitet werden. Der vorliegende Bericht dokumentiert die durchgeführten Erfassungs- und Bewertungsleistungen.

¹ Im Weiteren werden Bodenteilfunktionen allgemein als Bodenfunktionen bezeichnet.

2 Allgemeine Hinweise

Im vorliegenden Bericht werden die Methoden der nach FB3 relevanten methodischen Änderungen zur Bodenfunktionsbewertung sowie die Aktualisierung der bodenphysikalischen Kennwerte skizziert. Des Weiteren werden die neuen Kenngrößen des FB3 (Reglerfunktion des Bodens für den Wasserhaushalt im 2-Meter-Raum und Klimafunktionen), die neu ausgewerteten Bodenfunktionen (Bodenkühlleistung, Versickerungseignung) und Empfindlichkeit (Erosionsgefährdung) sowie die eigenen methodischen Ansätze zur Integration der Klimafunktionen in die Gesamtbewertung der Stadt Wuppertal (= Aggregierte Planungskarte) erläutert.

Auf die allgemeinen fachlichen Grundlagen zur Bodenfunktionsbewertung wird in diesem Bericht verzichtet, ebenso auf die Beschreibung des Untersuchungsgebietes und der Bodenlandschaft. Diese Informationen können dem bereits vorliegenden Bericht zu den Bodenfunktionskarten der Stadt Wuppertal [1] entnommen werden.

3 Datengrundlagen

In der Abb. 3-1 sind die für die Erstellung der Bodenfunktionskarten verwendeten Datengrundlagen dargestellt.

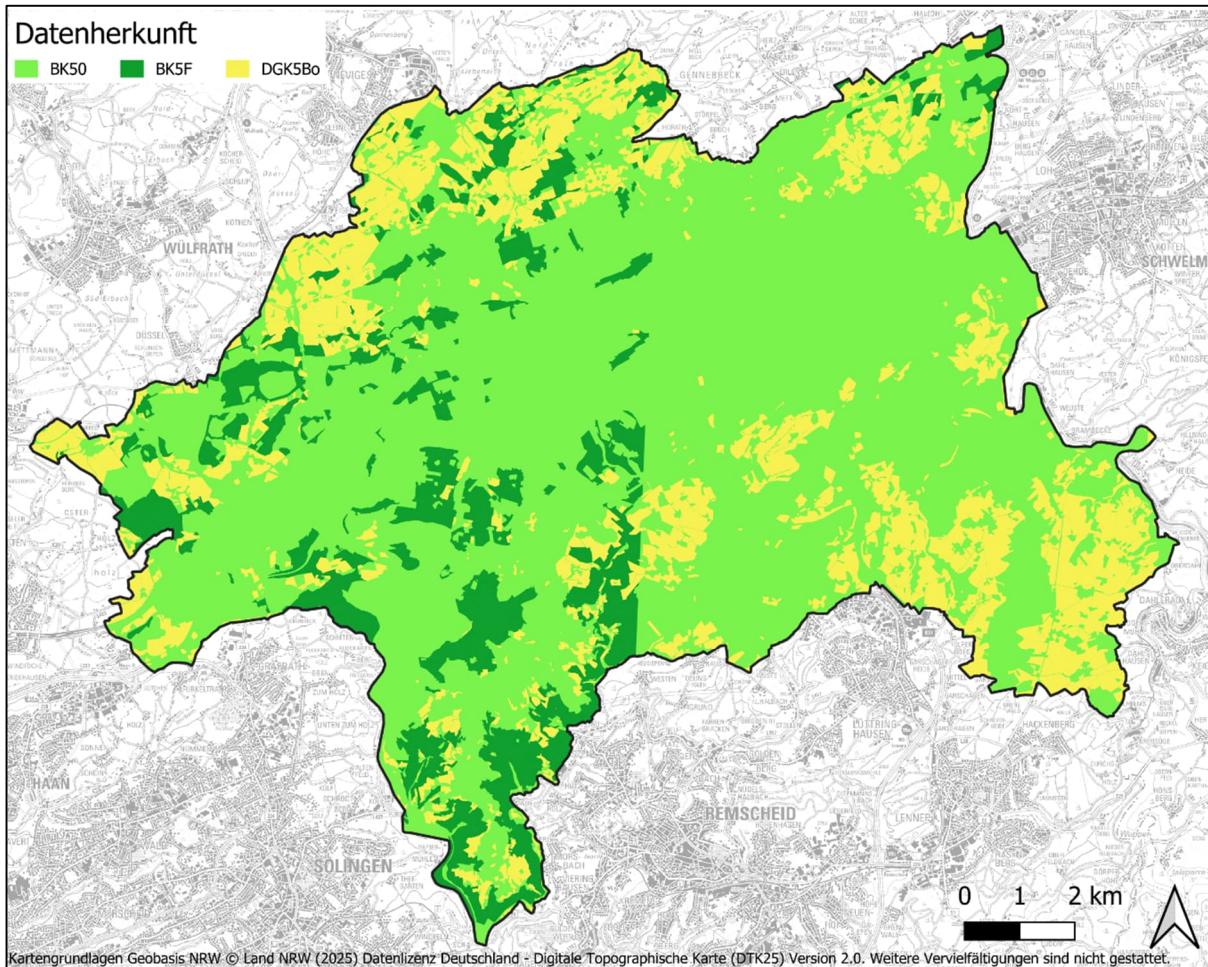


Abb. 3-1: Bodenfunktionskarten für die Stadt Wuppertal – Datengrundlagen.

Bodenschätzungsdaten (DGK5Bo)

Für die Bodenschätzungsdaten liegt eine Digitalisierung und Übersetzung der in den analogen Bodenschätzungs-Gründrucken vorhandenen Profilsäulen (Grablochbeschriebe) in eine moderne bodenkundliche Nomenklatur entsprechend der bodenkundlicher Kartieranleitung KA5 [6] vor. Für diese Flächen wurden die Bodenfruchtbarkeit, das Biotopentwicklungspotenzial sowie das Wasserspeichervermögen im 2-Meter-Raum und die Kohlenstoffspeicher- und Kohlenstoffsenken Funktion neu aus den von den Profilsäulen abgeleiteten bodenkundlichen Kennwerten nach FB3 bestimmt. Ebenfalls wurden die weiteren Bodenfunktionen „Bodenkühlleistungspotenzial“ und die „Versickerungseignung“ neu bestimmt.

Bodenkarten zur Standorterkundung (BK5-Verfahren)

Als weitere Datenquelle werden die großmaßstäbigen Bodenkarten im Maßstab 1:5.000 (BK5-Verfahren) des GD NRW verwendet. Die BK5-Verfahren wurden für Waldgebiete (BK5F) vom GD NRW zur Verfügung gestellt. Für landwirtschaftlich genutzte Flächen liegen im Gebiet keine BK5L vor, diese sind jedoch bereits durch die Auswertung der DGK5Bo Daten gut abgedeckt. Bei den vorherigen Auswertungen [1, 2, 3] lagen die BK5F noch nicht vor und werden demnach in dieser Fortschreibung erstmals für die Bodenfunktionskarten berücksichtigt. (Abb. 3-1). Grundsätzlich lagen nur an den Rändern benachbarter Flächen kleinräumige Überschneidungen der BK5F- Geometrien zu den DGK5Bo Daten vor. Diese Randflächen wurden bei der Verschneidung der Daten dem neueren Datensatz, also der BK5F zugeordnet.

Bodenkarte 1:50.000 (BK50)

Als weitere Datengrundlage wurde die BK50 sowie die entsprechenden Profilbeschriebe bzw. Schichtenverzeichnisse der BK50onp verwendet. Insbesondere für die Auswertung der Bodenkühlleistung für die Freiflächen im Siedlungsbereich der Stadt Wuppertal steht nur die mittelmaßstäbige BK50 als Datengrundlage zur Verfügung. Die mittelmaßstäbige BK50 wurde nur für Flächen herangezogen, für die weder die großmaßstäbigen DGK5Bo Daten noch die BK5F vorlagen.

Nutzung

Für die Einbeziehung der Nutzung wurden die Auswertungsergebnisse der Bodenfunktionsbewertung mit den Flächennutzungsinformationen des Amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS) verschnitten. Die ALKIS-Daten wurden mit Stand September 2024 vom Geoportal NRW heruntergeladen.

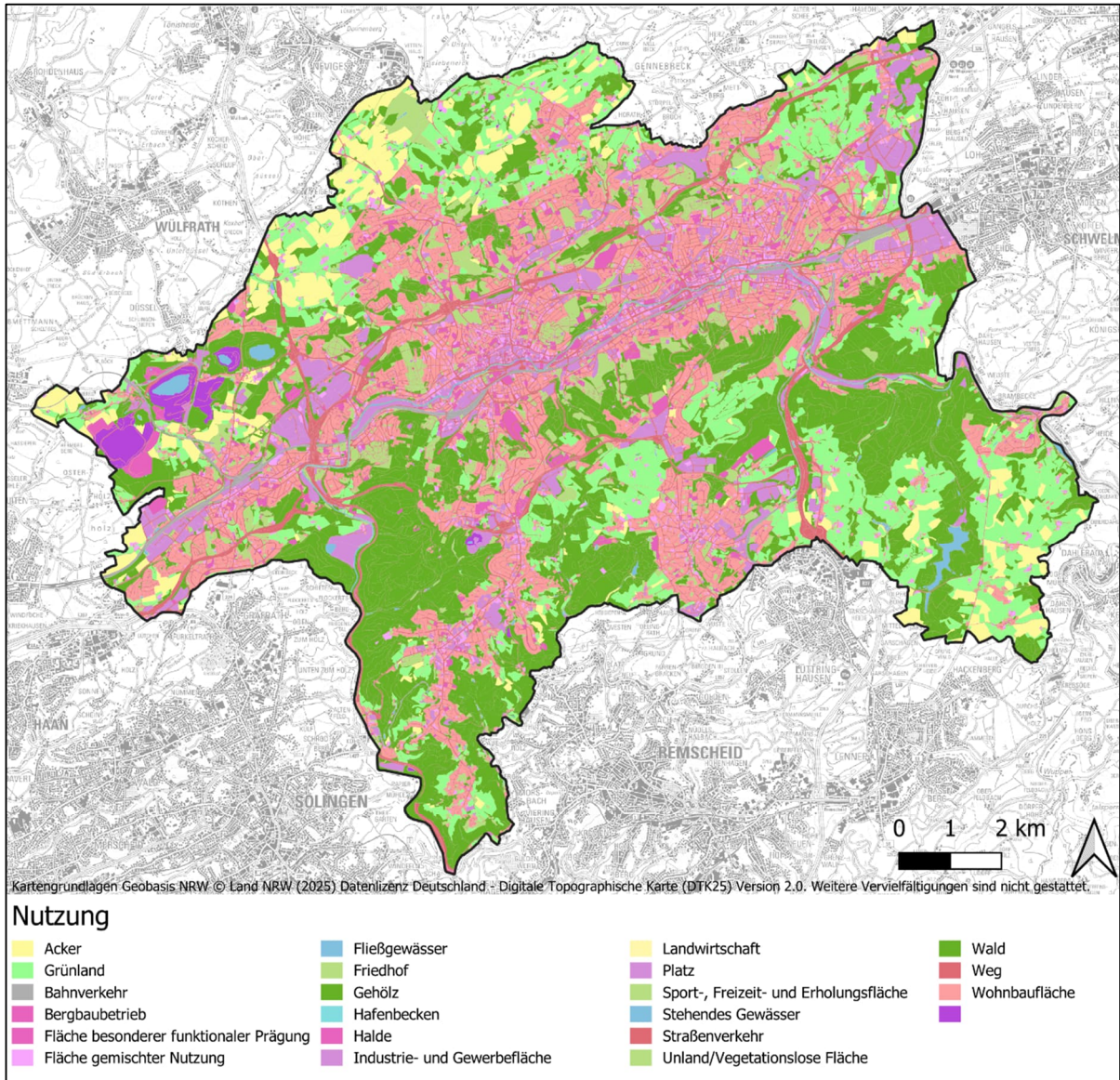


Abb. 3-2. Nutzung.

Datenverarbeitung und Abgabeformate

Die Auswertungen zu den Bodenfunktionskarten der Stadt Wuppertal wurden mit Hilfe des Geoinformationssystems QGIS sowie der Tabellenkalkulations-Software MS Excel (MS Office) erstellt. Die Auswertungsergebnisse wurden als vektorielle Geodatensätze im universellen Shapefile-Format abgegeben.

Folgende Shapefiles wurden erstellt:

1. Bfk_Wuppertal_FB3_250715
2. Bfk_Wuppertal_FB3_ALKIS_250715

Des Weiteren wurde der Auftraggeberin eine Dokumentation der GIS-Attribute in Form einer Excel-Datei übergeben (Bfk_Wuppertal_FB3_Attribute_250715.xlsx).

4 Veränderung der Methodik und Bewertungsgrundlagen nach drittem Bodenschutz-Fachbeitrag des GD NRW

Das Kernstück der überarbeiteten Karte der schutzwürdigen Böden gemäß FB3 bildet die systematische Änderung von einer dreistufigen Klassifikation der Schutzwürdigkeit von Böden gemäß FB2 in eine nunmehr fünfstufige Skala, auf der jedoch nur die beiden höchsten Bewertungsstufen die Kriterien zur Ausweisung von schutzwürdigen Böden erfüllen. Die Bewertung der Schutzwürdigkeit erfolgt nach dem Ausprägungsgrad der Erfüllung natürlicher Bodenfunktionen und Archivfunktion, und wird in die Kategorien hohe Funktionserfüllung (Stufe 4) und sehr hohe Funktionserfüllung (Stufe 5) eingeteilt. Für Böden mit sehr geringer bis mittlerer Funktionserfüllung (Stufen 1 bis 3) wird keine Schutzwürdigkeit ausgewiesen.

Bewertung 3. Auflage, 2016	Bewertung 2. Auflage, 2004	Bewertung 1. Auflage, 1998
sehr geringe Funktionserfüllung		
geringe Funktionserfüllung		
mittlere Funktionserfüllung		
hohe Funktionserfüllung	schutzwürdig	schutzwürdig
sehr hohe Funktionserfüllung	sehr schutzwürdig hohe bis sehr hohe Funktionserfüllung	
	besonders schutzwürdig	

Abb. 4-1: Bewertungen der Schutzwürdigkeit nach GD NRW [5].

Tab. 4-1: Definition der Kennwerte zum Wasser- und Lufthaushalt (KA5 Tab. 69, verändert nach GD NRW).

Saugspannung in cm WS		< 60	60 bis < 300	300 bis < 15.000	≥ 15.000
pF-Wert		< 1,8	1,8 bis < 2,5	2,5 bis < 4,2	≥ 4,2
Porenäquivalent in µm		> 50	50 bis > 10	10 bis > 0,2	≤ 0,2
Porenbezeichnung		weite Grobporen	enge Grobporen	Mittelporen	Feinporen
Bodenwasser		schnell bewegliches	langsam bewegliches	pflanzenverfügbares	nicht pflanzenverfügbares
		Sickerwasser		Haftwasser	
Kennwerte	trockene Böden ¹⁾	Luftkapazität		nutzbare Feldkapazität	Totwasser
	nasse Böden ²⁾	Luftkapazität	nutzbare Feldkapazität		Totwasser
			Feldkapazität		
Gesamt-Porenvolumen					

1) trockene, grundwasserfreie Böden mit den Grundwasserstufen 4 bis 6 und nicht staunässebeeinflusste oder Böden mit den Staunässegraden 1 bis 3

2) nasse, grundwasserbeeinflusste Böden mit den Grundwasserstufen 1A bis 3 oder staunässebeeinflusste Böden mit den Staunässegraden 4 und 5

Als weitere Fortentwicklung des dritten Fachbeitrages werden die bodenphysikalischen Kennwerte zum Wasser- und Lufthaushalt nunmehr für trockene und nasse Böden differenziert

(Tab. 4-1). Bei trockenen Böden mit einem mittleren Schwankungsbereich des Grundwassers unterhalb von 13 dm (GW-Stufe ≥ 4) oder maximal mittlerer Staunässe (Staunässegrad ≤ 3) wird der Anteil der engen Grobporen der Luftkapazität zugeschlagen. Bei nassen Böden wird dieser Porenraumanteil, der im Mittel häufiger wassergefüllt ist, zur nutzbaren Feldkapazität gerechnet.

Dementsprechend werden die volumenprozentigen Anteile der Porengrößenbereiche in Abhängigkeit von Bodenart und Trockenrohddichte (vgl. KA5, Tab. 70) weiter aufgegliedert (Tab. 4-2).

Tab. 4-2: Bodenphysikalische Kennzahlen in Abhängigkeit der Bodenart und Trockenrohddichte (KA5 Tab.70, verändert nach GD NRW).

KA5_2005_nFK1 Porenbezeichnung Kurzzeichen	LK _{1,8} wGP			LKnFK eGP			nFK MP			FK _{1,8} eGP+MP+FP			TOT FP		
	pt1+2	pt3	pt4+5	pt1+2	pt3	pt4+5	pt1+2	pt3	pt4+5	pt1+2	pt3	pt4+5	pt1+2	pt3	pt4+5
Ss	25	23	20	11	9	7	9	7	7	25	20	17	5	4	3
Sl2	23	18	13	10	9	8	10	9	9	28	25	23	8	7	6
Sl3	18	15	10	8	6	5	14	12	12	34	27	25	12	9	8
Sl4	18	12	8	7	6	5	15	12	10	36	30	26	14	12	11
Slu	14	10	7	7	6	5	16	15	14	38	33	30	15	12	11
St2	24	20	15	8	7	6	10	9	7	26	22	18	8	6	5
St3	18	14	9	6	5	4	12	10	8	35	30	26	17	15	14
Su2	24	21	15	12	10	9	8	8	8	26	23	21	6	5	4
Su3	17	14	10	13	11	8	12	10	12	35	29	26	10	8	6
Su4	14	11	8	10	9	7	17	14	14	39	32	28	12	9	7
Ls2	13	9	6	6	5	3	15	11	11	40	34	31	19	18	17
Ls3	15	9	6	5	4	2	16	12	12	39	33	30	18	17	16
Ls4	15	11	7	5	4	3	15	12	10	39	32	28	19	16	15
Lt2	11	7	5	3	2	2	15	12	9	42	36	32	24	22	21
Lt3	8	5	3	2	2	2	15	10	8	45	39	35	28	27	25
Lts	10	6	5	3	2	2	14	12	9	44	37	31	27	23	20
Lu	12	7	4	4	3	2	17	14	13	41	36	33	20	19	18
Uu	10	7	3	8	6	3	22	20	20	43	38	35	13	12	12
Uls	13	8	5	7	6	5	17	16	16	39	35	33	15	13	12
Us	11	9	4	9	8	4	19	17	18	41	35	32	13	10	10
Ut2	10	6	3	8	6	3	20	20	20	40	37	35	12	11	12
Ut3	11	6	3	6	4	2	20	21	21	39	37	35	13	12	12
Ut4	12	7	3	4	3	2	19	18	17	39	37	35	16	16	16
Tt	3	3	2	2	1	0	13	12	12	51	43	35	36	30	23
Tl	5	4	3	3	1	0	12	12	11	48	41	35	33	28	24
Tu2	5	4	3	2	1	0	14	11	10	47	42	36	31	30	26
Tu3	8	6	3	2	1	0	15	12	10	45	38	35	28	25	25
Tu4	10	6	3	3	2	1	16	15	15	41	37	35	22	20	19
Ts2	5	4	3	2	1	0	14	12	12	47	39	34	31	26	22
Ts3	7	6	5	3	2	1	13	11	10	45	37	32	29	24	21
Ts4	13	10	6	4	3	2	13	11	9	43	32	30	26	18	19
fs, fSms, fSgs	24	22	16	10	9	7	10	9	8	26	23	19	6	5	4
mS, mSfs, mSgs	25	23	19	11	9	7	9	6	5	25	19	15	5	4	3
gS	24	25	22	14	8	7	8	5	4	26	16	13	4	3	2

Abkürzungen: LK=Luftkapazität, nFK=nutzbare Feldkapazität, FK=Feldkapazität, TOT=Totwasseranteil, wGP=weite Grobporen, eGP=enge Grobporen, MP=Mittelporen, FP=Feinporen, pt=Trockenrohddichte.

Die im zweiten Bodenschutz-Fachbeitrag (FB2) noch vergleichsweise komplexen Ableitungsregeln zur Ableitung der Schutzwürdigkeit von Böden aufgrund ihrer Bodenfruchtbarkeit werden mit dem FB3 durch ein vereinfachtes Bewertungsschema abgelöst (Tab. 4-3). Mit Hilfe dieser vereinfachten Ableitungsregel wird neben dem Kriterium der Bodenwasserverhältnisse nur noch jeweils ein Schwellenwert für die bodenphysikalischen Kennwerte abgefragt, oberhalb derer eine Schutzwürdigkeit ausgewiesen wird.

Tab. 4-3: Kriterien und deren Ausprägung zur Ausweisung von Böden mit hoher und sehr hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit* (Quelle: [5]).

Kriterien der Ausweisung	Ausprägung der Kriterien		
nFK nutzbare Feldkapazität im We	über 130 mm		
FK Feldkapazität im We	über 330 mm		
LK Luftkapazität im We	60 bis 130 mm		
GW Grundwasserstufe unter GOF	grundwasserfrei	grundwasserfrei, unterhalb 16 dm	unterhalb 16 dm
SW Staunässegrad in Intensitätsstufen	staunässefrei, sehr schwach	schwach	staunässefrei, sehr schwach
Regler- und Pufferfunktion / natürliche Bodenfruchtbarkeit	sehr hoch	hoch	hoch
Kürzel	bf5_ff	bf4_ff	bf4_ff

*) Die effektive Durchwurzelungstiefe liegt bei diesen Böden immer über 10 dm und die Kationenaustauschkapazität überschreitet immer 160 mol+/m².

Auch die Ableitungsregeln zur Ausweisung von schutzwürdigen Böden aufgrund ihres Biotopentwicklungspotenzials sind angepasst worden. Dies betrifft grund- und staunässefreie, trockene Standorte mit tiefgründigen Sand- oder Schuttböden sowie flachgründige Felsböden. Bei trockenen Böden werden nur noch die Mittelporen der nFK zugerechnet (vgl. Tab. 4-2). Des Weiteren sind die Schwellenwerte für das Zusatzkriterium nFK gemäß der „Anlage 3 – Biotop“ [5] deutlich abgesenkt worden, was in einer geringeren Flächenausweisung von Böden mit Biotopentwicklungspotenzial resultiert.

Hinsichtlich der Bewertung von Archivböden ergeben sich mit den Regelanpassungen des FB3 keine relevanten fachlichen Verschiebungen. Lediglich beim Bodentyp Plaggenesch ist das Kriterium der Mindestmächtigkeit gestraft worden. Diese methodische Anpassung ist für das Untersuchungsgebiet jedoch nicht von Bedeutung, da keine Plaggenesche in der Stadt Wuppertal vorkommen.

5 Methoden und Ergebnisse der Bodenfunktionsbewertung für die Stadt Wuppertal

In den nachfolgenden Kapiteln wird die methodische Herangehensweise zur Bewertung der einzelnen Bodenfunktionen sowie zur Gesamtbewertung kurz erläutert, und die Ergebnisse der Bodenfunktionsbewertungen aus den unterschiedlichen Datenquellen und für die Nutzungen Acker, Grünland, Grünflächen und Wald, abgeleitet aus dem ALKIS, statistisch erfasst. In die Flächenstatistiken fließen die Flächenanteile der DGK5Bo, der digitalen BK5F und der BK50 ein.

Die Ergebnisse werden als Auswertung des Verschnittes der Bodenkarten (Bfk_Wuppertal_FB3_250715) und als Verschnitt mit aktuellen ALKIS-Daten (Bfk_Wuppertal_FB3_ALKIS_250715) jeweils als Shapefiles zur Verfügung gestellt.

5.1 Flächennutzung

Die Fläche der Stadt Wuppertal beträgt 16.838 ha, davon sind 1 % Gewässer (195 ha), 45 % Siedlungsflächen (7.522 ha), 19 % Landwirtschaftsflächen, mit 14 % überwiegend Grünland (2382 ha) und nur zu 5 % Acker (889 ha) und 28 % Waldgebiete (4.769 ha) (s. Tab. 5-1). Auf insgesamt 12 % der Fläche liegt die BK5F vor, auf 20 % die DGK5Bo-Profildatauswertung und somit werden 68 % der Fläche nur von der BK50 abgedeckt, hierzu zählen jedoch vor allem die Siedlungs- und Verkehrsflächen. Wald ist zu 38 % von der BK5F abgedeckt und die Acker -und Grünlandflächen werden zu 96 % bzw. 95 % von der DGK5Bo abgedeckt.

Tab. 5-1: Flächenanteile der Bodenkarten und der Nutzung.

BK	Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Gewässer		Siedlungs- und Verkehrsflächen		Gesamt	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
BK50	34	4	119	5	997	92	2.831	59	182	94	7.255	96	11.417	68
BK5F	1	0	8	0	32	3	1.818	38	6	3	137	2	2.003	12
DGK5Bo	854	96	2.256	95	53	5	120	3	6	3	130	2	3.419	20
Gesamt	889	5	2.382	14	1.082	6	4.769	28	195	1	7.522	45	16.838	100

5.2 Bewertungsstufen

Bei Anwendung der aktualisierten Methoden nach FB3 wird die Stufe 3 mit einem mittleren Funktionserfüllungsgrad nicht belegt. Die Neubewertung der Bodenfunktionen erfolgt jedoch auf einer fünfstufigen Bewertungsskala (s. Tab. 5-2). Daher wurden die Böden, die nach der Bodenfunktionsbewertung gemäß FB2 noch als schutzwürdig ausgewiesen waren und nach der neuen Methodik nicht als schutzwürdig bewertet werden, nun in die Stufe 3 gestellt. Dafür wurden vom GD NRW neben den Bodenkarten BK5 auch die Auswertungen der Bodenkarten

nach FB2 bereitgestellt. Weitere Kriterien zur Differenzierung der Wertstufen 1-3 liegen vom GD NRW nicht vor, deshalb wird hier die Stufe 1-2 vergeben.

Tab. 5-2: Bewertungsstufen.

Stufe	Funktionserfüllungsgrad	GD NRW FB2	GD NRW FB3
1	sehr gering bis nicht vorhanden		
2	gering		
3	mittel	sw1-3	
4	hoch		bf4
5	sehr hoch		bf5

5.3 Bodenfunktionen des Naturhaushaltes

5.3.1 Natürliche Bodenfruchtbarkeit

Die im zweiten Bodenschutz-Fachbeitrag (FB2) noch vergleichsweise komplexen Ableitungsregeln zur Ableitung der Schutzwürdigkeit von Böden aufgrund ihrer Bodenfruchtbarkeit werden mit dem FB3 durch ein vereinfachtes Bewertungsschema abgelöst (s. Tab. 4-3). Mit Hilfe dieser vereinfachten Ableitungsregel wird neben dem Kriterium der Bodenwasserverhältnisse nur noch jeweils ein Schwellenwert für die bodenphysikalischen Kennwerte abgefragt, oberhalb derer eine Schutzwürdigkeit ausgewiesen wird.

Der Tab. 5-3 ist die fünfstufige Klassifizierung der Funktionserfüllungsgrade sowie eine Flächenstatistik der natürlichen Bodenfruchtbarkeit für die landwirtschaftlich genutzten Böden und Waldgebiete zu entnehmen.

In der Abb. 5-1 sind die Bewertungsergebnisse der natürlichen Bodenfruchtbarkeit räumlich dargestellt.

Tab. 5-3: Flächenstatistik der natürlichen Bodenfruchtbarkeit.

Grad der Funktionserfüllung			Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Gesamt	
Stufe	Bezeichnung	Code ¹⁾	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
-	Keine Daten	-	0	0,0	0	0,0	1	0,1	33	0,7	33	0,4
1-2	Sehr gering – gering	-	547	61,5	1.809	75,9	634	58,6	3.954	82,9	6.944	76,1
3	Mittel	sw1-3 ²⁾	217	24,4	198	8,3	228	21,1	588	12,3	1.231	13,5
4	Hoch	bf4_ff	2	0,2	12	0,5	143	13,2	113	2,4	269	3,0
5	Sehr hoch	bf5_ff	124	13,9	363	15,3	77	7,1	81	1,7	644	7,1
	Summe		889	10	2.382	26	1.082	12	4.769	52	9.122	100

- 1) Kurzzeichen des GD NRW für den Grad der Funktionserfüllung (Schutzwürdigkeit) der Böden.
- 2) Schutzwürdigkeiten (Kurzzeichen) gemäß zweitem Bodenschutz-Fachbeitrag des GD NRW (sw1 bis sw3).

In Wuppertal weisen 7,1 % der Böden einen sehr hohen Funktionserfüllungsgrad der Bodenfruchtbarkeit auf, 3,0 % der Böden weisen einen hohen Funktionserfüllungsgrad auf, 13,5 % der Böden weisen einen mittleren Funktionserfüllungsgrad auf und auf 76,1 % der Böden besteht nur ein sehr geringer bis geringer Funktionserfüllungsgrad.

Böden mit sehr hohem Funktionserfüllungsgrad der Bodenfruchtbarkeit liegen überwiegend im Norden und Nordwesten von Wuppertal auf Kolluvialen vor. Böden mit hohem Funktionserfüllungsgrad der Bodenfruchtbarkeit liegen ebenfalls auf im Norden der Wupper auf Pseudogley-Parabraunerden vor. Auch die Gley-Vega Böden entlang der Wupper weisen eine sehr hohe Bodenfruchtbarkeit auf, sind jedoch vollständig mit Siedlungs- und Verkehrsflächen bedeckt. Zusätzlich liegen einige Böden mit sehr hoher Fruchtbarkeit südlich der Wupper bei Lichtscheid und zwischen Griffenberg, Hahnerberg und Ronsdorf sowie im äußersten Südosten bei Spieckern, In der Hardt und Frielinghausen. Die Forstflächen weisen überwiegend eine sehr geringe bis geringe Bodenfruchtbarkeit auf.

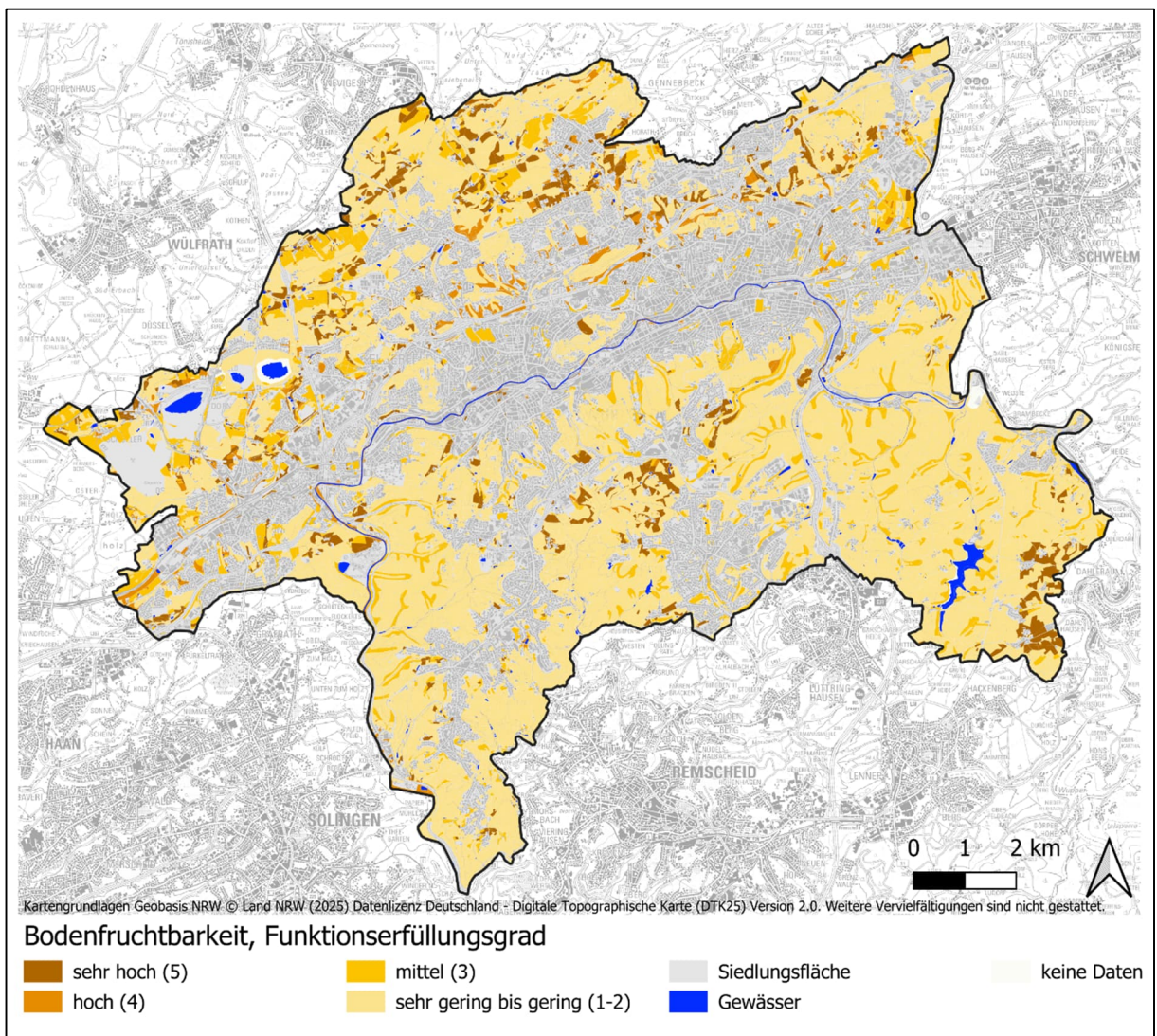


Abb. 5-1: Bodenfunktionsbewertung – Natürliche Bodenfruchtbarkeit.

5.3.2 Filter- und Pufferfunktion

Zur Ableitung der Filter- und Pufferfunktion der Böden wurde die Methode des Umweltministeriums Baden-Württemberg [8] herangezogen. Sie beschreibt die mechanischen und physikochemischen Filtereigenschaften des Bodens und wird für die drei Bodengruppen der Grund- und Stauwasserböden und der nicht hydromorphen Böden in Abhängigkeit zur Ton- und Humusmenge innerhalb der effektiven Durchwurzelungstiefe (W_{eff}) sowie den einflussstarken pH-Wert abgeleitet.

Als Bezugstiefe der Berechnungen wurde im Zuge der Ermittlung der Filter- und Pufferfunktion die effektive Durchwurzelungstiefe der jeweiligen Bodenprofile respektive Bodeneinheiten gewählt. So konnte eine konsistente Bewertung mit der Bodenfruchtbarkeit sichergestellt werden.

Die Bewertung der DGK5Bo-Daten lag bereits aus der Auswertung von 2016 vor [3] und wurde verwendet. Für die BK50 und BK5F erfolgte eine Neuauswertung.

Der Tab. 5-4 ist die fünfstufige Klassifizierung der Filter- und Pufferfunktion sowie eine Flächenstatistik für landwirtschaftlich genutzte Böden und Waldgebiete zu entnehmen.

Tab. 5-4: Flächenstatistik der Filter- und Pufferfunktion

Grad der Funktionserfüllung			Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Gesamt	
Stufe	Bezeichnung	Code ¹⁾	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
-	Keine Daten	-	0	0,0	1	0,0	1	0,1	34	0,7	36	0,4
1	Sehr gering	-	73	8,2	169	7,1	786	72,6	2.706	56,7	3.733	40,9
2	Gering	-	250	28,2	931	39,1	230	21,2	1.368	28,7	2.779	30,5
3	Mittel	-	381	42,8	1.076	45,2	58	5,4	549	11,5	2.064	22,6
4	Hoch	-	138	15,5	192	8,1	7	0,7	50	1,1	388	4,3
5	Sehr hoch	-	47	5,2	12	0,5	1	0,1	61	1,3	121	1,3
	Summe		889	10	2.382	26	1.082	12	4.769	52	9.122	100

1) Keine Kurzzeichen des GD NRW, da baden-württembergische Methode verwendet wurde.

In Abb. 5-2 sind die Bewertungsergebnisse der Filter- und Pufferfunktion räumlich dargestellt.

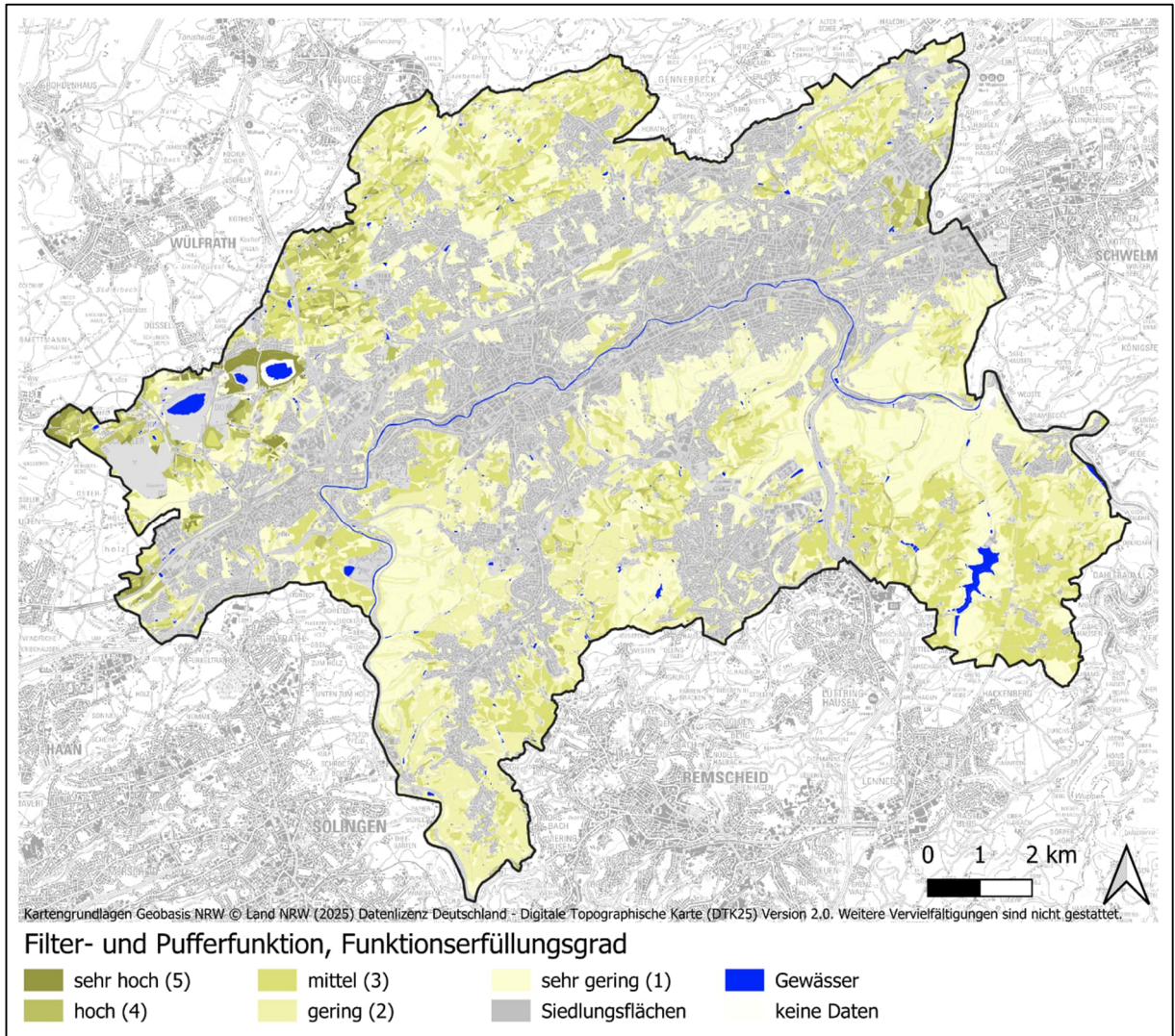


Abb. 5-2: Bodenfunktionsbewertung – Filter- und Pufferfunktion.

Die Funktionserfüllung der Böden in Wuppertal aufgrund des Filter- und Puffervermögens ist überwiegend sehr gering bis mittel (94,6 % der Fläche, s. Tab. 5-4) und nur zu 4,3 % hoch und zu 1,3% sehr hoch. Die Flächen mit sehr hoher Bewertung liegen gehäuft im Westen Wuppertals im Quartier Schöller-Dornap auf Pararendzinen ehemaliger Tagebaue oder Parabraunerden aus Löss nach DGK5Bo.

5.3.3 Reglerfunktion im Wasserhaushalt

Die Reglerfunktion des Bodens für den Wasserhaushalt im 2-Meter-Raum ist eine neue Kenngröße nach dem FB3 des GD NRW [4]. Sie wurde eingeführt, um auch den Böden Rechnung zu tragen, die zwar nicht als schutzwürdig aufgrund der Regler- und Pufferfunktion oder der natürlichen Bodenfruchtbarkeit mit der Bezugstiefe W_{eff} eingestuft werden, jedoch aufgrund ihres hohen Wasserspeichervermögens im gesamten 2-Meter-Bodenraum besonders bedeutsam hinsichtlich ihrer Funktionen im Wasserhaushalt sind. Der GD NRW definiert Böden als

schutzwürdig aufgrund ihrer hohen bis sehr hohen Reglerfunktion im Wasserhaushalt (bf4_2m), sofern deren nFK im 2-Meter-Raum mehr als 220 mm beträgt.

Die Berechnung der nFK im 2-Meter-Raum (nFK_{2m}) erfolgte für Böden mit maximal schwachem Stauwassereinfluss (SW-Stufe ≤ 2) und tieferem Grundwasserstand (GW-Stufe ≥ 4 oder GW-Stufe = 0). Bei stark stauwassergeprägten oder grundwasserbeeinflussten Böden entspricht die nFK_{2m} der nFK (W_{eff}).

Die nFK im 2 m Raum wurde für alle Datensätze berechnet (DGK5Bo, BK5F, BK50) und es wurden die Bewertungsstufen angepasst an die Vorgabe des FB3 > 220 mm für Stufe 4 festgelegt. Die Stufen und die Flächenstatistiken für die so ermittelte Reglerfunktionen im Wasserhaushalt sind der Tab. 5-5 zu entnehmen.

In Abb. 5-3 sind die Bewertungsergebnisse der Reglerfunktion im Wasserhaushalt räumlich dargestellt.

Tab. 5-5: Flächenstatistik der Reglerfunktion im Wasserhaushalt.

Grad der Funktions- erfüllung			Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Gesamt	
Stufe	Bezeichnung	Werte	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
-	Keine Daten	-	0	0,0	1	0,0	1	0,1	34	0,7	36	0,4
1	Sehr gering	0 - 75 mm	13	1,4	100	4,2	51	4,7	268	5,6	431	4,7
2	Gering	75 - 150 mm	203	22,8	731	30,7	563	52,0	2.954	61,9	4.451	48,8
3	Mittel	150 - 220 mm	268	30,1	759	31,9	249	23,0	820	17,2	2.096	23,0
4	Hoch	220 - 300 mm	205	23,1	516	21,6	128	11,8	584	12,2	1.433	15,7
5	Sehr hoch	> 300 mm	200	22,5	275	11,6	90	8,3	109	2,3	675	7,4
	Summe		889	10	2.382	26	1.082	12	4.769	52	9.122	100

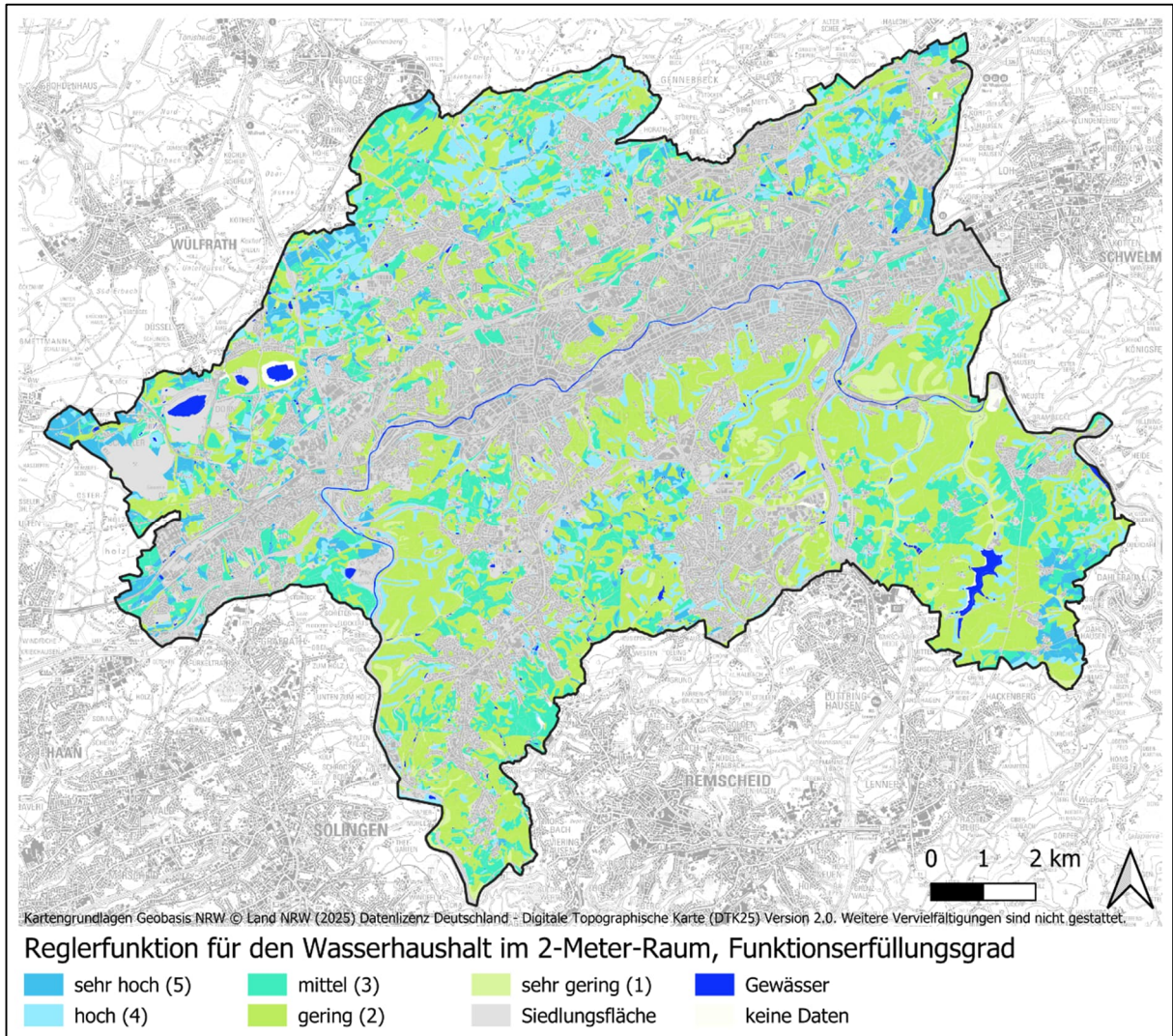


Abb. 5-3: Bodenfunktionsbewertung – Reglerfunktion für den Wasserhaushalt im 2-Meter-Raum.

Es ergibt sich ein ähnliches räumliches Bild wie für die Bodenfruchtbarkeit und das Filter- und Puffervermögen. Flächen mit einer hohen oder sehr hohen Funktionserfüllung der Reglerfunktion im Wasserhaushalt im 2-Meter-Raum treten eher nördlich der Wupper, insbesondere im Westen im Quartier Schöller-Dornap auf sowie gleichzeitig mit den besonders fruchtbaren Böden südlich der Wupper bei Lichtscheid und zwischen Griffenberg, Hahnerberg und Ronsdorf sowie im äußersten Südosten bei Spieckern, In der Hardt und Frielinghausen.

Der Flächenanteil der sehr hohen Funktionserfüllung beträgt 7,4 %, weitere 15,7 % der Böden weisen einen hohen Funktionserfüllungsgrad auf (s. Tab. 5-5).

5.4 Klimafunktionen

5.4.1 Kohlenstoffspeicher und -Senken

Mit dem FB3 werden erstmals Böden als schutzwürdig aufgrund ihrer klimarelevanten Bodenfunktionen bewertet. Dabei werden zwei Kategorien unterschieden, nämlich Kohlenstoffsinken und Kohlenstoffspeicher. Als Kohlenstoffsinken gelten Böden mit hoch anstehendem Grundwasser (GW-Stufe = 1) oder starker bis sehr starker Staunässe (SW-Stufe ≥ 4). Sie besitzen aufgrund der anaeroben Bedingungen das Potenzial, organische Substanz vor Mineralisierung und Abbau zu schützen und zu akkumulieren. Diese grund- oder staunässegeprägten Böden werden in der Regel bereits als schutzwürdig aufgrund ihres Biotopentwicklungspotenzials ausgewiesen. Dennoch gibt es auch hier Ausnahmen, da die Ausweisung des Biotopentwicklungspotenzials gemäß FB3 streng an die Bodentypologie gekoppelt ist. So können z.B. Podsol-Gleye und Nassgleye einen hohen Funktionserfüllungsgrad aufgrund ihrer Klimarelevanz als Kohlenstoffsinke erhalten, sind jedoch keine Böden mit Biotopentwicklungspotenzial.

Tab. 5-6: Flächenstatistik der Kohlenstoffspeicher- und Senken

Grad der Funktionserfüllung			Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Gesamt	
Stufe	Bezeichnung	Code ¹⁾	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
-	Keine Daten	-	0	0,0	0	0,0	1	0,1	33	0,7	33	0,4
1-2	Sehr gering - gering	-	835	94,0	2.197	92,2	1.067	98,6	4.637	97,2	8.737	95,8
3	Mittel	-	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
4	Hoch	bf4_k1 ²⁾ , bf4_k2 ³⁾	54	6,0	185	7,8	14	1,3	99	2,1	352	3,9
	Summe		889	10	2.382	26	1.082	12	4.769	52	9.122	100

1) Kurzzeichen des GD NRW für den Grad der Funktionserfüllung (Schutzwürdigkeit) der Böden.

2) Speichernde Kohlenstoffsinken.

3) Mineralisierende Kohlenstoffspeicher.

Als mineralisierende Kohlenstoffspeicher werden Böden mit Humusgehalten über 8 % (Humusklasse $\geq h5$) im ersten Meter des Bodenraums und ohne naturnahen Wasserhaushalt ($>$ GW-Stufe 1) betrachtet. Der Kohlenstoffspeicher dieser stark humosen Böden ist durch Mineralisierung der organischen Substanz bereits gefährdet.

Beide Kategorien der klimarelevanten Böden werden mit einer hohen Funktionserfüllung bewertet (Kohlenstoffsinke = bf4_k1, Kohlenstoffspeicher = bf4_k2) (Tab. 5-6). So liegt vom GD NRW im FB3 lediglich eine Bewertungsstufe für die klimarelevanten Funktionen im Sinne einer Ja/Nein-Ausweisung vor. Für eine weitere Differenzierung der Funktion Kohlenstoffspeicher- und Senke in die Stufe 5 können keine Kriterien abgeleitet werden, die sich systematisch in

das Bewertungsschema der Bodenfunktionskarten einbinden lassen. Die Stufe 3 wird durch die hier nicht vorhandenen Auswertungen des FB2 (s. Tab. 5-2) ebenfalls nicht besetzt. Somit werden alle nicht in Stufe 4 eingeordneten Flächen in die Stufen 1-2 eingeordnet (Abb. 5-4).

Die Auswertung der DGK5Bo-Daten erfolgte entsprechend der Methodik des FB3.

Die Bewertungsergebnisse der Klimafunktionen werden in der Abb. 5-4 dargestellt.

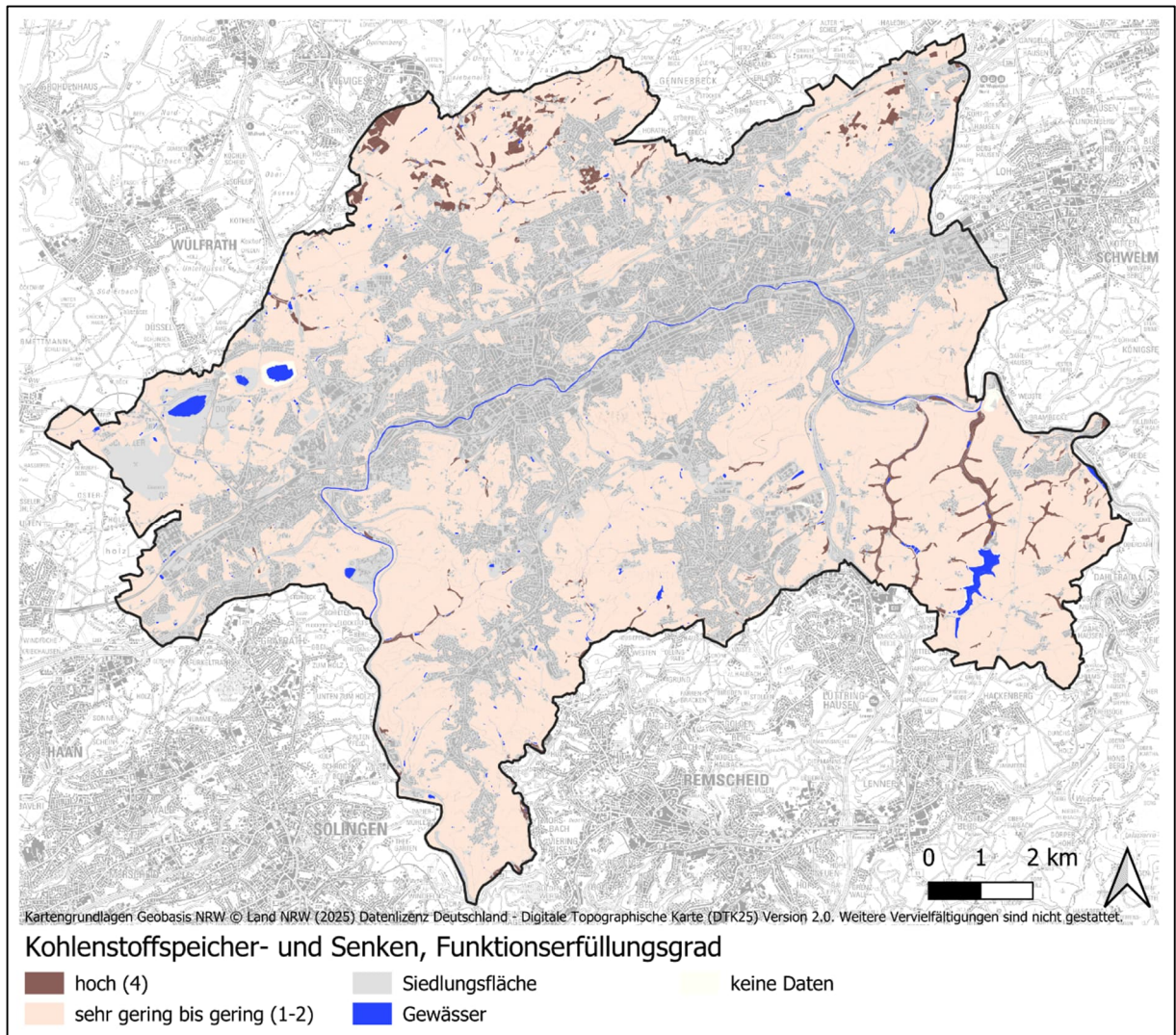


Abb. 5-4: Bodenfunktionsbewertung – Kohlenstoffspeicher- und Senken.

In Wuppertal liegen auf 3,9 % der Fläche Böden mit hoher Funktionserfüllung aufgrund der Kohlenstoffspeicher- und Senke vor (Tab. 5-6). Böden mit hoher Funktionserfüllung aufgrund ihrer Klimafunktion als Kohlenstoffspeicher- und Senke befinden sich in Wuppertal überwiegend im Südosten am Hebringhauser Bach und am Marscheider Bach als speichernde Kohlenstoffsinken aufgrund eines hohen Grundwasserstandes, abgeleitet aus der BK50. Flächen im Norden Wuppertals werden ebenfalls als speichernde Kohlenstoffsinken ausgewiesen aufgrund von hoher Staunässe (SWS4), abgeleitet aus der DGK5Bo.

5.4.2 Bodenkühlleistung

Für die Berechnung der Bodenkühlleistung wird die nFK im effektiven durchwurzelbaren Bodenraum (W_{eff}) herangezogen als für die Evapotranspiration zur Verfügung stehender Wasserspeicher im Boden. Die Bodenkühlleistung wird nur für die Sommermonate April bis September berechnet, da die kühlende Wirkung des aus dem Boden verdunstenden Wassers nur in diesen Monaten mit potenziell hohen Temperaturen, die zur Aufheizung im Siedlungsbereich und damit zu Hitzestress bei Lebewesen führen, benötigt wird. Für diese Monate wurden die Mittelwerte der letzten 10 Jahre (2014 – 2024) für die Parameter Bodenfeuchte, Niederschlag und Evapotranspiration mit SAGA GIS aus den Rasterdaten des DWD [10] berechnet. Die Bodenfeuchte dient als Maß des prozentualen Anteils des Bodenwasserspeichers, der im jeweiligen Monat für die Verdunstung noch zur Verfügung steht. Zusätzlich wird der Niederschlag des jeweiligen Monats addiert, der ebenfalls verdunstet werden kann. Die in der Realität kontinuierliche Auffüllung und Verdunstung des Bodenwasserspeichers wird hiermit vereinfacht abgebildet. Zusätzlich wurde für Standorten mit Grundwasseranschluss der kapillare Aufstieg berechnet. Hierfür wurde anhand der Feinbodenart und dem Abstand des durchwurzelbaren Bodenraums zur Grundwasseroberfläche die kapillare Aufstiegsrate nach KA5 für einen Monat berechnet. Dieser maximal mögliche Wert wurde anschließend anhand der tatsächlichen Evapotranspiration der jeweiligen Monate begrenzt. Die Ergebnisse der einzelnen Monate wurden aufsummiert. Das Ergebnis ist die Bodenkühlleistung in mm/Sommerhalbjahr (s. Abb. 5-6).

Die Stufen und die Flächenstatistiken für die so ermittelte Funktion der Bodenkühlleistung sind der Tab. 5-7 zu entnehmen.

Des Weiteren wurde zur Darstellung der Bodenkühlleistung im Siedlungsgebiet der Versiegelungsgrade der ALKIS-Flächeneinheiten bestimmt anhand des luftbildbasierten Bodenversiegelungsrasters in 50 cm Auflösung [11]. Weiterhin wurden folgende Annahmen zur Verdichtung in die Auswertung integriert²: Für naturnahe Grünflächen im Siedlungsgebiet wie z.B. Grünanlagen, Parks, Friedhöfe, Golfplätze, Wildparks und Botanische Gärten wurde eine Verdichtung der Freifläche von 20 % unterstellt und für alle anderen, stärker nutzungsbedingt beeinträchtigten Offenflächen wie z.B. Randflächen an Straßen, Bahnanlagen, Hausgärten, Sportplätze, Kinderspielflächen etc. wurde eine Verdichtung von 30 % unterstellt.

Ohne die Einbeziehung der Versiegelungsgrade und der nutzungsbezogenen Verdichtung ergibt sich ein sehr hoher und hoher Funktionserfüllungsgrad der Bodenkühlleistung auf 11,7 bzw. 7,6 % der Gesamtfläche. Auf 23,9 % der Fläche liegt ein mittlerer Funktionserfüllungsgrad vor und auf 52,4 % der Fläche ein geringer und auf 4,0 % ein sehr geringer (s. Tab. 5-7, Abb. 5-5).

² Die unterstellten Verdichtungsanteile sind als prozentuale Verluste des ursprünglichen, körnungsbedingten Wasserspeichervermögens (nFK) zu verstehen.

Tab. 5-7: Flächenstatistik der Bodenkühlleistung.

Grad der Funktionserfüllung			Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Gesamt	
Stufe	Bezeichnung	Werte	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
-	Keine Daten	-	0	0,0	2	0,1	1	0,1	34	0,7	37	0,4
1	Sehr gering	0 - 500	16	1,8	48	2,0	79	7,3	220	4,6	362	4,0
2	Gering	500 - 650	229	25,8	581	24,4	660	61,0	3.312	69,4	4.782	52,4
3	Mittel	650 - 800	301	33,9	961	40,3	189	17,5	731	15,3	2.182	23,9
4	Hoch	800 - 950	169	19,0	426	17,9	15	1,4	80	1,7	690	7,6
5	Sehr hoch	> 950	174	19,5	365	15,3	138	12,8	392	8,2	1.068	11,7
	Summe		889	10	2.382	26	1.082	12	4.769	52	9.122	100

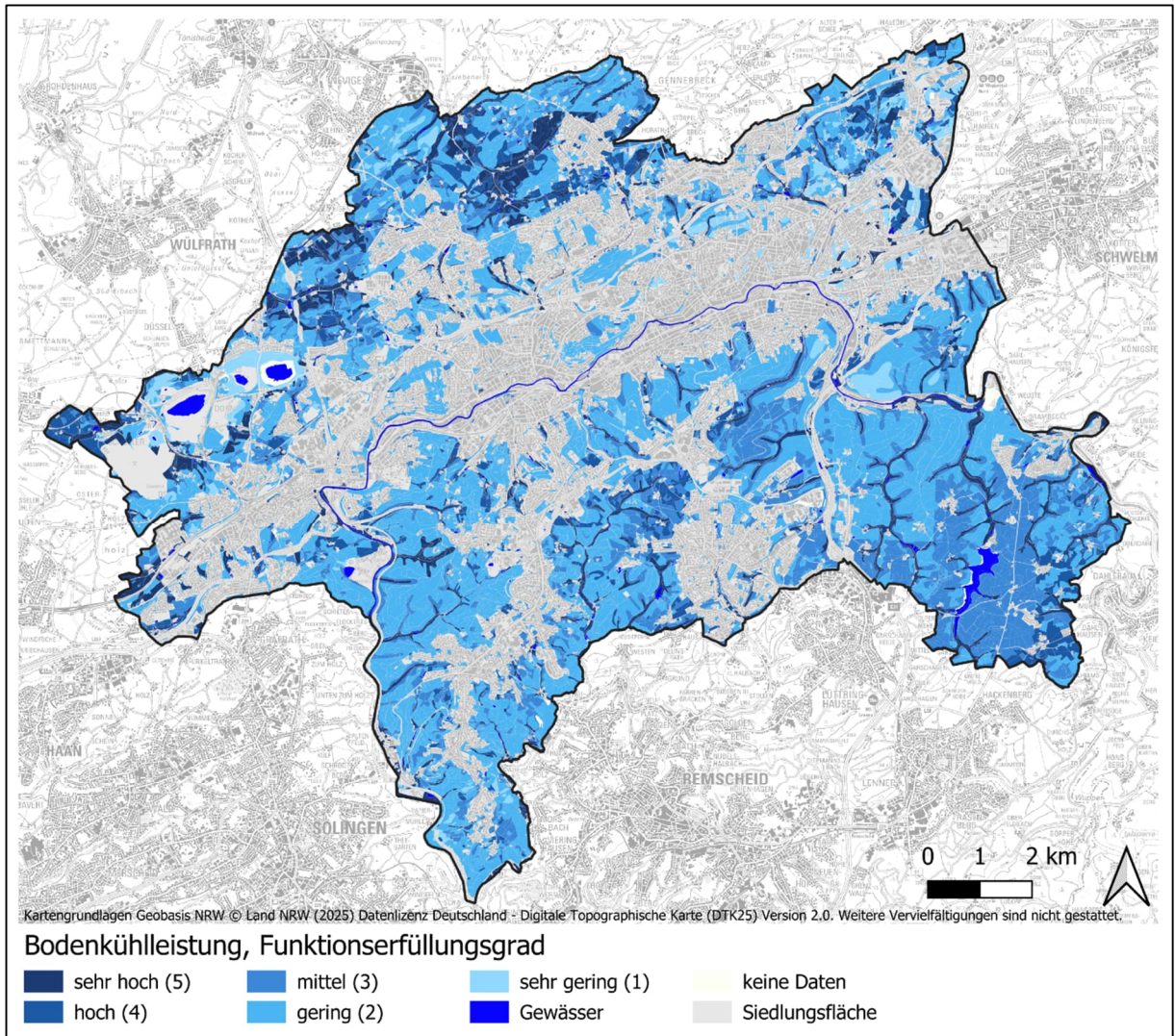


Abb. 5-5: Bodenfunktionsbewertung – Bodenkühlleistung.

Tab. 5-8: Flächenstatistik der Bodenkühlleistung mit Versiegelungsgrad und nutzungsbezogener Verdichtung.

Grad der Funktionserfüllung			Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Siedlung		Gesamt	
Stufe	Bezeichnung	Werte	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
-	Keine Daten	-	0	0,0	2	0,1	1	0,1	34	0,7	91	1,2	128	0,8
0.3	Extrem gering	0 - 175	0	0,0	0	0,0	3	0,3	1	0,0	3.875	51,5	3.880	23,3
0.7	Besonders gering	175 - 350	0	0,0	0	0,0	257	23,8	2	0,0	2.600	34,6	2.859	17,2
1	Sehr gering	350 - 500	17	1,9	50	2,1	519	47,9	271	5,7	719	9,6	1.575	9,5
2	Gering	500 - 650	229	25,7	582	24,4	174	16,1	3.290	69,0	96	1,3	4.371	26,3
3	Mittel	650 - 800	301	33,8	958	40,2	50	4,6	702	14,7	140	1,9	2.151	12,9
4	Hoch	800 - 950	170	19,1	428	18,0	78	7,2	83	1,7	0	0,0	760	4,6
5	Sehr hoch	> 950	173	19,4	362	15,2	0	0,0	386	8,1	0	0,0	920	5,5
	Summe		889	5	2.382	14	1.082	7	4.769	29	7.522	45	16.644	100

Mit Einbeziehung der Siedlungsfläche, die insgesamt 45 % der Fläche Wuppertals ausmacht, und der hier häufig aufgrund der hohen Versiegelungsgrade und der Verdichtung stark verringerten Bodenkühlleistung ändert sich das Gesamtbild stark. Ein sehr hoher und hoher Funktionserfüllungsgrad der Bodenkühlleistung wird nur noch auf 5,5 bzw. 4,6 % der Gesamtfläche erreicht.

Denn auf den Siedlungsflächen selbst werden nur auf 3,2 % die Funktionserfüllungsgrade mittel bis gering erreicht. Der Funktionserfüllungsgrad sehr gering wird auf 9,6 % der Fläche erreicht, während der Funktionserfüllungsgrad besonders gering auf 34,6 % der Siedlungsfläche erreicht wird und der Funktionserfüllungsgrad extrem gering liegt auf 51,5 % der Fläche vor. Die ebenfalls überwiegend im Siedlungsgebiet liegenden Grünflächen weisen aufgrund höherer Versiegelungsanteile und der nutzungsbedingten Verdichtung nur noch zu 11,8 % einen mittleren bis hohen Funktionserfüllungsgrad der Bodenkühlleistung auf, zu 16,1 % einen geringen und zu 47,9 % einen sehr geringen Funktionserfüllungsgrad. Das bedeutet, dass auch die Grünflächen auf der Hälfte ihrer Fläche nur noch eine sehr geringe Bodenkühlleistung und auf weiteren 23,8 % nun sogar einen besonders geringen Funktionserfüllungsgrad aufweisen.

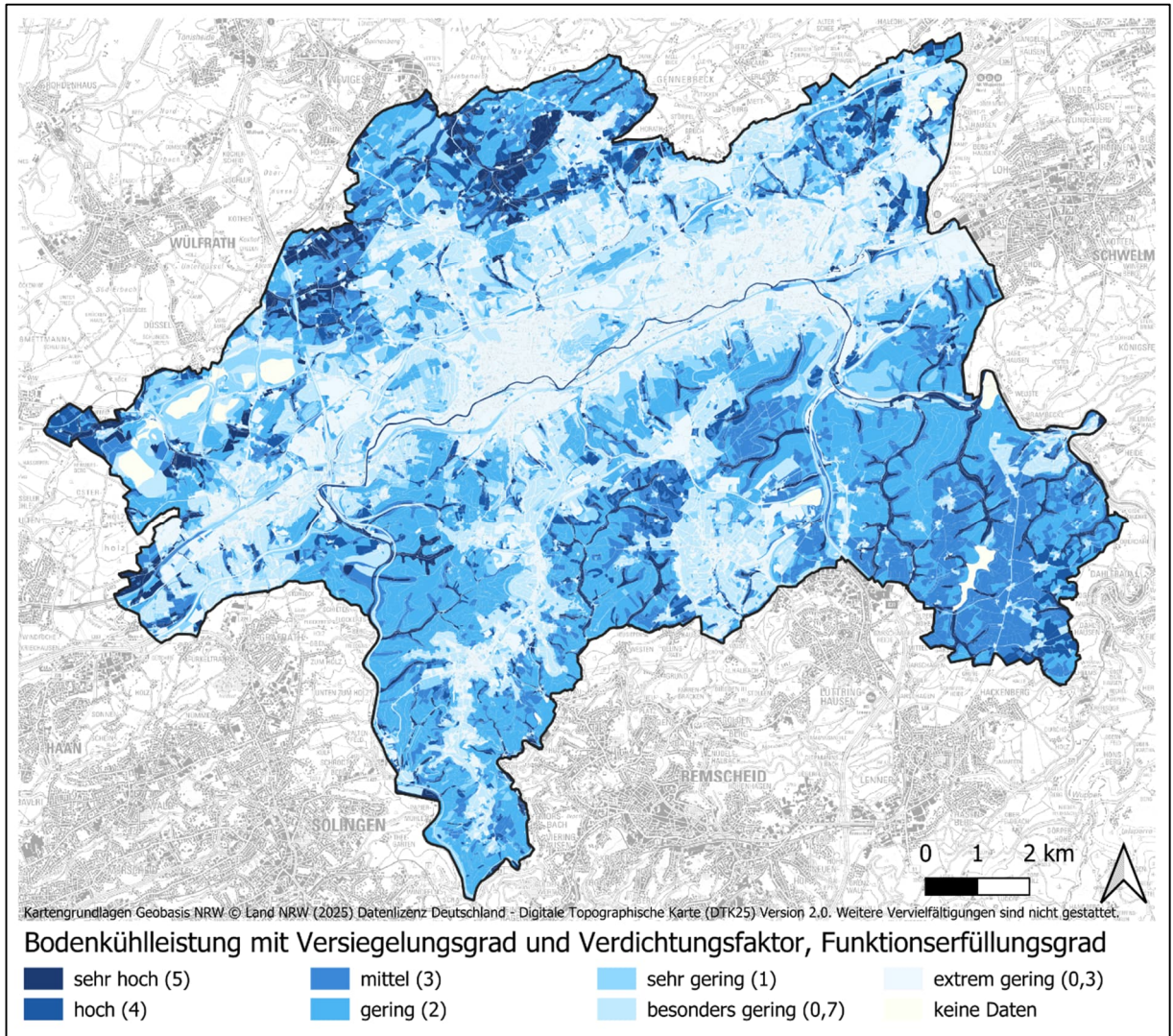


Abb. 5-6: Bodenfunktionsbewertung – Bodenkühlleistung mit Versiegelungsgrad und nutzungsbezogener Verdichtung.

5.5 Biotopentwicklungspotenzial

Aufgrund der angepassten Ableitungsregeln zur Ausweisung von schutzwürdigen Böden mit Biotopentwicklungspotenzial (s. Kap.4) war eine Neubewertung erforderlich. Erwartungsgemäß werden entsprechend den strengeren Regeln hinsichtlich der nFK-Schwellenwerte geringere Flächenanteile als Böden mit Biotopentwicklungspotenzial ausgewiesen, als dies noch der Fall war bei den Auswertungen nach FB2.

Die Auswertung des GD NRW FB3 basiert auf der Ausweisung anhand von Bodentypen.

Beibehalten wurden die Böden, die noch nach FB2 als schutzwürdig klassifiziert worden sind, jedoch nach den Methoden des 3. Fachbeitrags nicht mehr als schutzwürdig klassifiziert werden; diese Böden wurden der nicht belegten Stufe 3 der mittleren Funktionserfüllung zugeordnet.

In der Tab. 5-9 sind die Flächenstatistiken der Böden mit Biotopentwicklungspotenzialen aufgeführt.

Tab. 5-9: Flächenstatistik des Biotopentwicklungspotenzials

Grad der Funktionserfüllung			Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Gesamt	
Stufe	Bezeichnung	Code ¹⁾	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
-	Keine Daten	-	0	0,0	0	0,0	1	0,1	33	0,7	33	0,4
1-2	Sehr gering - gering	-	779	87,6	1.924	80,8	1.012	93,5	4.390	92,1	8.105	88,8
3	Mittel	sw1-3 ²⁾	43	4,9	124	5,2	41	3,8	148	3,1	356	3,9
4	Hoch	bf4_xx ³⁾	14	1,5	153	6,4	12	1,1	32	0,7	210	2,3
5	Sehr hoch	bf5_xx ³⁾	54	6,0	181	7,6	17	1,5	166	3,5	418	4,6
	Summe		889	10	2.382	26	1.082	12	4.769	52	9.122	100

1) Kurzzeichen des GD NRW für den Grad der Funktionserfüllung (Schutzwürdigkeit) der Böden.

2) Schutzwürdigkeiten (Kurzzeichen) gemäß zweitem Bodenschutz-Fachbeitrag des GD NRW (sw1 bis sw3).

3) *Platzhalter für in Wuppertal vorkommende Kategorien (bg=Grundwasserböden, bm=Moorböden, bs=Stauwasserböden, bz=trockene flachgründige Felsböden; bx=grund- und staunässefreie tiefgründige Sand- oder Schuttböden).

In der Abb. 5-7 sind die Bewertungsergebnisse des Biotopentwicklungspotenzials räumlich dargestellt. Die kartografische Darstellung beinhaltet die Auswertung auf Grundlage der BK5 und BK50.

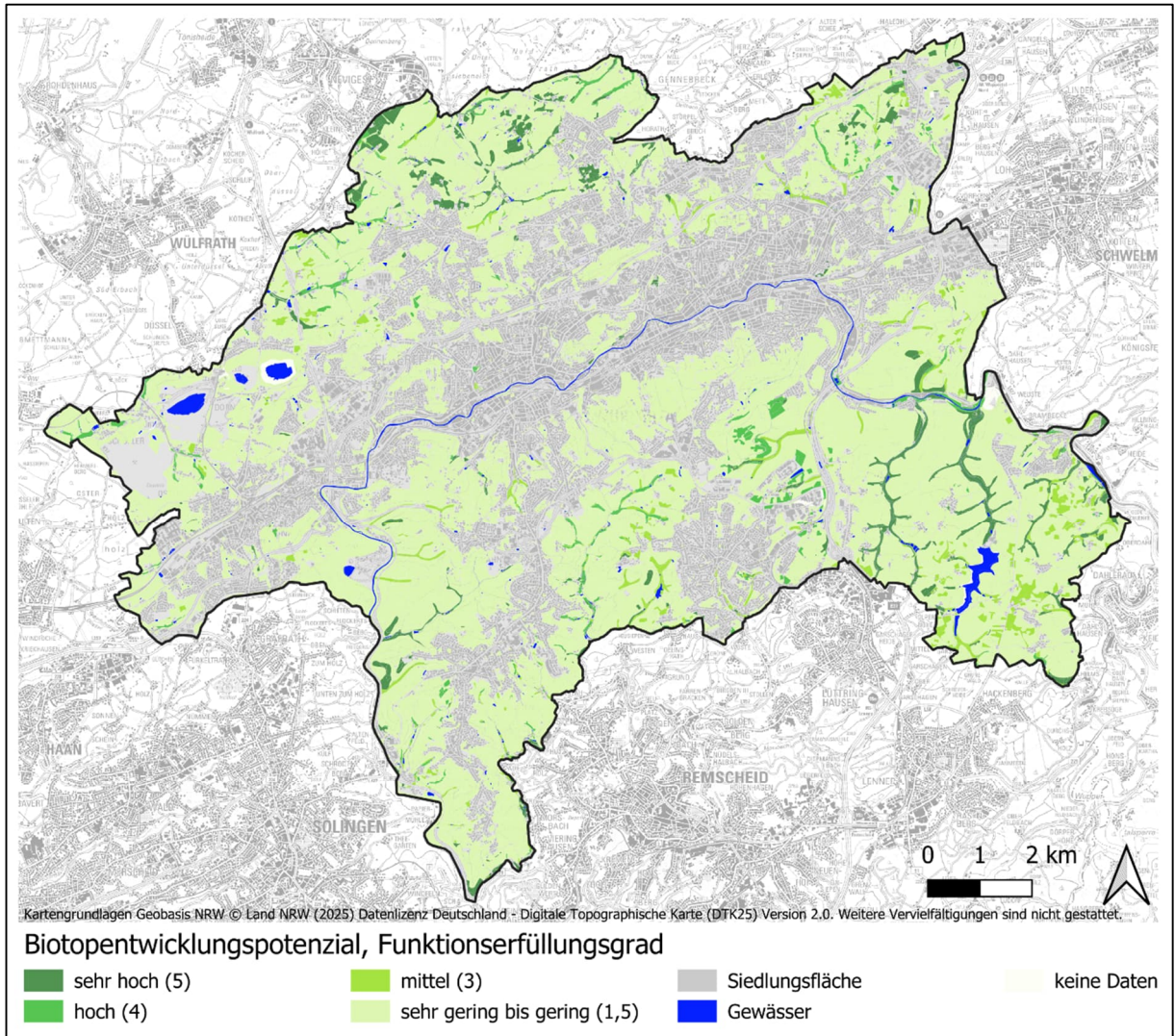


Abb. 5-7: Bodenfunktionsbewertung – Biotopeentwicklungspotenzial.

In Wuppertal werden auf jeweils 4,6 % und 2,3 % der Fläche Böden mit sehr hoher und hoher Funktionserfüllung aufgrund des Biotopeentwicklungspotenzials ausgewiesen, dies entspricht insgesamt 628 ha.

5.6 Archivfunktion

Die Regelanpassungen des FB3 zur Bewertung von Archivböden haben keine Verschiebungen in der Ausweisung schutzwürdiger Archivböden in Wuppertal zur Folge. Insofern sind die schutzwürdigen Böden aufgrund ihrer Archivfunktionen lediglich von einer Umbenennung nach der neuen Systematik betroffen. Die Verschiebungen der Flächenanteile der Archive gegenüber der vorherigen Bodenfunktionskarte sind zum einen auf die hinzugekommene BK5F zurückzuführen, zum anderen sind die 2016 zusätzlich kartierten Archive nicht in der Karte mit dargestellt.

Tab. 5-10: Flächenstatistik der Archivfunktionen

Grad der Funktionserfüllung			Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Gesamt	
Stufe	Bezeichnung	Code ¹⁾	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
-	Keine Daten	-	0	0,0	0	0,0	1	0,1	33	0,7	33	0,4
1-2	Sehr gering - gering	-	889	100,0	2.382	100,0	1.069	98,7	4.728	99,1	9.067	99,4
3	Mittel	-	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
4	Hoch	bf5_at, bf5_av ²⁾	0	0,0	0	0,0	13	1,2	8	0,2	21	0,2
	Summe		889	10	2.382	26	1.082	12	4.769	52	9.122	100

1) Kurzzeichen des GD NRW für den Grad der Funktionserfüllung (Schutzwürdigkeit) der Böden.
 2) at = Böden aus tertiärzeitlichen Lockergesteinen, av = Böden aus Vulkaniten.

Die räumliche Darstellung der Böden mit Archivfunktionen ist Abb. 5-8 zu entnehmen.

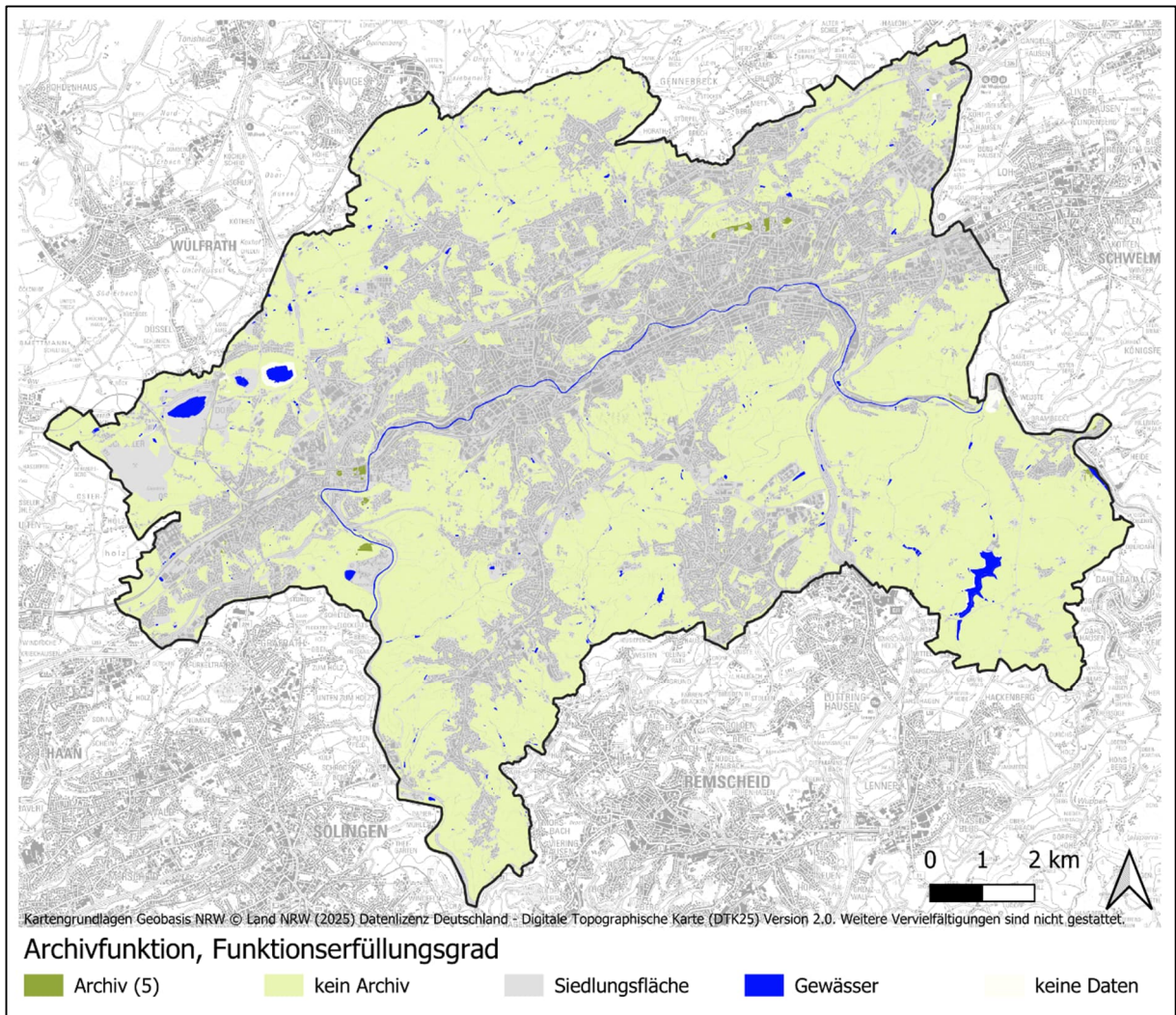


Abb. 5-8: Bodenfunktionsbewertung – Archivfunktion.

Die Ausweisung eines sehr hohen Funktionserfüllungsgrades aufgrund der Archivfunktion nach GD NRW FB3 beschränkt sich in Wuppertal auf das Vorkommen von tertiärzeitlichen Lockergesteinen (bf5_at) und Böden aus Vulkaniten (bf5_av).

5.7 Versickerungseignung

Mit der dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser, welches auf versiegelten Flächen anfällt, wird das Wasser gereinigt und trägt wieder zur Grundwasserneubildung bei. Zusätzlich werden Kläranlagen entlastet.

Die Versickerungseignung der Böden wurde entsprechen der Methodik der BK50 des FB3 auch auf die DGK5Bo-Daten angewendet. Es wurde anhand des Substrates die Wasserleitfähigkeit bestimmt und des Weiteren wurden die Stauwasser- und Grundwasserstufen einbezogen, dadurch ergibt sich folgende Bewertungsmatrix Tab. 5-12, die Ergebnisse sind in der Abb. 5-9 dargestellt.

Tab. 5-11: Flächenstatistik der Versickerungseignung.

Code ¹⁾	Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Gesamt	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Keine Daten	0	0,0	1	0,0	1	0,1	34	0,7	36	0,4
sic_1	27	3,1	229	9,6	99	9,2	334	7,0	689	7,6
sic_2	46	5,2	96	4,0	29	2,7	229	4,8	400	4,4
sic_3	0	0,0	2	0,1	7	0,6	367	7,7	376	4,1
sic_4	709	79,8	1.773	74,4	941	87,0	3.788	79,4	7.211	79,1
sic_5	106	11,9	281	11,8	5	0,5	10	0,2	403	4,4
sic_6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,1	3	0,0
Sic_7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
sic_8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	0,1	3	0,0
	889	10	2.382	26	1.082	12	4.769	52	9.122	100

1) Kurzzeichen des GD NRW für die Versickerungseignung.

Das Ergebnis zeigt in welchem Maße die Böden für eine Versickerung von Niederschlagswasser geeignet sind und welche Gründe dem entgegenstehen. In Wuppertal sind lediglich 3 ha Fläche (sic_8) für die vollständige Versickerung geeignet, hier können Flächen- und Muldenversickerung angewendet werden. Der Großteil der Fläche ist mit 77,9 % (sic_2, sic_4 und sic_5) aufgrund einer Wasserleitfähigkeit von unter 43 cm/d der überwiegend verbreiteten Feinbodenart tonige Schluffe ungeeignet für die uneingeschränkte Versickerung und teilweise auch staunass (sic_2 und sic_5). Auf diesen Böden können jedoch Mulden-Rigolen-Systeme,

also Versickerungssysteme mit unterirdischem Stauraum und gedrosselter Ableitung, verwendet werden. Weitere 12 % der Flächen sind entweder zu grundnass oder zu flachgründig (sic_3) für die Versickerung.

Diese Ersteinschätzung dient der groben Planung von Versickerungsanlagen, für die konkrete Ausführung und die Flächenauswahl sind hydrologischen Untersuchungen vor Ort notwendig.

Tab. 5-12: Versickerungseignung nach GD NRW [5].

Code	Klasse	Beschreibung	Bewertung für die vollständige Versickerung	Bewertung für den Einsatz von Bewirtschaftungsmaßnahmen	Farbzuweisung in der Karte
sic_8	über 86	Wasserleitfähigkeit über $1 \cdot 10^{-5}$ m/s (über 86 cm/d) Staunässe ohne	geeignet	V Flächen- und Muldenversickerung, auch Sickerbecken	165 245 122
sic_7	über 86 und schwach staunass	Wasserleitfähigkeit über $1 \cdot 10^{-5}$ m/s (über 86 cm/d) Staunässe schwach	geeignet und schwach staunass	V Flächen- und Muldenversickerung, auch Sickerbecken	165 245 122
sic_6	43 bis 86	Wasserleitfähigkeit $5 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-5}$ m/s (43 bis 86 cm/d) Staunässe ohne	bedingt geeignet	VS Mulden-Rigolen-Elemente (Versickerung mit unterirdischem Stauraum)	245 245 122
sic_5	43 bis 86 und schwach staunass	Wasserleitfähigkeit $5 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-5}$ m/s (43 bis 86 cm/d) Staunässe schwach	ungeeignet und schwach staunass	VSA Mulden-Rigolen-Systeme (Bewirtschaftung mit gedrosselter Ableitung)	195 211 127
sic_4	unter 43	Wasserleitfähigkeit unter $5 \cdot 10^{-6}$ m/s (unter 43 cm/d) Staunässe ohne	ungeeignet	VSA Mulden-Rigolen-Systeme (Bewirtschaftung mit gedrosselter Ableitung)	255 211 127
sic_3	zu flach	Lockergestein *) unter 1 m mächtig	zu flach	keine Versickerung möglich (kein unterirdischer Stauraum verfügbar)	232 190 255
sic_2	staunass	Staunässe im 2 m-Raum mittel, stark oder sehr stark	staunass	VSA Mulden-Rigolen-Systeme (Bewirtschaftung mit gedrosselter Ableitung)	202 122 245
sic_1	grundnass	Grundwasserflurabstand weniger als 1 m	grundnass	keine Versickerung möglich (kein unterirdischer Stauraum verfügbar)	190 232 255

*) Lockergestein ist hier definiert als unter 75 Vol.-% Festgestein und Grobboden
Wenn über 75 Vol.-% Festgestein und Grobboden vorliegen und darin
a) mehr Grobboden als Festgestein, dann gilt das Material als Schutt und zählt auch noch zum Lockergestein
b) mehr Festgestein als Grobboden, dann gilt das Material als Festgestein

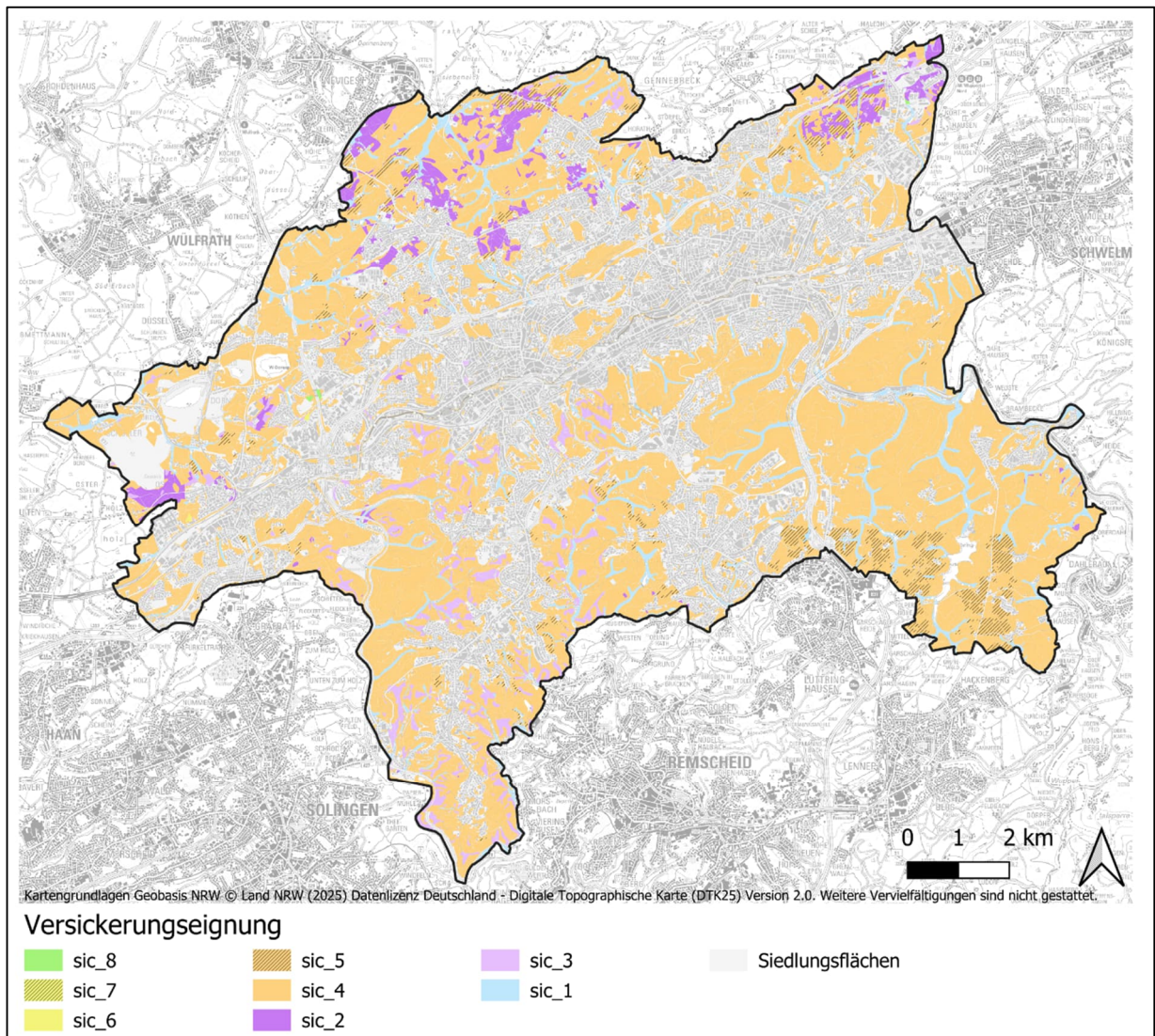


Abb. 5-9: Versickerungseignung.

5.8 Erosionsgefährdung

Bodenerosion durch Wasser erfolgt im Wesentlichen durch abfließendes Niederschlagswasser. Entscheidend sind die Faktoren des Bewirtschaftungseinflusses, der Erodierbarkeit des Bodens, der Hangneigung und -länge sowie der Regenintensität und -dauer.

Für eine Bewertung der standörtlichen Erosionsempfindlichkeit durch Wasser in Wuppertal wurden die Faktoren der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) herangezogen. Die natürliche Erosionsgefährdung durch Wasser nach DIN 19708, ausgedrückt als langjährig zu erwartender mittlerer Bodenabtrag mit den Faktoren R (Regenerosivität), K (körnungsabhängige Erodierbarkeit) und S (Hangneigung), wird vom Geologischen Dienst NRW mit einer Auflösung von 10x10m zur Verfügung gestellt. Zusätzlich wurde der L-Faktor (erosive Hanglänge) berechnet und ergänzt.

Ausgelöst wird Erosion durch erosionswirksame Niederschlagsereignisse, durch welche das Bodenmaterial sowohl beim Auftreffen der Tropfen auf den Boden als auch durch die Energie des Oberflächenabflusses abgelöst und hangabwärts transportiert werden. Die Erosivität des Niederschlags (R) richtet sich nach der kinetischen Energie und der Intensität der Niederschlagsereignisse und wird aus mehrjährigen Zeitreihen berechnet.

Die Erodierbarkeit des Bodens (K) wird anteilig durch die Bodenart, den Humusgehalt, die Größe der Aggregate, der Wasserdurchlässigkeit und der Grobbodenbedeckung bestimmt. Je höher der K-Faktor, umso höher ist die Erodierbarkeit des anstehenden Bodens. Ab einem K-Faktor $> 0,3$ liegt eine hohe Erosionsempfindlichkeit vor.

Bedingt durch schnell fließendes Wasser und den damit verbundenen erhöhten Scher- und Transportkräften, steigt die potenzielle Erosionsgefährdung mit zunehmender Hangneigung (S) an. Ab ca. 2 % Gefälle können erhebliche Erosionsschäden durch Oberflächenabfluss auftreten. Eine besonders hohe potenzielle Erosionsempfindlichkeit liegt in den Landschaftsausschnitten vor, in denen der Oberflächenabfluss konzentriert abfließt. In derartigen Hangmulden (reliefbedingten Abflussbahnen) können ausgeprägte lineare Erosionsformen auftreten.

Zusätzlich wird der topografische Hanglängen-Faktor (L) hinzugezogen, der die Auswirkungen der Geländeform und Hanglänge auf den Bodenabtrag berücksichtigt. Je länger und steiler ein Hang, desto größer ist der L-Faktor und höher das Erosionsrisiko.

Der L-Faktor wurde zusammen mit dem S-Faktor nach Moore & Nieber (1989) aus einem Digitalen Höhenmodell mit der Auflösung 5x5m berechnet.

C-Faktoren:

Die Bodenbedeckung spielt eine entscheidende Rolle bei der Erosion. Solange der Boden vollständig dicht bedeckt ist, findet keine bzw. nur eine sehr geringe Erosion statt. Demnach werden für unterschiedliche Nutzungen C-Faktoren vergeben und mit dem RKSL-Faktor der ABAG verrechnet, so dass sich die natürliche Erosionsgefährdung verringert. Die Bodenbedeckung unterscheidet sich sowohl im Verlauf des Jahres als auch bei unterschiedlichen Ackerkulturen wie Mais oder Weizen. Es wurde pauschal mit einem mittleren Wert von 0,3 für Acker

und 0,05 für Grünland und Grünflächen sowie 0,02 für Wald gerechnet; detailliertere Nutzungseinflüsse bedürften der aufwendigen Nutzungsrecherche und werden aus diesem Grund hier nicht berücksichtigt.

Abflussgefährdung:

Bei außergewöhnlich hohen Niederschlägen in kurzer Zeit, sogenanntem Starkregen, wird die Infiltrationskapazität des Bodens überschritten, so dass sich Niederschlagswasser an der Oberfläche sammelt und dem Gefälle folgend abfließt. Dieser Oberflächenabfluss konzentriert sich in Geländemulden und auf Wegen und Straßen. Je größer das Einzugsgebiet dieser konzentrierenden Strukturen ist und je höher das Gefälle, umso größer ist die Gefahr, dass eine Sturzflut mit hoher Abflussenergie entsteht. Aber auch im schwach geneigten Gelände können unter ungünstigen Bedingungen Sturzfluten auftreten und zu Schäden führen.

In der Analyse der Abflussgefährdung wird ausschließlich die Oberflächengestalt beschrieben. Aus dem digitalen Höhenmodell werden Strukturen ermittelt, welche Oberflächenabfluss bündeln und in Abhängigkeit der Geländeneigung und Einzugsgebietsgröße Wasser konzentriert in unterliegende Flächen wie beispielsweise Siedlungsflächen ableiten.

Das zugeordnete Gefährdungsrisiko ergibt sich aus der Größe der zur Oberflächenabflussbildung beitragenden Fläche und ihrer Hangneigung. Je größer die abflusskonzentrierende Wirkung der Geländeform und das Einzugsgebiet sind, umso höher ist das Risiko der Entstehung von Abfluss bei Starkregen. Da bei Starkregen die maximal mögliche Infiltrationsrate überschritten wird und deshalb in jedem Fall Oberflächenabfluss entsteht, spielen die Infiltrationseigenschaften des Untergrundes nur eine untergeordnete Rolle.

Insbesondere Flächen mit fehlender oder geringer Vegetationsbedeckung und somit geringer Oberflächenrauigkeit führen zum schnelleren Oberflächenabfluss.

Auf Grundlage des um Senken bereinigten Digitalen Höhenmodells in einer Auflösung von 1x1m werden reliefbedingte Fließwege mit Hilfe von Abflussakkumulationsberechnungen (Methode: Multiple Flow Direction) ermittelt.

Über die ermittelten Abflusspfade und herausgearbeiteten Gefährdungsbereiche in Wuppertal wird ersichtlich, in welchen Bereichen Oberflächenabfluss im Gelände zusammenfließt. Im Bereich von Abflusskonzentrierung besteht ebenfalls eine hohe Erosionsgefährdung durch Wasser.

Das Ergebnis (s. Abb. 5-10) zeigt Bereiche mit hoher Abfluss- und Erosionsgefährdung innerhalb derer mit Abflussbildung und Sedimentaustrag gerechnet werden kann. Als Schwellenwert wurde eine Mindest-Einzugsgebietsgröße von 1000 m² gewählt. Entwickeln sich reliefabhängige Abflusspfade innerhalb oder oberhalb von erosionsgefährdeten Flächen, ist mit starken Sedimentverlagerungsprozessen zu rechnen.

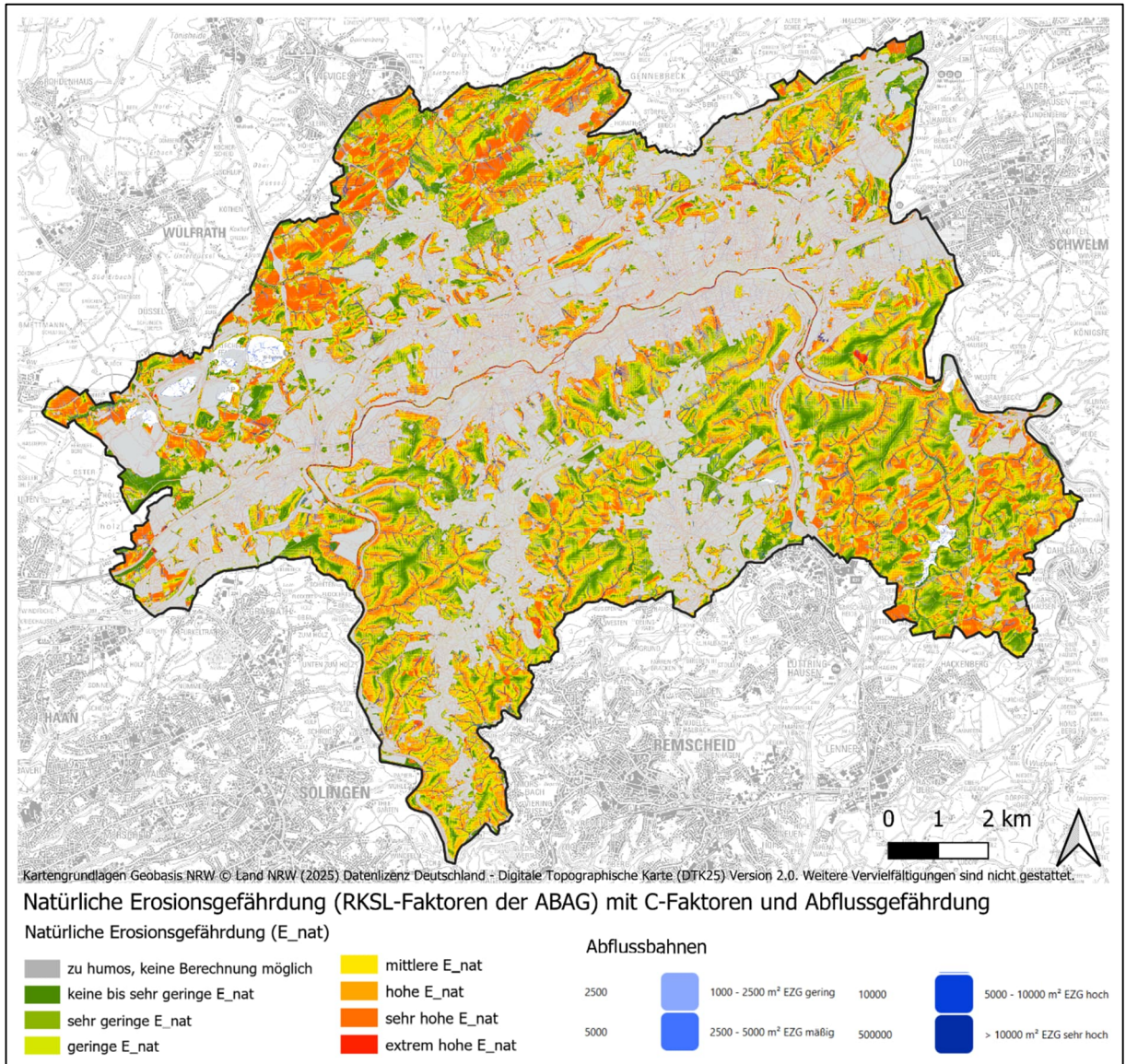


Abb. 5-10: Natürliche Erosionsgefährdung (RKSL-Faktoren der ABAG) mit C-Faktoren und Abflussgefährdung.

5.9 Gesamtbewertung

Für die Aggregation in der Gesamtbewertung stehen nach LANUV Arbeitsblatt 42 [9] folgende Prinzipien zur Verfügung:

- Maximalwertprinzip, hierbei bestimmt die Bodenteilfunktion mit dem höchsten Bewertungsergebnis den Gesamtwert der Fläche;
- Mittelwertprinzip als arithmetisches Mittel der Bewertung der einzelnen Bodenteilfunktionen und
- Priorisierung der einzelnen Bodenteilfunktionen aufgrund spezifischer Schutzziele.

Das Maximalwertprinzip führt häufig zu einer hohen Flächenausweisung mit hohen bis sehr hohen Funktionserfüllungsgraden, während das Mittelwertprinzip bei gegensätzlichen Bewertungen häufig zu einer mittleren Stufe führt. Deshalb wird für die aggregierte Bodenfunktionsbewertung der Stadt Wuppertal das Prinzip der Priorisierung angewendet, dabei werden einzelne Bodenfunktionen jedoch in einem ersten Schritt zusammengeführt zur Klimafunktion und Naturhaushaltsfunktion. Zum einen werden die Bodenfruchtbarkeit, das Filter- und Puffervermögen und die Reglerfunktion für den Wasserhaushalt im 2-Meter-Raum zum Naturhaushalt gemittelt, zum anderen wird aus dem höheren Wert der Kohlenstoffsinken und -Speicherfunktion und der Bodenkühlleistung die Klimafunktion ermittelt. Die Klimafunktion wird nur dann ausgewiesen bzw. priorisiert, wenn deren Wert höher ausfällt als der des Naturhaushaltes. Das Biotopentwicklungspotenzial sowie die Archive werden noch vor der Klimafunktion priorisiert.

Tab. 5-13: Methodik Gesamtbewertung.

1. Priorisierung	Archivfunktion, Stufe 5
2. Priorisierung	Biotopentwicklungspotenzial, Stufen 3-5
3. Priorisierung	Klimafunktion: höherer Wert von BKL oder KS, wenn > Naturhaushalt
4. Priorisierung	Naturhaushalt: BFR + FIPU + RWH, wenn \leq Klimafunktion

Das Ergebnis der Klimafunktion (s. Tab. 5-14, Abb. 5-11) zeigt eine sehr hohe und hohe Funktionserfüllung auf 11,7 % bzw. 8,8 % der Fläche, sowie eine mittlere und geringe Funktionserfüllung auf 23,3 % bzw. 51,8 % der Fläche und eine sehr geringe Funktionserfüllung auf 4,0 % der Fläche.

Das Ergebnis der Naturhaushaltsfunktion (s. Tab. 5-15, Abb. 5-12) zeigt eine sehr hohe und hohe Funktionserfüllung auf 0,3 % bzw. 10,0 % der Fläche, sowie eine mittlere und geringe Funktionserfüllung auf 24,4 % bzw. 61,7 % der Fläche und eine sehr geringe Funktionserfüllung auf 3,3 % der Fläche.

Tab. 5-14: Flächenstatistik Gesamtbewertung – Klimafunktion.

Grad der Funktionserfüllung			Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Gesamt	
Stufe	Bezeichnung	Code	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
-	Keine Daten	-	0	0,0	2	0,1	1	0,1	34	0,7	37	0,4
1	Sehr gering	-	16	1,8	48	2,0	79	7,3	219	4,6	362	4,0
2	Gering	-	204	22,9	561	23,6	659	60,9	3.303	69,3	4.727	51,8
3	Mittel	-	288	32,4	919	38,6	188	17,3	730	15,3	2.125	23,3
4	Hoch	-	207	23,3	487	20,5	17	1,6	92	1,9	803	8,8
5	Sehr hoch	-	174	19,5	365	15,3	138	12,8	392	8,2	1.068	11,7
	Summe		889	10	2.382	26	1.082	12	4.769	52	9.122	100

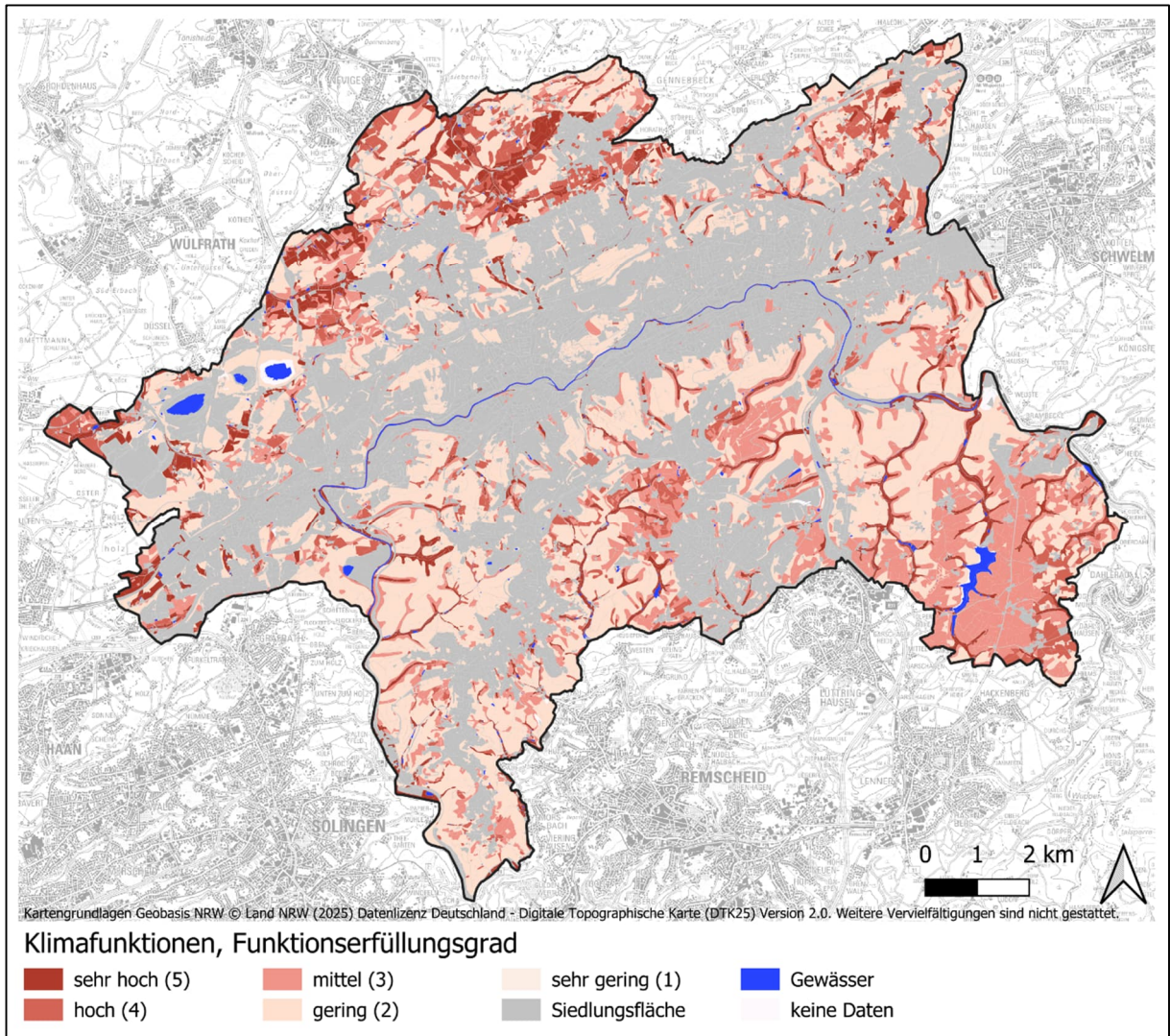


Abb. 5-11: Gesamtbewertung – Klimafunktion.

Tab. 5-15: Flächenstatistik der Gesamtbewertung – Naturhaushalt.

Grad der Funktionserfüllung			Acker		Grünland		Grünflächen		Wald		Gesamt	
Stufe	Bezeichnung	Code	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
-	Keine Daten	-	0	0,0	1	0,0	2	0,2	34	0,7	36	0,4
1	Sehr gering	-	4	0,5	21	0,9	81	7,5	234	4,9	303	3,3
2	Gering	-	328	36,8	1.153	48,4	660	60,9	3.469	72,7	5.625	61,7
3	Mittel	-	284	31,9	739	31,0	186	17,2	930	19,5	2.223	24,4
4	Hoch	-	267	30,1	451	18,9	19	1,8	100	2,1	910	10,0
5	Sehr hoch	-	6	0,7	18	0,7	135	12,5	2	0,0	26	0,3
	Summe		889	10	2.382	26	1.083	12	4.769	52	9.122	100

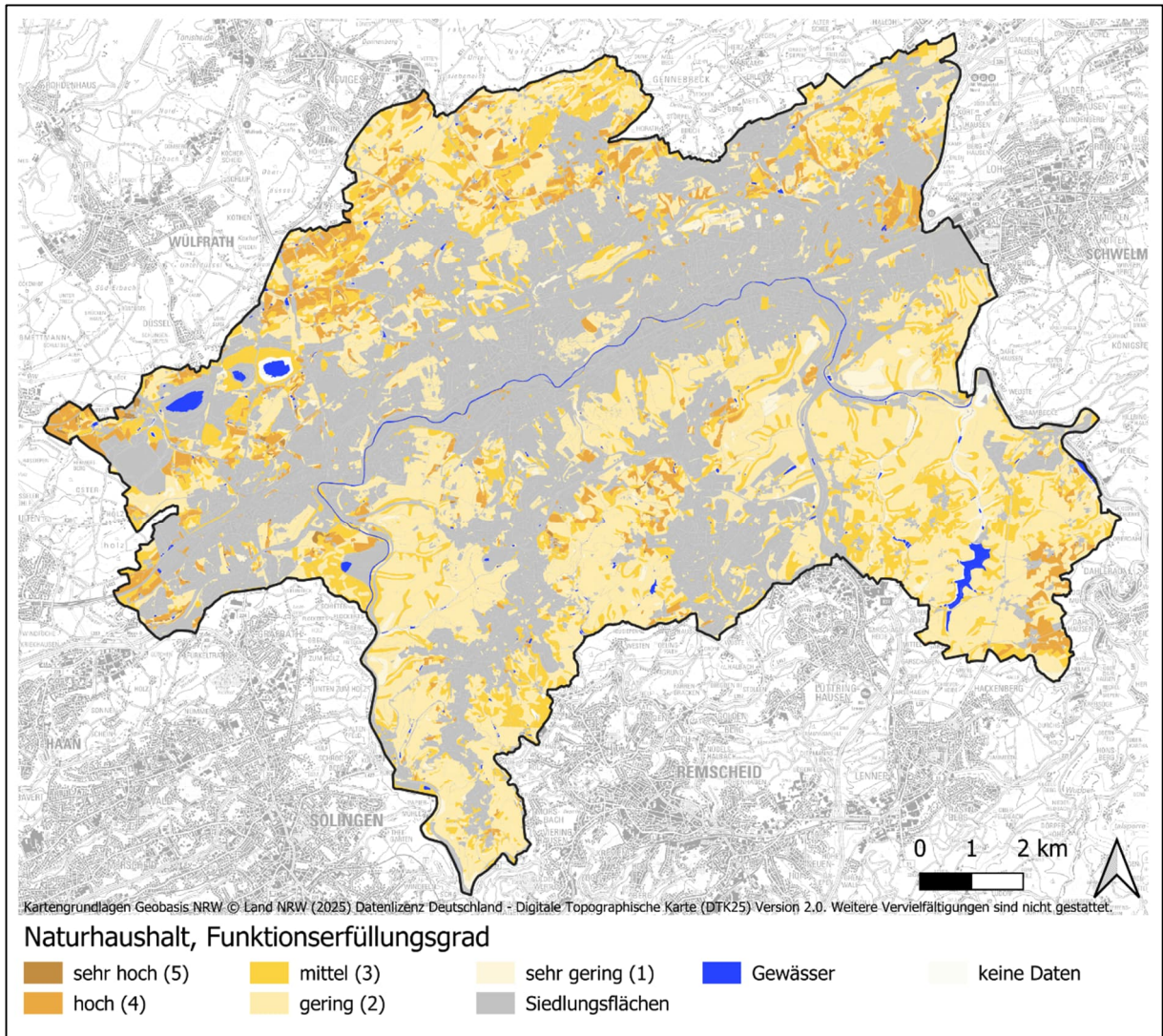


Abb. 5-12: Gesamtbewertung – Naturhaushalt.

Tab. 5-16: Flächenstatistik der bodenfunktionalen Gesamtbewertung mit und ohne Sachdimension.

Grad der Funktionserfüllung	Acker		Grünland		Grünflächen		Waldgebiete		Gesamt	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Mit Sachdimension										
keine Daten	0	0,0	1	0,1	1	0,1	34	0,7	36	0,4
Naturhaushalt (Stufe 1)	0	0,0	1	0,0	16	1,5	68	1,4	85	0,9
Naturhaushalt (Stufe 2)	128	14,4	326	13,7	555	51,3	2.948	61,8	3.957	43,4
Naturhaushalt (Stufe 3)	164	18,5	457	19,2	240	22,2	865	18,1	1.727	18,9
Naturhaushalt (Stufe 4)	176	19,8	391	16,4	77	7,1	82	1,7	726	8,0
Naturhaushalt (Stufe 5)	6	0,7	18	0,7	1	0,1	2	0,0	26	0,3
Klima (Stufe 2)	2	0,2	2	0,1	10	1,0	22	0,5	36	0,4
Klima (Stufe 3)	113	12,7	460	19,3	14	1,3	198	4,2	786	8,6
Klima (Stufe 4)	42	4,7	117	4,9	4	0,4	59	1,2	222	2,4
Klima (Stufe 5)	148	16,6	150	6,3	80	7,4	137	2,9	515	5,6
Biotop (Stufe 3)	43	4,9	124	5,2	41	3,8	148	3,1	356	3,9
Biotop (Stufe 4)	14	1,5	152	6,4	12	1,1	32	0,7	209	2,3
Biotop (Stufe 5)	0	0,0	0	0,0	3	0,3	68	1,4	72	0,8
Biotop (Stufe 4) & Klima (Stufe 4)	38	4,3	61	2,6	3	0,2	11	0,2	113	1,2
Biotop (Stufe 5) & Klima (Stufe 5)	15	1,7	120	5,0	11	1,0	87	1,8	232	2,5
Archiv (Stufe 5)	0	0,0	0	0,0	13	1,2	8	0,2	21	0,2
Summe	889	9,7	2.382	26,1	1.082	11,9	4.769	52,3	9.122	100,0
Ohne Sachdimension										
keine Daten	0	0,0	1	0,0	1	0,1	34	0,7	36	0,4
Sehr gering – mittel (Stufe 1-3)	451	50,7	1.371	57,6	878	81,1	4.248	89,1	6.947	76,2
Hoch (Stufe 4)	231	26,0	661	27,8	93	8,6	173	3,6	1.159	12,7
Sehr hoch (Stufe 5)	208	23,3	349	14,7	111	10,2	314	6,6	981	10,8
Summe	889	9,7	2.382	26,1	1.082	11,9	4.769	52,3	9.122	100,0

Der Tab. 5-16 sind die Flächenstatistiken der bodenfunktionalen Gesamtbewertung mit und ohne Sachdimension zu entnehmen und die nachfolgenden Abbildungen (Abb. 5-13, Abb. 5-14) zeigen deren räumliche Darstellung.

Es liegen auf nur 0,2 % der Fläche Archive vor, auf 6,8 % der Fläche liegt eine hohe bis sehr hohe Funktionserfüllung aufgrund des Biotopentwicklungspotenzials vor, davon weisen 3,7 % der Fläche sowohl ein hohes oder sehr hohes Biotopentwicklungspotenzial als auch eine hohe

oder sehr Funktionserfüllung aufgrund der Klimafunktion auf. Eine sehr hohe bis hohe Funktionserfüllung aufgrund der Klimafunktion liegt auf 8 % der Fläche vor und auf weitere 8,3 % eine hohe bis sehr hohe Funktionserfüllung aufgrund des Naturhaushaltes.

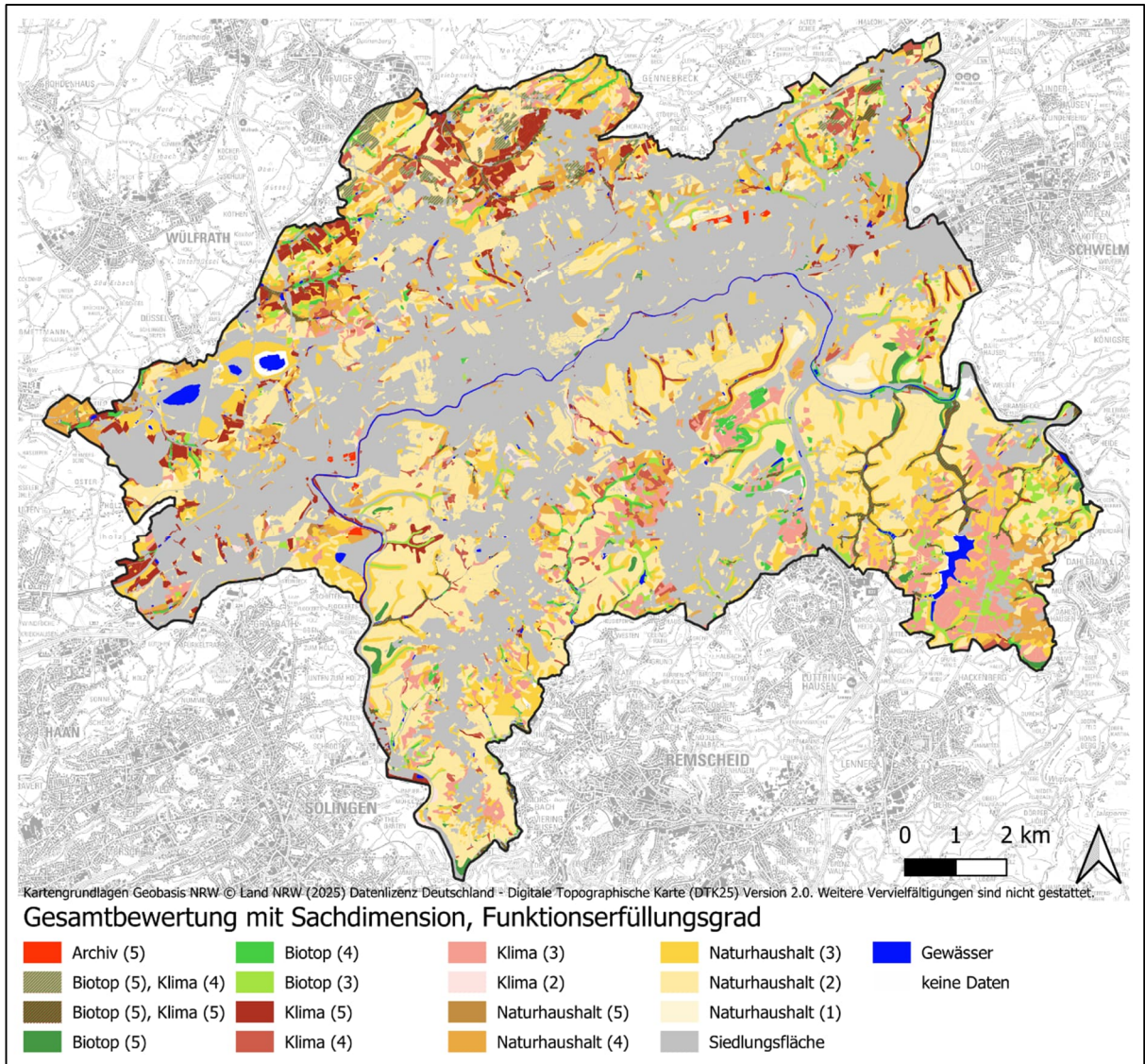


Abb. 5-13: Bodenfunktionale Gesamtbewertung – Funktionserfüllungsgrade mit Sachdimension.

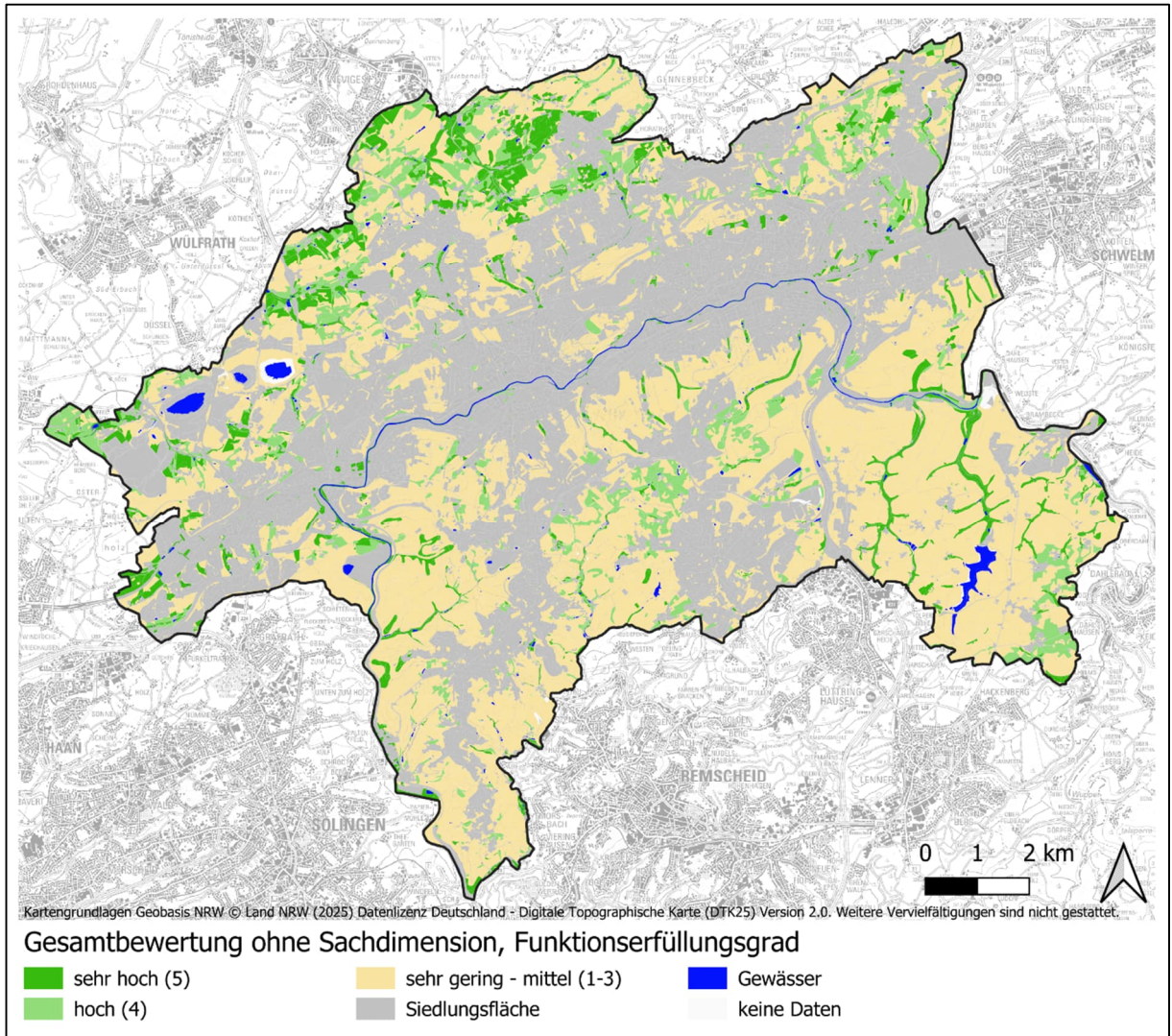


Abb. 5-14: Bodenfunktionale Gesamtbewertung – Funktionserfüllungsgrade ohne Sachdimension.

Vereinfacht zusammengefasst ergibt sich eine sehr hohe Funktionserfüllung auf insgesamt 10,8 % der Acker-, Grünland-, Grün- und Waldflächen Wuppertals und eine hohe Funktionserfüllung auf weiteren 12,7 % der Flächen (s. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, Abb. 5-14).

Bergisch Gladbach, 21.07.2025

Anlagen

6 Literaturverzeichnis

- [1] Ingenieurbüro Feldwisch (2009): Bodenfunktionskarten für die Stadt Wuppertal. Gutachten im Auftrag der Stadt Wuppertal.
- [2] Ingenieurbüro Feldwisch (2010): Fortschreibung Bodenfunktionskarte für die Stadt Wuppertal. Gutachten im Auftrag der Stadt Wuppertal.
- [3] Ingenieurbüro Feldwisch (2016): Fortschreibung der Bodenbelastungskarten und Bodenfunktionskarten für die Stadt Wuppertal.
- [4] Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (2004): Die Karte der schutzwürdigen Böden in NRW 1:50.000 (zweite Auflage 2004), Krefeld.
- [5] Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (2020): Die Karte der schutzwürdigen Böden von NRW 1: 50.000 (dritte Auflage 2018), Bodenschutz-Fachbeitrag für die räumliche Planung, Krefeld.
- [6] Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5). Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- [7] Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (2011): Richtlinien für die großmaßstäbige Bodenkartierung (Kartierrichtlinien 2011), unveröffentlicht, Krefeld.
- [8] Umweltministerium Baden-Württemberg (1995): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit – Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. Luft, Boden, Abfall, Heft 31.
- [9] LANUV Arbeitsblatt 42 (2019): Methodendokumentation zur großmaßstäbigen Bodenfunktionsbewertung in Nordrhein-Westfalen.
- [10] Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (Zugriff 14.05.2024). Open NRW: <https://www.opengeo-data.nrw.de/produkte/umwelt_klima/klima/boden/bodenversiegelung/>.
- [11] Deutscher Wetterdienst (DWD) (Zugriff 6.02.2025). Open-Data-Server. <https://open-data.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/monthly/>.