

6 Anhang

6.1 Verwendete Abkürzungen

Abkürzungen der Bodentypenbezeichnungen gemäß Geologischer Dienst NRW (2003)

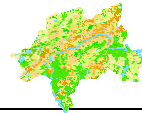
Abkürzung	Bodentyp
N	Ranker
Q	Regosol
R	Rendzina
P	Podsol
B	Braunerde
L	Parabraunerde
K	Kolluvisol
S	Pseudogley
G	Gley
GN	Nassgley
GM	Anmoorgley
A	Vega
HN	Niedermoor

Abkürzungen der Bodenarten gemäß Ad-hoc-AG Boden (2005)

Abkürzung	Bodenart
Ss	Sand
Sl2	schwach lehmiger Sand
Sl3	lehmiger Sand
Sl4	stark lehmiger Sand
Slu	schluffig lehmiger Sand
St2	schwach toniger Sand
St3	toniger Sand
Su2	schwach schluffiger Sand
Su3	schluffiger Sand
Su4	stark schluffiger Sand
Ls2	schwach sandiger Lehm
Ls3	sandiger Lehm
Ls4	stark sandiger Lehm
Lt2	schwach toniger Lehm
Lt3	toniger Lehm
Lts	sandig toniger Lehm
Lu	schluffiger Lehm
Uu	Schluff
Uls	sandig lehmiger Schluff
Us	sandiger Schluff
Ut2	schwach toniger Schluff
Ut3	mittel toniger Schluff
Ut4	stark toniger Schluff
Tt	Ton
Tl	lehmiger Ton
Tu2	schwach schluffiger Ton
Tu3	schluffiger Ton
Tu4	stark schluffiger Ton

Abkürzungen der Bodeneigenschaften

Abkürzung	Bodeneigenschaft
FK	Feldkapazität
KAK _{pot}	Potenzielle Kationenaustauschkapazität
LK	Lufkapazität
nFK	nutzbare Feldkapazität
We	effektiver Wurzelraum



6.2 Erläuterungen zu den Bodenfunktionen

Nach den Methoden des Geologischen Dienstes NRW (GD) werden alle Böden hinsichtlich ihrer natürlichen Bodenfunktionen und der Archivfunktion in Abhängigkeit vom Grad der Funktionserfüllung je Funktion in drei Stufen bewertet. Der GD bewertet die natürlichen Bodenfunktionen und die Archivfunktion und weist Böden mit besonders hoher Erfüllung von Funktionen nach BBodSchG aus. Schutzwürdige Böden werden ausgewiesen für die Boden(teil-)funktionen:

- Archiv der Natur- und Kulturgeschichte
- Lebensraumfunktion (Teilfunktion): hohes Biotopentwicklungspotenzial (Extremstandorte)
- Lebensraumfunktion (Teilfunktion): hohe natürliche Bodenfruchtbarkeit /Regelungs- und Pufferfunktion

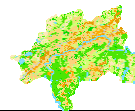
Für Böden mit einer hohen physikalischen und chemischen Filterwirkung und damit einer hohen Schutzfunktion für das Grundwasser steht vom GD NRW zwar eine Bewertungsmethode zur Verfügung, jedoch hat der GD keine landesweite Auswertung dieser Bodenfunktion vorgenommen.

Für die kartografische Darstellung der drei wesentlichen, oben genannten Bodenfunktionen hat der GD NRW Regeln aufgestellt, um in den Kartenwerken immer nur die Ausprägung einer Bodenfunktion wiedergeben zu können. So werden z. B. Böden, die wertvolle Archive der Natur- und Kulturgeschichte sind, zugleich aber auch ein hohes Biotopentwicklungspotenzial aufweisen, nach der Ausprägung der Archivfunktion gekennzeichnet; darin spiegelt sich die Einzigartigkeit und Unersetzbarkeit der Archivfunktion ebenso wider wie der üblicherweise viel geringere Flächenanteil der Archivböden. Dass Böden besonders fruchtbar sind und zugleich ein hohes Biotopentwicklungspotenzial für Extremstandorte aufweisen, kann fachlich ausgeschlossen werden, so dass dazu keine kartografischen Darstellungsregeln notwendig sind. In den wenigen Fällen, wo sowohl die Archivfunktionen als auch die natürliche Bodenfruchtbarkeit eine Schutzwürdigkeit begründen, wird die Ausprägung der Archivfunktion vorrangig vor der Bodenfruchtbarkeit ausgewiesen. Nach den Methoden des GD NRW liegen in Wuppertal auf Grundlage der BK50 und der DGK5 Bo keine Archivböden vor; dennoch konnten für Wuppertal anhand ergänzender bodenschutzfachlicher Kriterien, die den Besonderheiten Wuppertals gerecht werden, Archivböden identifiziert werden.

Die Schutzwürdigkeit der Böden wird nach GD NRW dreistufig klassifiziert:

- 1 = schutzwürdig (sw1_xx)
- 2 = sehr schutzwürdig (sw2_xx)
- 3 = besonders schutzwürdig (sw3_xx)

Im Rahmen dieses Projektes werden die Schutzwürdigkeiten vergleichbar anderer Bewertungsverfahren 5-stufig klassifiziert. Aus diesem Grund werden die dreistufigen Schutzwürdigkeitsklassen des GD NRW wie in nachfolgender Tabelle an die 5-stufige Klassifizierung angepasst:



Tab. 6–1: Schutzwürdigkeitsklassen für die Bewertung der Bodenfunktionen

Schutzwürdigkeit nach GD NRW, 3-stufig	5-stufige Klassifizierung der Schutzwürdigkeit	
	numerisch	verbal
keine Angabe	1 – 2 *	sehr gering bis gering
1 = schutzwürdig	3	mittel
2 = sehr schutzwürdig	4	hoch
3 = besonders schutzwürdig	5	sehr hoch

* Bei Rechenoperationen wird mit dem Wert 1,5 gerechnet.

Natürliche Bodenfruchtbarkeit

Böden mit hoher oder sehr hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit wie z. B. Braunerden, Parabraunerden, Kolluvisole und Auenböden werden auf Basis bodenphysikalischer Kennwerte (We, nFK, FK, LK) sowie der KAK_{pot} und der Wasserverhältnisse ausgewiesen. Für die qualitative Ausprägung der Bodenfunktion existieren folgende Stufen:

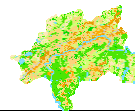
- besonders schutzwürdig („sw3_ff“)
- sehr schutzwürdig („sw2_ff“)
- schutzwürdig („sw1_ff“)

Tab. 6–2: Übersicht zur Ableitung der Schutzwürdigkeit von Böden aufgrund ihrer hohen Bodenfruchtbarkeit in Abhängigkeit von bodenphysikalischen Kennwerten sowie Grundwasser- und Staunässestufe gemäß Geologischer Dienst NRW (2004)

Zeile	Schutzwürdigkeit	Tie Bezugstiefe der Berechnung in dm	nFK nutzbare Feldkapazität in mm	FK Feldkapazität in mm	LK Luftkapazität in mm	KAK Kationenaustauschkapazität in mol+/m ²	GW Grundwasserstufe in dm unter GOF	SW Staunässegrad Intensitätsstufen
Definitionen der voneinander unabhängigen Klassen bodenphysikalischer Kennwerte und der Grundwasser- und Staunässestufen.								
0	---	---	---	---	---	---	grundwasserfrei	staunässefrei
1	---	0 bis 4	0 bis 50	0 bis 130	0 bis 60	0 bis 40	0 bis 4	sehr schwach
2	---	4 bis 6	50 bis 90	130 bis 260	60 bis 90	40 bis 80	4 bis 8	schwach
3	---	6 bis 8	90 bis 140	260 bis 390	90 bis 120	80 bis 160	8 bis 13	mittel
4	---	8 bis 10	140 bis 200	390 bis 520	120 bis 150	160 bis 320	13 bis 20	stark
5	---	10 bis 12	200 bis 350	520 bis 650	150 bis 180	320 bis 640	unter 20	sehr stark
6	---	über 12	über 350	über 650	über 180	über 640	---	---
Ableitung der Schutzwürdigkeit auf Basis dieser Klassen und Stufen. Die Spalteneinträge sind mit dem logischen UND ⁴ verknüpft; mit Kommata getrennte Aufzählungen innerhalb eines Tabellenfeldes mit dem logischen ODER ⁵ .								
a	sw3_ff	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≤ 3	≥ 4	0, 5, 6	< 2
b	sw2_ff	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≤ 3	≥ 4	0, 5, 6	= 2
c	sw2_ff	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≤ 3	≥ 4	0, 5, 6	< 2
d	sw2_ff	≥ 5	≥ 5	= 3	= 3	≥ 4	0, 5, 6	< 2
e	sw1_ff	≥ 4	≥ 4	≥ 3	≤ 3	≥ 3	0, 4, 5, 6	≤ 2

⁴ Das „logische UND“ bedeutet „sowohl Bedingung 1 als auch Bedingung 2 ...“.

⁵ Das „logische ODER“ bedeutet „entweder Bedingung 1 oder Bedingung 2 ...“.



Filter- und Pufferfunktionen

Die Methode der Ableitung für die Filter- und Pufferfunktion des GD NRW erfolgt auf Grundlage der Gesamtfilterwirkung. Sie beschreibt die mechanischen und physikochemischen Filtereigenschaften des Bodens und wird für den 2-Meter-Raum aus der klassifizierten Luftkapazität und der klassifizierten Kationenaustauschkapazität abgeleitet. Die Methode lässt bei der Bestimmung der Funktionserfüllung die Einflussgrößen pH-Wert, Carbonatgehalt sowie die Gehalte an Ton, Humus, Sesquioxiden und das Redoxpotenzial unberücksichtigt.

Tab. 6–3: Einstufung der Gesamtfilterwirkung in Abhängigkeit von der klassifizierten Luftkapazität und Kationenaustauschkapazität gemäß Geologischer Dienst NRW (2004)

Luftkapazität	Kationenaustauschkapazität					
	sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch	extrem hoch
sehr gering	mittel	mittel	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch
gering	gering	mittel	mittel	hoch	hoch	sehr hoch
mittel	gering	gering	mittel	mittel	hoch	hoch
hoch	sehr gering	gering	gering	mittel	mittel	hoch
sehr hoch	sehr gering	sehr gering	gering	gering	mittel	mittel

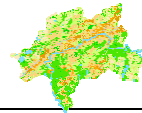
Wasserspeichervermögen

Das Wasserspeichervermögen des Bodens wurde mit Hilfe des Verfahrens nach UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995) bewertet. Es berücksichtigt neben der nFKWe im Fall von starkem Stauwassereinfluss (SWS4-6) oder Böden in abflussträger Lage (GWS1) zusätzlich die Luftkapazität. Abflussträge Lagen wurden anhand der Stau- und Grundwasserstufen ermittelt. Abweichend vom Baden-Württembergischen Verfahren wurden die bodenkundlichen Kennwerte nicht nach KA3, sondern nach KA5 berechnet.

Tab. 6–4: Einstufung des Wasserspeichervermögens gemäß Methode Umweltministerium Baden-Württemberg (1995) und KA5⁶

nFKWe von	nFKWe bis	nFKWe Klasse GD	nFKWe Klasse Bezeichnung GD
0	50	1	sehr gering
50	90	2	gering
90	140	3	mittel
140	200	4	hoch
200	350	5	sehr hoch
350	offen	6	extrem hoch

⁶ Klassifikation in 6 Stufen gemäß GEOLOGISCHER DIENST NRW



Standortpotenzial für natürliche Pflanzengesellschaften (Biotopentwicklungspotenzial)

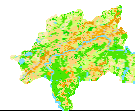
In den Methoden des GD werden die Kriterien Grundwasserstand, Staunässestufe sowie nutzbare Feldkapazität und Bodentyp zur Ableitung des Biotopentwicklungspotenzials abgefragt. Nachfolgend werden die für das Stadtgebiet von Wuppertal relevanten Ableitungen angeführt. Das Kürzel gemäß GD ist in Klammern angeführt; das Fragezeichen steht hierbei für die drei qualitativen Einstufungen der Funktionsausprägung.

- Grundwasserböden („sw?_bg“)
Moor-, Anmoor- und Nassgleye, zum Teil Gleye, mit einem aktuellen Grundwasserstand von 0 bis 4 dm (vereinzelt von 4 bis 8 dm), Gleye in Auenlage auch mit stark schwankendem Grundwasser von 8 bis 13 dm sowie regional Auenböden mit rezenter Überflutung
- Staunässeböden („sw?_bs“)
Moor-, Anmoor- und reine Stagnogleye sowie Moor-, Anmoor- und reine Pseudogleye mit starker oder sehr starker Staunässe als Böden mit lang andauernder Vernässung
- Moorböden: („sw?_bm“)
Hochmoore, Niedermoore und Übergangsniedermoore, mit einem aktuellen Grundwasserstand von 0 bis 4 dm (vereinzelt von 4 bis 8 dm) und ohne Überdeckung durch mineralische Substrate.
- trockene bis extrem trockene, flachgründige Felsböden („sw?_bz“)
Felshumusböden, Syrosemi und Ranker (carbonatfrei), Rendzinen und Pararendzinen (carbonathaltig) sowie sehr flachgründige Braunerden

6.3 Flächenkulisse und Beispiele für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Die Flächenkulisse der potenziellen Kompensationsflächen des Bodenschutzes umfasst sowohl Gebiete, die bereits unter Schutz gestellt sind (Naturschutzgebiete, LÖBF-Biotope nach § 62 LG NRW, geologische und botanische Naturdenkmale sowie Fassungsgebiete, das heißt die Zone 1 von Wasserschutzgebieten) als auch Bereiche ohne Schutzstatus. Der Flächenanteil potenzieller Kompensationsflächen, die sowohl die zuvor definierten bodenbezogenen Eigenschaften erfüllen als auch innerhalb von Schutzgebieten liegen, ist erwartungsgemäß höher als der Flächenanteil einschließlich der Bereiche ohne Schutzstatus (vgl. Tab. 6–5). Dies ist auf den großen Anteil von Flächen hohen und sehr hohen Biotopentwicklungspotenzials innerhalb der Schutzgebiete zurückzuführen.

Innerhalb der Schutzgebiete bzw. -zonen hingegen sind durch Nutzungsbeschränkungen (z. B. keine Ackerflächen in Zone 1 von Wasserschutzgebieten) oder bereits bestehende Nutzungsstrukturen (z. B. geringer Anteil konventionell bewirtschafteter Ackerflächen in Naturschutzgebieten) Kompensationsmaßnahmen des Bodenschutzes aus fachlichen Gründen zumeist nicht nötig, weil damit im Regelfall keine Verbesserung der natürlichen Bodenfunktionen einhergehen würden. Als mögliche bodenbezogene Kompensationsmaßnahme innerhalb von Schutzgebieten bietet sich im Einzelfall eine Bodenschutzkalkung an, um einer Degradation der Bodeneigenschaften mit fortschreitender Versauerung entgegen zu wirken. Derartige Bodenschutzkalkungen sind mit den Zielen des Naturschutzes abzustimmen. Im Regelfall können langsam wirkende Kalkformen wie kohlensaure Kalke oder Gesteinsmehlen empfohlen werden.



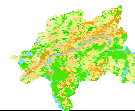
Tab. 6–5: Flächenstatistik der potenziellen Kompensationsflächen

Tab. 6-3: Flächenstatistik der potenziellen Kompensationsflächen			
Bodenfunktion bzw. Gefährdung	Klasse	Fläche	
		ha	%*
<u>außerhalb</u> von Naturschutzgebieten, LÖBF-Biotopen sowie Zone 1 von Wasserschutzgebieten			
Weniger geeignete Fläche*	-	1.531,2	48,4
Biotopentwicklungspotenzial	hoch	234,0	7,4
	sehr hoch	239,4	7,6
Potenzielle Erosionsgefährdung	hoch	275,5	8,7
	sehr hoch	21,8	0,7
Wasserspeichervermögen	hoch	508,8	16,1
	sehr hoch	351,6	11,1
alle potenziellen Kompensationsflächen <u>mit und ohne</u> Schutzstatus			
Weniger geeignete Fläche*	-	1.615,2	46,9
Biotopentwicklungspotenzial	hoch	323,7	9,4
	sehr hoch	270,1	7,8
Potenzielle Erosionsgefährdung	hoch	298,9	8,7
	sehr hoch	35,7	1,0
Wasserspeichervermögen	hoch	546,1	15,9
	sehr hoch	355,7	10,3

* Klassen sehr gering, gering und mittel

Der BVB (2003) hat anhand von Praxiserfahrungen wesentliche bodenbezogene Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zusammengestellt (Tab. 6–6). Die Reihenfolge der aufgelisteten Maßnahmenkomplexe ist nicht zufällig gewählt, sondern kann für den Großteil der Praxisfälle in der Bauleitplanung als hierarchisch abzuarbeitendes Schema verstanden werden. Dabei kommt die höchste Priorität dem bodenfunktionsbezogenen Ausgleich zu. Erst wenn alle Möglichkeiten eines direkten bodenfunktionsbezogenen Ausgleiches ausgeschöpft wurden und noch Ausgleichsdefizite bestehen, ist auf bodenfunktionsbezogene Maßnahmen im Rahmen des multifunktionalen Ausgleiches abzustellen. Die danach noch verbleibenden Ausgleichsdefizite sind durch andere Maßnahmen zur Verbesserung von Bodenfunktionen ohne Eingriffsbezug zu kompensieren.

Als bodenbezogene Kompensationsmaßnahme ohne Eingriffsbezug ist beispielsweise die Bodenschutzkalkung außerhalb landwirtschaftlich genutzter Flächen anzusehen.



Tab. 6–6: Maßnahmenkomplexe und deren Eignung als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für Eingriffe in Böden nach BVB FA 3.1 (2003)

lfd. Nr.	Maßnahmenkomplexe (wesentliche Beispiele mit Eingriffsbezug)	Eignung als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für Eingriffe in Böden durch:				
		Versiegelung	Verdichtung	Entwässerung	Vernässung	Überschüttung
1	Rückbau von Bodenversiegelungen (Entsiegelung und Teilentsiegelung)	●	◐	○	○	◐
2	Bodenlockerung (mechanisch, biogen)	◐	●	○	○	◐
3	Wiedervernässungen von meliorierten Bodenstandorten	○	○	●	○	○
4	Entwässerung von technogen vernässten Bodenstandorten				●	
5	Abtrag von Bodenüberformungen (technogene Substrate)	◐	◐	○	○	●
6	Nutzungsintensivierungen (Nutzungsänderung, Verringerung des Betriebsmitteleinsatzes)	○	◐	◐	○	○
7	Erosionsschutzpflanzungen	○	○	○	○	○

Dabei bedeuten:

- als bodenfunktionsbezogene Ausgleichsmaßnahme geeignet (bodenfunktionsbezogener Ausgleich)
- ◐ bedingt als Ausgleichsmaßnahme geeignet (bodenfunktionsbezogener Ersatz)
- zur Verbesserung von Bodenfunktionen ohne Eingriffsbezug geeignet (Ersatz ohne Eingriffsbezug)

6.4 Liste der Hohlwege

Tab. 6–7: Aufstellung der Hohlwege mit Bewertung

Nr.	RW	HW	Planquadrat, Name	Funktion, Einordnung	Wert ⁷	Fläche [ha]
1	2571897	5679218	7179 Schöllerweg S Schöller Alter Lokalweg	schmaler Fahrweg mit Böschungen und Gehölzsaum	3	0,38
2	2572070	5679223	7279 Feldweg bei Schöller SE Schöller Lokalweg zur Feldmark	Feldweg mit Böschungen und Gehölzsaum	2	0,35
3	2574249	5681091	7481 Kirchenfelder Weg Kirchenfeld Lokalweg nach Düssel	historischer Weg zum Nachbarort, bewachsene Böschung	2	0,22
4	2574930	5681703	7481 Stollen Radenberg Niederradenberg Kalk-Grube Schickenberg	Voreinschnitt eines Kalkwerktunnels, Gewässeraustritt	4	0,11
5	2575540	5676647	7576 Dasnöckel Roßkamper Höhe Fernweg Rheinhafen Hitdorf	Wohngebietsstraße alte Fernwegtrasse, Allee/Solingen	2	0,20
6	2575508	5676761	7577 Hohlwegrest Hippenhaus Alter Nordsüdweg	schwacher Hohlwegrest im Wohngebiet, in Grünanlage	2	0,34
6	2575508	5676761	7577 Hohlwegrest Hippenhaus Alter Nordsüdweg	schwacher Hohlwegrest im Wohngebiet, in Grünanlage	2	0,14
7	2575400	5677600	7577 Weg am Nocken Nocken Nordsüd-Lokalweg	schwacher Hohl- und Heckenweg bei Sportanlagen	2	0,28
7	2575400	5677600	7577 Weg am Nocken Nocken Nordsüd-Lokalweg	schwacher Hohl- und Heckenweg bei Sportanlagen	2	0,24
8	2576315	5677144	7677 Steegereiche Boltenheide Ostwest-Lokalweg	tieferer Hohlweg durch Wald, sich verzweigend	3	0,65
9	2575601	5681252	7581 An der Piep Düsseler Höhe Alter Ostwest-Höhenweg	recht gut eingetiefter Hohlweg, Gehölzsäume	5	0,75
10	2576195	5681283	7681 Hensel-, Gellertweg NW Pahlkestraße Alter Ostwest-Höhenweg	deutlicher erkennbarer alter Kohlenweg, Grenzstein	5	1,07
11	2576789	5681814	7681 Pahlkestraße N Eskesberg Alter Ost-West-Höhenweg	Fahrstraße, wenig eingetieft, Altwegtrasse	4	1,66
12	2576500	5684300	7684 Erfurthweg Diakonie Aprath Alter Ost-West-Weg	teilweise verkippter Weg an der Grenze zu Wülfrath	2	0,14
13	2576710	5684445	7684 Schönefelder Weg E Schönfeld Alter Ost-West-Weg	Fahrweg durch Wohngebiet, teilverkippt, Gehölzsaum	2	0,42
14	2577874	5674103	7774 Wegenetz Wahlert Solinger Straße Altwege Elberfeld-Hitdorf	Hohlwegbündel im Waldgebiet, teilweise recht tief, BD	5	0,47
14	2577874	5674103	7774 Wegenetz Wahlert Solinger Straße Altwege Elberfeld-Hitdorf	Hohlwegbündel im Waldgebiet, teilweise recht tief, BD	5	0,44
14	2577874	5674103	7774 Wegenetz Wahlert Solinger Straße Altwege Elberfeld-Hitdorf	Hohlwegbündel im Waldgebiet, teilweise recht tief, BD	5	1,67
15	2577844	5675518	7775 Eselspfad/Burgholz NW Kürken Lokalweg zum Hammer	Kohlentreiber- und Schmiedepfad im NSG Burgholz	3	1,26
17	2577712	5683967	7783 Am Alten Triebel Nevigeser Straße Altweg nach Neviges	tiefer Hohlweg mit Aufschlussböschungen im Karbon	4	0,20
18	2577214	5684511	7784 Bahntrassenteilstück Nevigeser Straße Kleinbahn nach Velbert	stark zugewachsener Einschnitt, ehem. Fossilfundpunkt	2	0,41
19	2577403	5684500	7784 Schanzenweg N Am Lindgen Altweg nach Neviges	etwas eingeschnittener Feldweg, kurvige Altwegtrasse	3	0,52

⁷ Hohlwege der Wertstufen 4 und 5 wurden als Archive der Kulturgeschichte in die Bodenfunktionsbewertung aufgenommen, Hohlwege mit geringerer Wertstufe wurden nachrichtlich erfasst.

Nr.	RW	HW	Planquadrat, Name	Funktion, Einordnung	Wert ⁷	Fläche [ha]
20	2577599	5684064	7784 Schultenleimberg S Schevenhofer Weg Altweg nach Neviges	stark eingeschnittener Hohlw. im Alaunschiefer, Gehölz,	4	0,11
21	2577227	5685223	7785 Hohlweg Königshof Schanzenweg N Altweg nach Neviges	Hohlweg neben Wald und Kleingärten, zugewachsen	3	0,45
22	2578616	5677146	7877 Burgholzweg zum Zimmerplatz Waldzugangsweg	tiefer Hohlweg im Wald, Holzabfuhrweg Burgholz	4	0,79
23	2577917	5681864	7882 August-Jung-Weg Westrand Hasenberg Lokalweg Katernberg	kurzes Waldwegstück, wenig eingetieft, Grenzweg	2	0,17
24	2578867	5684833	7884 Worther Busch Siebeneicker Straße Lokalweg Fingscheid	kurzes Hohlwegstück im Wald, wenig eingetieft	2	0,15
25	2578037	5685419	7885 Schanzenweg Ost Otterberg Golfplatz Alter Ostwestweg	stark eingetiefter, mit Gehölzen gesäumter Altweg	5	1,16
26	2578639	5685964	7885 Hohlweg bei Asch S Ibacher Mühle Alter Ostwestweg	durch Trafo und Teich versperfter tiefer Weg, Gehölze	4	0,77
27	2578041	5685883	7885 Zur Mühlen S Hof Bredde Lokalweg Golfplatz	leider stark beeinträchtigter Hohlwegrest am Golfplatz	2	0,40
28	2579788	5678411	7978 Hatzenbeck S Kl. Hatzenbecker Straße Alter Burgweg	deutlicher HW an Kleingärten und Wald zum Burgholz	4	0,64
29	2579948	5683950	7983 Schneis Westfalenweg Landwehrweg	schwache Geländebefunde einer alter Landwehrlinie	1	0,29
30	2579103	5686343	7986 Ibacher Mühle S Kurve Ibacher M. Alter Ostwestweg	kurzes Stück des Vorgängerweges, zuwachsend	2	0,17
31	2580346	5671879	8071 Morsbacher Bergweg Morsbacher Berg Weg zum Weiler Morsbach	historisch befestigter Berghangweg, Erdbienen	5	1,26
32	2580650	5674300	8074 Robert-Lütters-Weg SE Kuchhausen Kuchhauser Kohlenweg	langer eingeschnittener Altweg mit Aufschlüssen	5	0,88
33	2580810	5676132	8076 Judenweg Unterdahl Lokalweg Hofschaff	kurzer randlich bewachsener, kurviger Weg	2	0,28
34	2580484	5677811	8077 Oberhipkendahl E Jägerhofstraße Lokalweg Hofschaff	kurzer, wenig eingetiefter Zuweg zum früheren Hof	1	0,49
35	2580732	5684701	8084 Neuenbaumer Weg E Woltersberg Alter Höhenweg	Ortszufahrtstraße auf gewundener Altwegtrasse	3	1,01
36	2581141	5675046	8174 Eselsweg SE Mastweg Lokalweg zum Morsbach	früher stark eingetiefter Hohlweg, leider stark verkippt, besser erhaltenes Wegstück auf Remscheider Gebiet	1	0,51
37	2581533	5675901	8175 E Zillertal/Gelpe Saalscheid Alter Kohlenweg	gewundener Wegrest im Wald, stark verwachsen	2	0,15
38	2581640	5678397	8178 Bandwirkerweg S Dorner Weg Ronsdorfer Lieferweg	Hohlwegrest im Wald, saumpfadartig, Reitweg?	3	1,02
39	2581405	5684679	8184 In der Hagerbeck W Dönberger Straße Alter Kohlenweg, Bodendenkmal	tiefer Weg, Böschung mit Aufschluss Gehölze, Bachlauf	5	0,45
40	2581685	5684811	8184 Hohenhagen E Dönberger Straße Alter Kohlenweg	Weg mit Aufschlussböschungen im Karbon	3	0,27
41	2581886	5685136	8185 Franzosenweg E Hohenhagen Alter Kohlenweg ND	Struktur bildender, tiefer Weg mit Geotopen, Gehölzen	5	1,09
42	2581150	5686500	8186 Krüdenscheider Weg N Winterberger Weg Lokalweg Nordrath zur Mühle	stark zugewachsener, kurviger Wald- und Feldweg	3	0,73
43	2581611	5686813	8186 Heckenweg N Krusen Winterberger Weg Deilbachweg	Weg entlang der vermuteten, alten Landwehrlinie	4	0,19
44	2581816	5686737	8186 Hohlweg E Krusen W Wollbruchsmühle Älterer Lokalweg	stark zugewachsene Mühlenverbindung zum Wollbruch	3	0,31

Nr.	RW	HW	Planquadrat, Name	Funktion, Einordnung	Wert ⁷	Fläche [ha]
45	2582957	5678203	8278 Dorner Weg Dorner Weg Altweg Elberfeld-Ronsdorf	Fahrweg auf älterer Ortsverbindung, tiefe Hänge	4	0,38
46	2582692	5679555	8279 Obere Böhle Böhler Weg Alter Kohlenweg	recht gut erhaltener historischer Hohl- und Heckenweg	5	0,83
47	2582388	5682752	8282 Kleinbahntrasse Schönebecker Busch Loher Kleinbahn	in Massenkalk eingeschnittene Trasse, Felskulisse	4	1,01
48	2582418	5683873	8283 Nebenweg Gaststätte Hatzfelder Straße, früherer Lokalweg	kurzes, kurvigcs Waldwegstück, Vorgängerweg	3	0,05
49	2582236	5684423	8284 Lante (von Landwehr)W Hatzfelder Straße Lokalweg Uellendahl	kurzer Heckenhohlw. zwischen Bebauung und Wiesen	3	0,13
50	2582500	5684900	8284 Tente (Alter Wasserturm) N Hatzfelder Straße Lokalweg in Hatzfeld	kurzer Hohlwegrest neben Fahrweg, niedrig	2	0,22
51	2582583	5685232	8285 Am Sauerholz N Flanhard Alter Höhenweg	sehr markanter Hohlweg auf Altwegtrasse, Gehölze	5	0,48
52	2583640	5676250	8376 Rädchen S An der Blutfinke Umgehung Ronsdorf	markanter Grenzweg zu RS, Geotope, Randflora	5	0,67
53	2583846	5677999	8378 Ascheweg N Kniprodestraße ehemalige Straßenbahntrasse	Weg durch Böschungen beidseits der Trasse, Gehölze	4	0,84
54	2583832	5679875	8380 Wege Barmer Wald N R.-Ziersch-Straße Lokalweg Barmen	Wege im Wald, ehemalige Zugänge nach Hochbarmen	3	0,61
54	2583832	5679875	8380 Wege Barmer Wald N R.-Ziersch-Straße Lokalweg Barmen	Wege im Wald, ehemalige Zugänge nach Hochbarmen	3	0,15
55	2583733	5681181	8381 Wege bei Springen S O.-Lichtenplatzer S. Lokalweg Barmen	kurvenreiche Nebenwege an der Lichtenplatzer Straße	2	0,49
56	2583210	5683879	8383 Riescheider Büsche Westlicher Nordpark Lokalweg im Park	Parkweg auf Plattensandsteinrücken mit Geotopen	2	0,62
57	2584028	5680258	8480 Marpe, Fahrweg S Adolf-Vorwerk-Str. Lokalweg, verkippt	früherer Nebenweg von Kohlenwegen, leider verkippt	1	0,38
58	2584169	5681180	8481 HW im Barmer Wald S Lönsstraße Alte Kohlenstraße	längere parallele Hohlwege in Anlagen u. Privatflächen	5	0,35
58	2584169	5681180	8481 HW im Barmer Wald S Lönsstraße Alte Kohlenstraße	längere parallele Hohlwege in Anlagen u. Privatflächen	5	0,08
59	2584689	5683180	8483 Askanierstraße N Sternstraße Alter Lokalweg	steiler Schluchtweg nach Wichlinghausen in Kalkfelsen	3	0,12
60	2584648	5684396	8484 Am Bilten Altenkotten Lokalweg zur Höhe	Rest eines Altwegs, Aufschluß Kalkknoten, Gehölze	3	0,13
61	2584432	5684123	8484 Kuckuckstraße S Müggenburg Alte Kohlenstraße	steiler Fahrweg mit kleinen Geotopen, Ausblicke	3	0,30
62	2584380	5685829	8485 Einern-Mitte N Dellbusch Alter Höhenweg	erhaltener Böschungshang mit altem Bewuchs (Buchen)	3	0,37
63	2585447	5681030	8580 Fahrweg Hammesberg Lokalweg	kaum eingetiefter Heckenweg, Fahrweg für Anlieger	2	0,35
64	2585091	5681250	8581 Forestastraße Marpe/Barmer Wald Alter Waldweg	wenig eingetiefter asphaltierter Waldweg	1	0,77
65	2585194	5683317	8583 Breslauerstraße Wichlinghausen Lokalweg zum Diek	steile Stadtstraße zwischen devonischen Kalkklippen	3	0,26
66	2585114	5684684	8584 Lahmburger Straße Schellenbeck Lokalweg nach Beckacker	Heckenweg mit kleinem Oberdevon-Geotop	3	0,17
67	2585498	5685606	8585 Horst bei Haarhausen N Mählersbeck Lokalweg mit Hecken	kleiner Einschnitt im Unterkarbon, bewachsen	3	0,20
68	2585154	5685456	8585 Mählersbeck N Haarhausen Alter Kirchweg von Herzkamp	Fahrweg mit Gehölzsäumen, Strukturelement	4	0,37

Nr.	RW	HW	Planquadrat, Name	Funktion, Einordnung	Wert ⁷	Fläche [ha]
69	2586136	5678734	8678 Hohlwegbündel Jägerhaus NW Ro-Linde Lokalweg Blombachtal	Geflecht von Hohlwegen in verbrochenem Nadelwald	3	0,62
70	2587312	5678768	8778 Querw. Mars. Bach W Herbringhausen Lokalweg nach Beyenburg	Hohlweg im Wald mit offenen Böschungen	4	0,37
71	2587094	5684408	8784 Bramdelle E Nächstebrecker Straße Alter Heckenweg	wenig eingetiefter schöner Heckenweg in Weiden	4	0,27
72	2587253	5684374	8784 Im Hölken N Zu den Dolinen Alter Kirchweg nach Schwelm	Hohlwegstrecke im Wald, bewachsene Böschungen	3	0,25
73	2587211	5686303	8786 Haßlinghauser Straße W Grenzstraße Ältere Kohlenstraße von Witten	Wohnsammelstraße mit kleinen Böschungshängen	2	0,67
74	2587825	5686099	8786 Uhlenbruch NW Blumenroth Lokalweg, Abkürzungsweg?	isoliertes Hohlwegstück im Wald zwischen Ilex	3	0,23
75	2588949	5676713	8876 Weg Grüental W In der Heye Altweg RS-Lüttringhausen nach Radevormwald	tiefer Hohlweg im Wald (Garschager Heide), teilweise vermüllt	4	0,91
76	2588594	5678911	8878 Fahrweg östlich Herbringhausen Ostwest-Regionalweg	schöner eingetiefter Heckenweg, Strukturelement	4	0,88
77	2588278	5678101	8878 Schule Herbringhsn. N Windgasen Nordsüd-Regionalweg	wenig eingeschnittener Feldweg, Randvegetation	3	0,52
78	2588052	5678403	8878 Wanderw. Wefelpütt Herbringhausen Alter Heckenweg	schöner Heckenweg zwischen Gärten und Feldflur	4	0,43
79	2588480	5679601	8879 Herbringhauser Tal W Sondern Lokaler Talweg	tiefer liegender Parallelweg mit steilen Böschungen	3	0,27
80	2589794	5676791	8976 Spieckerheide E Grüental Lokaler Ostwestweg	sich verlierender Altweg an Hausgärten und Weiden	3	0,18
81	2589561	5677037	8977 Spieckerlinde Landesstraße 411 Heerweg Köln-Dortmund	schwacher Hohlwegrest im Wald, paralleler Altweg	2	0,07
82	2589215	5678588	8978 NW Obersondern S Windfoche Altw. Lüttringhausen	kräftig eingetiefter Hohlweg mit Gesteinsaufschlüssen	4	0,18
83	2589922	5679736	8979 Hohlweg Mosblech Steinhauser Straße Köln-Dortmunder Weg	sehr tiefe Strecke mit Gehölzsäumen, teils vermüllt	5	0,24
84	2590198	5678622	9078 Hohlweg östlich Niedersondern Beyenburger Mühlenweg	tief eingefahrener Weg mit Gesteinsaufschluß	4	0,78
85	2590896	5678156	9078 Feldweg nach Kotthausen Beyenburger Mühlenweg	bäuerlicher Fahrweg mit Wagenspuren im Untergrund	5	0,47
86	2590111	5679892	9079 Weg bei Steinhaus Rentmeistersfeld Köln-Dortmunder Weg	nicht so tiefe Fortsetzung des Heerwegs in Weiden	3	0,15
87	2591185	5678843	9178 Nöllenberg S Stausee Beyenburg Lokalweg	schöner Naturweg im Zustand wie früher durch Weiden	3	0,42
88	2589838	5675818	8978 Hohlweg Hölsenfeld	alter Lokalweg von Frielinghausen nach Lusebusch - RS-Lennep, tief eingeschnitten mit Schichtköpfen und reicher Vegetation	5	0,38

6.5 Naturnähe von Böden

Neben der Ausprägung der natürlichen Bodenfunktionen kann es für die Aufgaben des vorsorgenden Bodenschutzes sinnvoll sein, auch den Naturnähegrad der Böden zu erfassen und diesen bei der Ermittlung der Schutzwürdigkeit von Böden zu berücksichtigen. Durch die Bewertung der Naturnähe der Böden für das Gesamtgebiet Wuppertals ist es möglich, neben den Bodenfunktionsbewertungen die anthropogene Überprägung des Schutzgutes Boden in die Gesamtbewertung zu integrieren.

Methodisch wird die Naturnähe der Böden mit Hilfe einer Einstufung der menschlichen Überprägung ermittelt. Die Methodik lehnt sich hierbei an die „LANUV-Arbeitshilfe zur Bewertung der Naturnähe von Böden“ Ingenieurbüro Feldwisch (2010) an.

Die Einstufung des Naturnähegrades für Wuppertal erfolgt hierbei entsprechend der Tab. 6-5 auf Basis der Bodennutzung (FNP2005 und Folie 42), dem Versiegelungsgrad (auf Ebene einzelner Baublöcke) und dem Grad der chemischen Überprägung durch Bodenversauerung⁸ von Waldflächen.

Der Versiegelungsgrad wird für „Bauflächen“ und „Flächen für den Gemeinbedarf“ als Kriterium der Naturnähe von Böden verwendet, da insbesondere diese Nutzungstypen häufig auch Flächen enthalten, die eine geringere Versiegelung aufweisen (z. B. Gartenflächen etc.). Für „Wasserflächen“ wird keine Naturnähe abgeleitet. Für die Nutzungstypen „Verkehrsfläche“, „Bahnfläche“, „Fläche für Versorgungsanlagen“, „Fläche für Entsorgung“ und „Grünflächen“ erfolgt keine differenzierende Bewertung der Naturnähe anhand des Versiegelungsgrades, da für diese Flächennutzungen von einer stark einheitlichen Störung des natürlichen Profilaufbaus ausgegangen werden kann. Flächen der Nutzungstypen „Fläche für die Landwirtschaft“ und „Wald“, die sehr homogene unversiegelte Flächen aufweisen, erfolgt ebenfalls keine Bewertung auf Grundlage des Versiegelungsgrades.

Zur Identifizierung von Waldflächen mit einem pH-Wert von über 4,0 wurde die BK50 verwendet. Hierunter fallen alle Waldflächen, für die die BK50 karbonathaltige Böden⁹ oder Abgrabungsflächen auf Kalkgestein ausweist (Kalksteinbrüche bei Dornap, Saurenhaus und Holthausen).

Auf eine Einbeziehung von Altlastflächen für die Bewertung der Naturnähe von Böden wurde verzichtet, da diese zum einen auch großflächig auftretende Bombentrichter umfassen und zum anderen eine fortwährende Aktualisierung des Datenbestandes erfolgt. Deshalb werden Altlasten in Form einer übergelegten Schraffur kenntlich gemacht und können somit bei der Bewertung der Naturnähe der Böden berücksichtigt werden. In der Tab. 6–8 ist die Häufigkeitsverteilung des Naturnähegrades der Wuppertaler Böden dargestellt.

⁸ HORNSCHUCH & RIEK (2009) konnten eine stärkere Versauerung und geringere Humusgehalte im mineralischen Oberboden von Nadelforsten nachweisen. Die physiko-chemischen Bodenbeeinträchtigungen durch die Versauerung von Waldböden, lassen eine geringere Ausprägung der natürlichen Bodenfunktionen erwarten und rechtfertigen somit eine naturfernere Einstufung.

⁹ Hierbei handelt es sich vornehmlich um Braunerden und Rendzinen der BK50 mit der Attributierung „c1“ im Feld „swb_kalk“.

Tab. 6–8: Bestimmung der Naturnähe der Böden

Nutzungstyp	Nutzungsart ^{*1}	Bewertungsklasse der Naturnähe		
		Versiegelungsgrad		
		0 - < 20 %	20 - < 40 %	40 – 100 %
Wohnbaufläche	-	3	2	1
Gemischte Baufläche	-	3	2	1
Gemischte Baufläche	Mischgebiet	3	2	1
Gemischte Baufläche	Kerngebiet	3	2	1
Gewerbliche Baufläche	-	3	2	1
Sonderbaufläche	Erholung	3	2	1
Sonderbaufläche	Großflächiger Einzelhandel	3	2	1
Sonderbaufläche	Forschung / Technologie	3	2	1
Sonderbaufläche	Hochschule	3	2	1
Sonderbaufläche	Klinik	3	2	1
Sonderbaufläche	Soziale Einrichtung	3	2	1
Sonderbaufläche	Justiz	3	2	1
Sonderbaufläche	Bürogebäude	3	2	1
Sonderbaufläche	Jugendverkehrsschule	3	2	1
Sonderbaufläche	Kongresszentrum	3	2	1
Fläche für den Gemeinbedarf	-	3	2	1
Fläche für den Gemeinbedarf	Soziale Zwecke	3	2	1
Fläche für den Gemeinbedarf	Gesundheitliche Zwecke	3	2	1
Fläche für den Gemeinbedarf	Kulturelle Zwecke	3	2	1
Fläche für den Gemeinbedarf	Schulische Zwecke	3	2	1
Fläche für den Gemeinbedarf	Sportliche Zwecke	3	2	1
Fläche für den Gemeinbedarf	Kirchliche Zwecke	3	2	1
Fläche für den Gemeinbedarf	Öffentliche Verwaltung	3	2	1
Fläche für den Gemeinbedarf	Post	3	2	1
Fläche für den Gemeinbedarf	Feuerwehr	3	2	1
Fläche für den Gemeinbedarf	Fläche für Sport und Spielanlage	3	2	1
Verkehrsfläche - Straßenverkehr	Autobahn	1	_* ²	_* ²
Verkehrsfläche - Straßenverkehr	Bundesstrasse	1	_* ²	_* ²
Verkehrsfläche - Straßenverkehr	Landstrasse	1	_* ²	_* ²
Verkehrsfläche - Straßenverkehr	Kreisstrasse	1	_* ²	_* ²
Verkehrsfläche - Straßenverkehr	Parkplatz von übergeordneter Bedeutung	1	_* ²	_* ²
Verkehrsfläche - Straßenverkehr	Hauptverkehrszüge	1	_* ²	_* ²
Verkehrsfläche - Straßenverkehr	Begleitgrün Autobahn	1	_* ²	_* ²
Verkehrsfläche - Straßenverkehr	Begleitgrün Bundesstraße	1	_* ²	_* ²
Verkehrsfläche - Straßenverkehr	Begleitgrün Landstraße	1	_* ²	_* ²
Verkehrsfläche - Straßenverkehr	Begleitgrün örtliche Hauptverkehrsstraße	1	_* ²	_* ²
Bahnfläche	Eisenbahn	1	_* ²	_* ²
Bahnfläche	DB - Kleingartenanlage	2	_* ²	_* ²
Flächen für Versorgungsanlagen	Elektrizität	1	_* ²	_* ²
Flächen für Versorgungsanlagen	Elektrizität / Windkraft	1	_* ²	_* ²
Flächen für Versorgungsanlagen	Gas	1	_* ²	_* ²
Flächen für Versorgungsanlagen	Wasser	1	_* ²	_* ²
Fläche für Entsorgung	Abfall	1	_* ²	_* ²
Fläche für Entsorgung	Abwasserbehandlung / Klärwerk	1	_* ²	_* ²

Nutzungstyp	Nutzungsart ^{*1}	Bewertungsklasse der Naturnähe		
		Versiegelungsgrad		
		0 - < 20 %	20 - < 40 %	40 - 100 %
Fläche für Entsorgung	Regenwasserbehandlungsanlage	1	— ^{*2}	— ^{*2}
Fläche für Entsorgung	Abwasserpumpwerk	1	— ^{*2}	— ^{*2}
Fläche für Entsorgung	Versickerung	2	— ^{*2}	— ^{*2}
Fläche für Entsorgung	Ablagerung	1	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	-	3	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Parkanlage	3	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Dauerkleingarten	2	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Sportplatz	1	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Spielplatz A	1	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Spielplatz B	1	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Spielplatz A/C	1	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Spielplatz B/C	1	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Spielplatz C	1	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Badeplatz / Freibad	1	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Friedhof	2	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Golfplatz	2	— ^{*2}	— ^{*2}
Grünfläche	Hundeplatz	3	— ^{*2}	— ^{*2}
Wasserfläche	-	0	— ^{*2}	— ^{*2}
Wasserfläche	Hochwasserrückhaltebecken	0	— ^{*2}	— ^{*2}
Fläche für die Landwirtschaft	-	4	— ^{*2}	— ^{*2}
Wald ^{*3}	-	4 oder 5 ^{*3}	— ^{*3}	— ^{*3}

Erläuterungen:

*1 Geplante Nutzungsarten werden wie bereits existierende bewertet.

*2 Die Naturnähe der Böden wird nur auf Basis der Nutzungsart ermittelt (der Versiegelungsgrad bleibt unberücksichtigt).

*3 Als weiteres Kriterium zur Beurteilung der Naturnähe von Waldböden wird der Grad der chemischen Überprägung durch Bodenversauerung verwendet. Waldböden mit pH-Werten von über 4,0 (vergleichsweise kalkreich) werden mit der Bewertungsklasse „5“ bewertet, Wälder mit geringeren pH-Werten mit „4“.

Tab. 6–9: Flächenstatistik der Naturnähe der Böden

Naturnähe des Bodens		Fläche	
Klasse	Bezeichnung	ha	%
1	sehr gering	5.207,6	30,9
2	gering	1.883,2	11,2
3	mittel	1.124,8	6,7
4	hoch	8.331,7	49,5
5	sehr hoch	76,2	0,5
0	Gewässer	204,0	1,2
—	Summe	16.827,5	100,0

6.6 Humusvorräte

Nachfolgend werden die hierzu verwendeten Datengrundlagen und die Methodik erläutert.

Daten zu Humusgehalten und Landnutzung:

Die Humusgehalte der Wuppertaler Oberböden (Ah und Ap-Horizont) wurden mithilfe von insgesamt 179 Messwerten ermittelt. Die Messwerte des Humusgehaltes entstammen der digitalen Bodenbelastungskarte (BBK) (143 Werte), durchgeführten Kartierungen (28 Werte) und der Datenbank des GD NRW (8 Werte). Um die durchschnittlichen Humusgehalte zu bestimmen, wurden die Messwerte statistisch ausgewertet. Hierzu wurde eine Verschneidung der Humuswerte mit Landnutzungsdaten (FNP2005 und Folie-42¹⁰) und Daten der BK50 durchgeführt. Hierbei ergab sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Median des Humusgehaltes und der Art der Landnutzung (s. Tab. 6–9). Die Auswertungen des Humusgehaltes in Abhängigkeit von Bodentyp und Grundwasserstand (BK50) zeigten keinen eindeutigen Zusammenhang. Der Humusgehalt von humosen Unterböden, wie z. B. den Kolluvisolen, wird auf Grundlage der BK50 bestimmt. Der Humusgehalt der Humusauflage in Wäldern beträgt näherungsweise 100 %, da sie aus abgestorbenen Pflanzenresten besteht.

Lagerungsdichte, Mächtigkeit und Skelettgehalt:

In der BK50 sind keine Angaben zur Mächtigkeit, Lagerungsdichte oder Skelettgehalt des humosen Oberbodens und der Humusauflage enthalten. Deshalb werden diese Kennwerte auf Grundlage bodenkundlicher Kartierungen und expertengestützten Einstufungen in Abstimmung mit Literaturangaben für Wuppertal bestimmt (siehe Tab. 6–10). Für Wald wird die Humusmenge aus der Humusauflage und dem Oberboden (Ah-Horizont) bestimmt. Für Böden auf Acker- und Grünland wird die Humusmenge nur für den Oberboden ermittelt (Ausnahme: Kolluvisole). Alle anderen Landnutzungen werden entsprechend der Nutzung „Grünland“ bewertet. Für Böden, die nach BK50 einen humosen Unterbodenhorizont aufweisen (Kolluvisole), wird zusätzlich zum Oberboden die Humusmenge des Unterbodens ermittelt.

Versiegelungsgrad:

Bei der Überbauung von Flächen wird der humose Oberboden im Regelfall entfernt. Deshalb wird die Humusmenge nur für unversiegelte Bereiche berechnet (z. B. erfolgt für eine zu 70 % versiegelte Fläche eine Korrektur der Humusmenge um den Faktor von 0,3). Der Grad der Versiegelung wird für einzelne Baublöcke ermittelt.

Insgesamt wird die Humusmenge tendenziell aus folgenden Gründen eher unterschätzt:

- Geringe Humusgehaltsausweisung von 1 % für Kolluvisole der BK50.
- Der Humusgehalt des Unterbodens wird bisher generell unterschätzt. Nach neuen Forschungsergebnissen enthält der Unterboden deutlich mehr Humus als bisher angenommen. So liegt in Waldböden durchschnittlich ca. 60 % des organischen Kohlenstoffes im Unterboden vor (BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, 2009).
- Die errechnete Humusmenge kann für tiefgründige humose Böden in Nutzgärten (Hortisole) als zu gering gelten. Allerdings ist in Kleingärten auch immer ein nennenswerter Rasenflächenanteil mit deutlich geringeren Humusmengen vorhanden.

¹⁰ Im FNP2005 erfolgt keine Unterscheidung von Acker und Grünland, deshalb wird hierfür die Folie 42 verwendet.

Tab. 6–10: Mittlere Humusgehalte (Medianwert) in Böden Wuppertals nach Landnutzungsarten

Horizont	Landnutzung	Anzahl der Messwerte	Humusgehalt [Massen-%]
Oberboden (Ap)	Acker	43	6,2
Oberboden (Ah)	Grünland ^{*1}	130	8,1
Oberboden (Ah)	Wald	6 ^{*2}	11,3 ^{*2}
Humusaufage unter Wald	Wald	–	100,0
Unterboden von Kolluvisolen (M)	alle	–	nach BK50

Erläuterungen:

^{*1} Für alle anderen Nutzungsformen, wie z. B. Siedlungs- und Verkehrsflächen, wurde der Humusgehalt entsprechend der Nutzung Grünland ermittelt.

^{*2} Für die Ermittlung des Humusgehaltes der Landnutzung Wald konnte für Wuppertal nur auf einen geringen Stichprobenumfang zurückgegriffen werden. Zur Validierung wurden jedoch auch BBK-Messwerte des Rheinisch Bergischer Kreis und des Kreises Olpe verwendet.

Tab. 6–11: Zur Ableitung der Humusmenge verwendete Bodenkennwerte nach Landnutzungsarten

Horizont	Lagerungsdichte	Mächtigkeit [dm]	Skelettgehalt
Oberboden unter Acker (Ap)	1,45	3,5	kein
Oberboden unter Grünland* (Ah)	1,2	1,5	kein
Oberboden unter Wald (Ah)	0,9	0,8	kein
Humusaufage unter Wald	0,3	0,6	kein
Unterboden von Kolluvisolen (M)	1,5	nach BK50	nach BK50

* Für alle anderen Nutzungsformen, wie z. B. Siedlungs- und Verkehrsflächen, wird die Humusmenge entsprechend der Nutzung Grünland ermittelt.

Die CO₂-Menge lässt sich aus der Humusmenge errechnen. Für die Humusaufage und den Ober- und Unterbodenhorizont wird die Kohlenstoffmenge getrennt berechnet (s. Tab. 6-11). Zur Bestimmung der Kohlenstoffmenge erfolgt eine Division der Humusmenge mit einem Divisor. Für die Humusaufage gilt ein Divisor von 2,0, während zur Ermittlung der Kohlenstoffmenge der Ober- und Unterbodenhorizonte ein Divisor von 1,72 gilt (AD-HOC-AG BODEN, 2005).

Anschließend wird die Gesamtmenge des CO₂ anhand des Verhältnisses des Molekulargewichtes von CO₂ zu C durch eine Multiplikation der Kohlenstoffmenge mit dem Faktor 3,67 ermittelt. Die Böden Wuppertals enthalten demnach fast 5 Mio. t CO₂. Zum Vergleich hierzu betrug der CO₂ Ausstoß im Jahr 2007 in Deutschland 841 Mio. t¹¹ und in Wuppertal ca. 3 Mio. t CO₂.

Tab. 6–12: Berechnung der CO₂-Menge

Berechnungsschritt	Berechnung
Umrechnung Humus in C Humusaufage Ober- und Unterboden	–
	Humusmenge / 2
	Humusmenge / 1,72
Umrechnung C in CO ₂	C * 3,67 (44/12) ¹²

¹¹ Daten nach (UMWELTBUNDESAMT, 2009) Link: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2842>.

¹² Das Molekulargewicht von Kohlenstoff beträgt ca. 12 g/Mol und das vom Sauerstoff ca. 16 g/Mol.

6.7 Bodenversiegelung und Lokalklima

Innerhalb eines Geografischen Informationssystems (GIS) wurden Raumeinheiten durch Verschneidung der klassifizierten Geodaten gebildet; anschließend erfolgte eine statistische Auswertung. Folgende Datengrundlagen wurden verwendet:

1. Versiegelungsdaten:

Der prozentuale Anteil der versiegelten Fläche wurde auf Basis der einzelnen Baublöcke ermittelt. Für die Auswertung des Versiegelungsgrades erfolgte eine Klassifizierung der Daten. Es wurden insgesamt zehn Klassen mit einer Klassenbreite von jeweils 10% gebildet (siehe Tab. 6–13).

Tab. 6–13: Klassifizierung des Versiegelungsgrades

Klasse	Versiegelungsgrad [%]
1	0 - < 10%
2	10 - < 20%
3	20 - < 30%
4	30 - < 40%
5	40 - < 50%
6	50 - < 60%
7	60 - < 70%
8	70 - < 80%
9	80 - < 90%
10	90 - 100%

2. Höhenlage:

Aus einem Digitalen Geländemodell (DGM) wurden die Höhenlage ermittelt und in sechs Klassen mit einer Klassenbreite von je 50 m differenziert¹³. Für die fünf Klassen, die in Tab. 6–14 angegeben sind, erfolgte eine Analyse der Durchschnittstemperatur.

Tab. 6–14: Klassifizierung der Höhenlage

Klasse	Höhe [m]
1	100 – 150
2	150 – < 200
3	200 – < 250
4	250 – < 300
5	300 – < 350

3. Kaltluftschneisen:

Auf Grundlage des DGMs konnten Tiefenlinien ermittelt werden. Diese begünstigen den Austausch unterschiedlicher Luftmassen. Es wurden nur Kaltluftschneisen mit einer Fläche von über 6.000 m² berücksichtigt¹⁴.

4. Nachbarschaftsanalyse der Versiegelungsdaten:

Um mögliche Beziehungen zwischen benachbarten Flächen mit unterschiedlichem Versiegelungsgrad aufzuzeigen, erfolgte eine Nachbarschaftsanalyse. Positive Werte (Diffe-

¹³ Für die Höhenstufe 350-400 m wurde eine Gesamtfläche von insgesamt nur 0,25 ha ermittelt. Aufgrund des geringen Flächenanteils wurde diese nicht ausgewertet.

¹⁴ Die im Handlungskonzept Klima/Luft (2000) in der Klimaanalysekarte der Stadt Wuppertal aufgeführten Kaltluftschneisen wurden aufgrund in die Auswertung nicht mit einbezogen, weil sie nicht digital zur Verfügung standen.

renzen) bezeichnen damit hoch versiegelte Flächen, die an eine gering versiegelte Fläche angrenzt. Bei negativen Differenzen grenzt eine gering versiegelte Fläche an eine stärker versiegelte Fläche. Die Klasseneinstufung der Nachbarschaftsanalyse bezeichnet hierbei die Differenz der Versiegelungsgradklassen von benachbarten Flächen (siehe Tab. 6–15).

Tab. 6–15: Klassifizierung der Nachbarschaftsanalyse

Klasse	Differenz der Versiegelungsklasse
0	keine
1	1 Klasse
2	2 Klassen
3	3 Klassen
4	4 Klassen
5	5 Klassen
6	6 Klassen

5. Stadtgebiete:

Für Wuppertal wurden 3 unterschiedliche Stadtgebiete in Abstimmung mit dem Auftraggeber abgegrenzt. Es werden die stark überbauten Flächen entlang der Wupper von den Hochflächen des nördlichen und südlichen Gebietes differenziert. Für diese Stadtgebiete erfolgte eine Bestimmung der Durchschnittstemperatur (siehe Abb. 6–1).

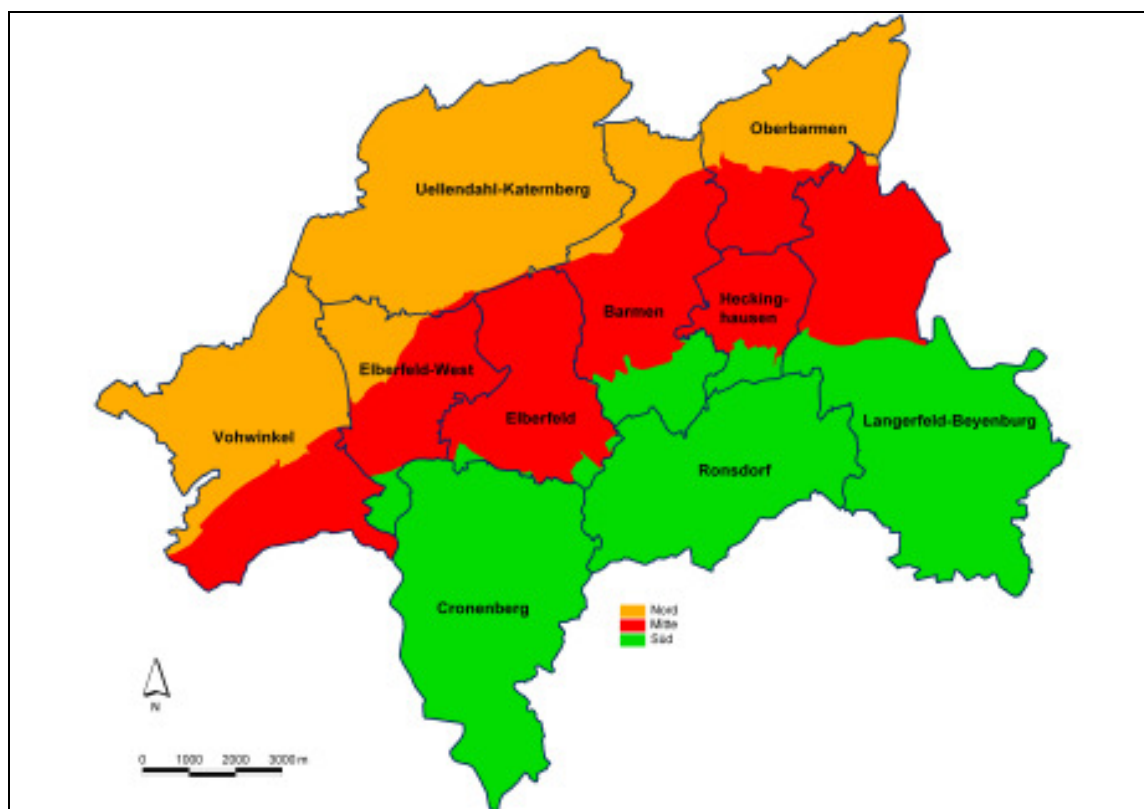


Abb. 6–1: Stadtgebiete Wuppertals

Die Durchschnittstemperatur für die Höhenklasse „1“ (100 - 150 m Höhe) liegt bei 30 °C (Tag) bzw. 16 °C (Nacht) und für die Höhenklasse „5“ (300 - 350 m Höhe) bei 26,9 bzw.

14,4 °C (vgl. Abb. 6–2). Demnach ergibt sich eine Abnahme von ca. 0,6 °C bzw. 0,3 °C je Anstieg der Höhe um 50 m. Die Temperaturwerte der Höhenklasse „1“ (direkt an der Wupper gelegener stark bebauter Bereich) und Höhenklasse „2“ (häufig dicht bebaute Tallagen im Siedlungskernbereich) sind nahezu identisch. Dies ist mit der starken baulichen Überprägung zu erklären. Ein deutlicher Temperatursprung ist jedoch von Höhenklasse „2“ zur Höhenklasse „3“ erkennbar.

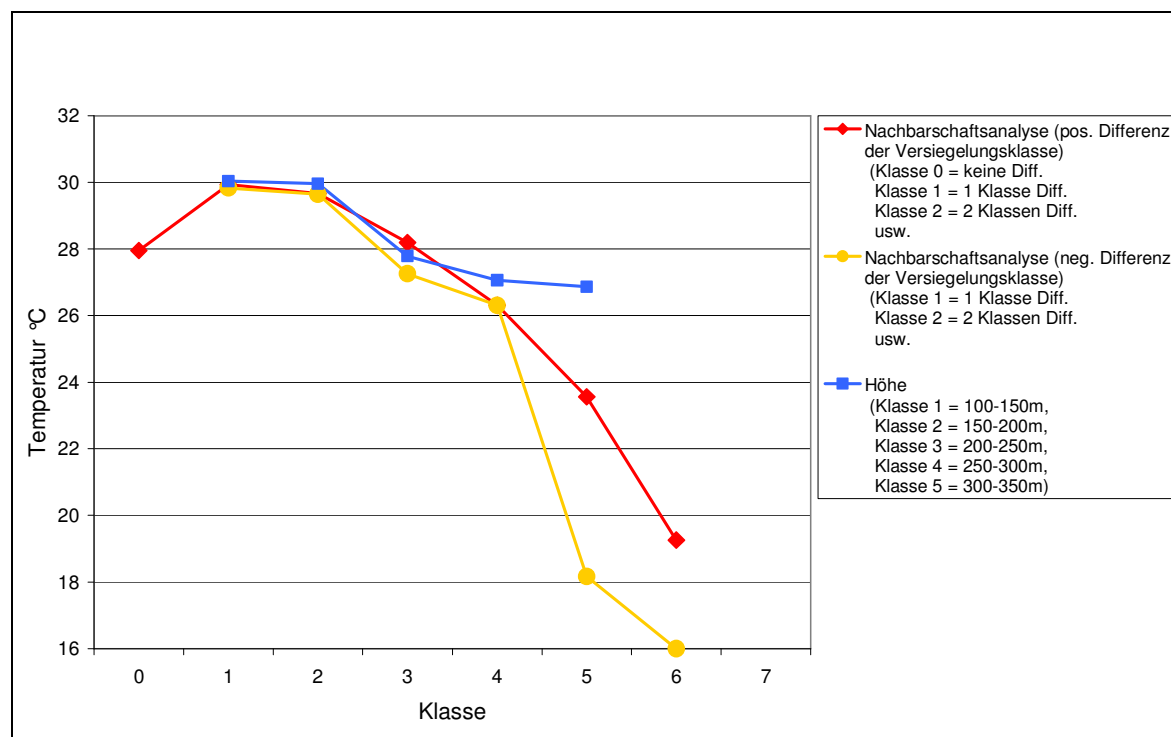


Abb. 6–2: Durchschnittliche Tagestemperaturwerte der Nachbarschaftsanalyse und Höhenklassen

Bei einer Betrachtung der Durchschnittstemperaturen der Versiegelungsklassen beschränkt auf Flächen mit identischer Höhenklasse steigt die Temperatur mit steigender Versiegelungsklasse an. Bei allen 5 Höhenklassen ist eine deutliche Zunahme der Temperatur mit steigendem Versiegelungsgrad zu verzeichnen. Eine multivariate Auswertung der Datengrundlage könnte weitere Erkenntnisse erbringen.

Die Analyse der Nachbarschaftsbeziehungen zeigt, dass der Abkühlungseffekt für negative Differenzen (stärker versiegelte Fläche wird von Flächen mit geringerer Versiegelung umgeben) bei hohen Differenzen stärker ausgeprägt ist als bei den positiven Differenzen. Weiterhin wird deutlich, dass mit steigenden Differenzen der Bodenversiegelung die Durchschnittstemperatur abfällt. Durch die Überlagerung mit den anderen Einflussfaktoren (Höhenlage etc.) kommt es zu einer Überprägung Nachbarschaftsauswertung.

Eine Ausnahme hiervon bilden Flächen, an die identische Versiegelungsklassen angrenzen (Klasse 0). Für diese wird eine geringere Durchschnittstemperatur ermittelt als z. B. für eine Differenz von 1 oder 2 Klassen. Die geringere Durchschnittstemperatur der „Klasse 0“ resultiert daraus, dass in dieser Klasse großflächige Wald- und Landwirtschaftsflächen mit einer geringen Versiegelungsklasse besonders häufig auftreten, während die stärker versiegelten Flächen kleiner und in ihrem Versiegelungsgrad heterogener sind (siehe Tab. 6–16).

Um dieses unerwartete Verhalten erklären zu können, wird in der Abb. 6–3 die Durchschnittstemperatur für sehr stark versiegelte Flächen (90 – 100 %) dargestellt. Die Durchschnittstemperatur nimmt mit steigender Differenz kontinuierlich ab. Grund hierfür ist, dass mit steigender Differenz die angrenzende Fläche geringer versiegelt ist und deshalb ein stärkerer Austauscheffekt auftritt. Der Anteil von gering versiegelten Flächen mit Differenzen ist für eine Analyse zu gering, so dass für sie keine statistische Auswertung erfolgt. Weitere Erklärungsmuster könnte eine umfangreiche multivariate Analyse liefern.

Insgesamt zeigen die zur Analyse der Thermalscanwerte verwendeten Datengrundlagen einen deutlichen Zusammenhang mit den Durchschnittstemperaturwerten.

Tab. 6–16: Häufigkeitsverteilung der Nachbarschaftsanalyse für stark versiegelte Flächen (90–100 %)

Differenz Versiegelungsklasse	Fallzahlen [n]	Fallzahlen [%]
0	50619	80,39
1	8650	13,74
2	2498	3,97
3	831	1,32
4	286	0,45
5	54	0,09
6	27	0,04

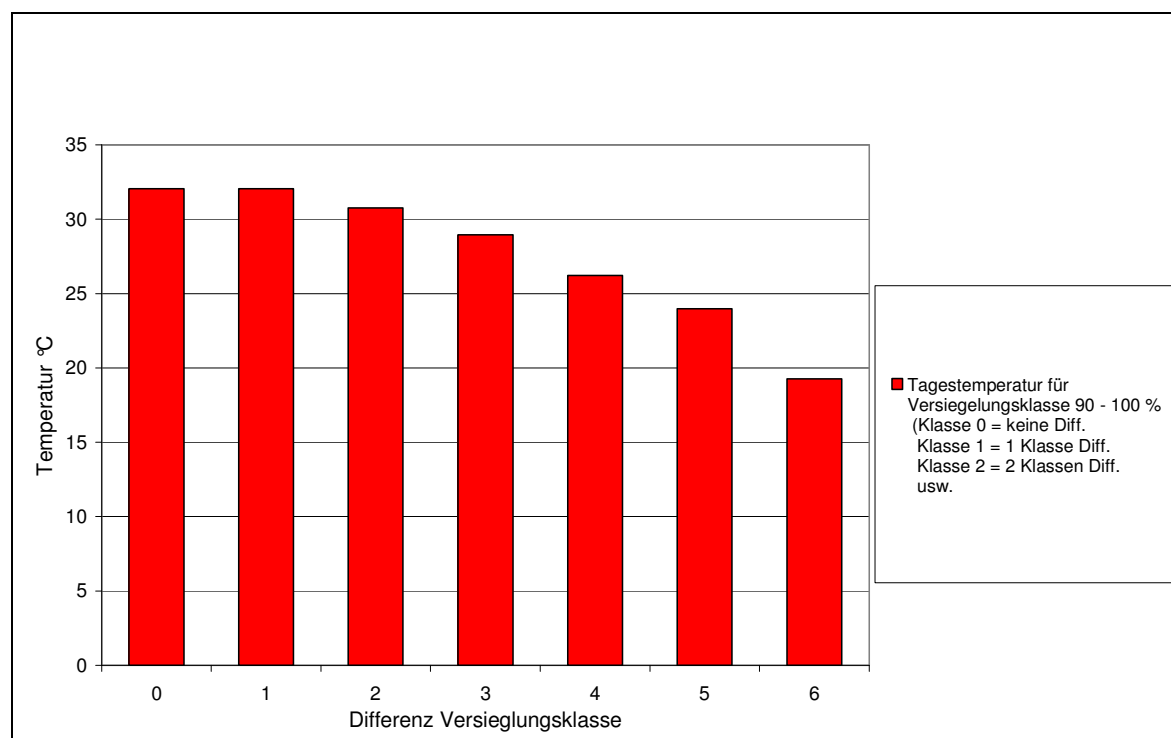


Abb. 6–3: Durchschnittliche Tagestemperaturwerte der Nachbarschaftsanalyse für stark versiegelte Flächen

Die Auswertung der in Abb. 6-1 gezeigten Stadtgebiete zeigt eine deutliche Differenzierung der Tages- und Nachttemperaturwerte. Die höchsten Durchschnittstemperaturwerte weisen mit 30,0 °C (Tag) bzw. 16,0 °C (Nacht) das mittlere Stadtgebiet auf (siehe Tab. 6–17). Das

nördliche Stadtgebiet nimmt im Vergleich zu den anderen eine Mittelstellung ein, während der südliche Raum Wuppertals die kühlest Bedingungen aufweist. Die Temperaturdurchschnittswerte der drei Stadtgebiete geben somit das Verteilungsmuster der Bodenversiegelung und ihrer durchschnittliche Höhe wieder.

Insgesamt zeigen die zur Analyse verwendeten Datengrundlagen einen deutlichen Zusammenhang mit den Durchschnittstemperaturwerten. Die meisten Ergebnisse sind plausibel und können sachlogisch erläutert werden. Eine vertiefende Auswertung der Temperaturdaten könnte weitere Einflussgrößen wie z. B. verschiedene Flächennutzungen, die Entfernung von Wasser- oder Grünflächen etc. einbezogen werden. Durch eine umfangreiche multivariate Analyse der Datengrundlagen könnten weitere Erklärungsmuster ermittelt werden.

Tab. 6–17: Durchschnittstemperatur der drei Stadtgebiete

Stadtgebiet	Fläche [ha]	Ø- Tages- temperatur [°C]	Ø- Nacht- temperatur [°C]	Häufigste Höhen- klassen [m]
Nord	5.407,6	28,4	15,2	200-300
Mittel	5.097,4	30,0	16,0	150-200
Süd	6.316,8	26,2	14,1	250-350
Summe	16.821,8	–	–	–