



Milser Straße 37
33729 Bielefeld
Tel.: (0521) 977 10-0
Fax.: (0521) 977 10-20
info@ifua.de

Projekttitel:

Digitale Bodenfunktionskarte Kreis Recklinghausen

- Projektbericht -

Auftraggeber:

Kreis Recklinghausen
Fachdienst Umwelt
Untere Bodenschutzbehörde

Bearbeitung:

Gerald Krüger (Dipl.-Geoökol.)
Susanne Hell (Dipl.-Ing. Bodenwissenschaften)
Dr. Lutz Makowsky (Dipl.-Geogr.)

Projekt-Nr.:

P 214163

Datum:

Oktober 2017

Gesellschafter:

- Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Gefährdungsabschätzung für die Wirkungspfade Boden-Gewässer und Boden-
Mensch sowie Sanierung (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 2, 4 und 5)

- Michael Bleier (Dipl.-Ing.)

- Petra Günther (Dipl.-Biol.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellte und vereidigte Sach-
verständige für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Pflanze/Vorsorge zur Begrenzung
von Stoffeinträgen in den Boden und beim Auf- und Einbringen von Materialien sowie für Gefährdungsab-
schätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 3 und 4)

Wirtschaftsmediatorin (IHK)

- Monika Machtolf (Dipl. Oec. troph.)

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlass/Einleitung	1
2.	Beschreibung des Untersuchungsgebietes	4
3.	Datengrundlagen	9
3.1.	Nutzung und Einstufung der Naturnähe	9
3.2.	Altstandorte und Altablagerungen	10
3.3.	Bodenkarten	11
3.3.1.	DGK5 Boden und Folie 42	11
3.3.2.	Digitale Bodenkarte 1 : 50.000 (BK50)	16
3.3.3.	Digitale Bodenkarten 1 : 5.000 (BK5 digital)	17
3.3.4.	Analoge Bodenkarten 1 : 5.000 (BK5 analog)	19
3.3.5.	Analoge Stadtkarte Recklinghausen	21
3.4.	Sonstige Datengrundlagen	22
3.4.1.	Grundwasserflurabstand	22
3.4.2.	Bodendenkmäler und Geotope	23
3.4.3.	Versiegelung	26
3.4.4.	Bodenbelastungskarte (BBK)	26
4.	Konzeptkarte zur Ableitung der Gebietskategorien	28
5.	Untersuchungskampagne	31
5.1.	Messnetzplanung	31
5.2.	Kartierung	32
6.	Weitergehende Qualifizierung der Bodenkarte zu den Bodenfunktionen	35
6.1.	Berücksichtigung der Daten der Untersuchungskampagne zur BFK	35
6.2.	Berücksichtigung der Daten der Bodenbelastungskarte (BBK)	35
6.3.	Zuordnung wesentlicher Informationen aus den großmaßstäbigen analogen Bodenkarten	35
6.4.	Validierung der Datengrundlagen	37
7.	Ermittlung und Bewertung der Bodenfunktionen	39
7.1.	Natürliche Bodenfruchtbarkeit (BF)	39
7.2.	Biotopentwicklungspotenzial (BP)	46
7.3.	Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (AF)	57
7.4.	Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (AW)	69
7.5.	Filter- und Pufferfunktion (FP)	75
7.6.	Zusammenfassende Bewertung (ZB)	85

7.7.	Zusätzliche Auswertung nach Häufigkeit der Wertestufen 4 und 5	89
8.	Zusammenfassung und Fazit	91
9.	Literatur	94

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Karte der oberflächennahen Gesteine und ihrer Flächenanteile	6
Abbildung 2:	Kreisgebiet Recklinghausen inklusive Oberflächengewässer	8
Abbildung 3:	Erwartungsbereich von pH-Werten in Abhängigkeit von im Kreis Recklinghausen vertretenen Bodentypen	81
Abbildung 4:	Schema zur zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung im Kreis Recklinghausen	87

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Bevölkerungszahlen vom 30.06.2014	4
Tabelle 2:	Anteil der Nutzungen (Hauptgruppen) am Kreisgebiet	9
Tabelle 3:	Digitale Bodenkarten innerhalb des Kreisgebietes im Maßstab 1 : 5.000	17
Tabelle 4:	Analoge Bodenkarten innerhalb des Kreisgebietes im Maßstab 1 : 5.000 (z.T. 1 : 10.000)	20
Tabelle 5:	Klassen zum Grundwasserflurabstand (Quelle EG/LV)	23
Tabelle 6:	Geotope im Kreis Recklinghausen (Quelle Geologischer Dienst)	25
Tabelle 7:	Fachbedeutung der befestigten Flächen (Quelle EG/LV)	26
Tabelle 8:	Betrachtungsbereiche der Bodenfunktionsbewertung im Kreis Recklinghausen	29
Tabelle 9:	Verfügbarkeit digitaler Bodenkarten im naturnahen Bereich des Kreises Recklinghausen	30
Tabelle 10:	Übereinstimmung der Bodentypen gemäß Kampagne BFK mit BK50 bzw. Folie 42	37
Tabelle 11:	Klasseneinteilung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit (im Bereich der Folie 42)	42
Tabelle 12:	Klasseneinteilung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit (im Bereich der BK50)	42
Tabelle 13:	Flächenstatistik zur natürlichen Bodenfruchtbarkeit (BF) im naturnahen Außenbereich	44

Tabelle 14:	Schutzwürdige Böden hinsichtlich des Biotopentwicklungspotenzials (BP) im Kreis Recklinghausen nach den Festlegungen des Geologischen Dienstes NRW für die BK5 bzw. BK50 (nach GD 2004; ergänzt) _____	48
Tabelle 15:	Wertekategorien zum Biotopentwicklungspotenzial auf Basis der Folie 42	52
Tabelle 16:	Wertekategorien zum Biotopentwicklungspotenzial auf Basis der Grundwasserflurabstände _____	53
Tabelle 17:	Wertekategorien zum Biotopentwicklungspotenzial auf Basis der Bodenkarten nach Zusammenfassung, differenziert nach Wertekategorien	54
Tabelle 18:	Wertestufen zum Biotopentwicklungspotenzial auf Basis der Bodenkarten nach Zusammenfassung der Wertekategorien _____	55
Tabelle 19:	Flächenstatistik zum Biotopentwicklungspotenzial (BP) auf Basis der Bodenkarten, der Folie 42 und den Grundwasserflurabständen im naturnahen Außenbereich _____	56
Tabelle 20:	Flächenstatistik zur Datengrundlage für die Zuordnung des Bodentyps	59
Tabelle 21:	Bewertung der Naturnähe der im Kreis Recklinghausen auftretenden Bodentypen _____	61
Tabelle 22:	Bewertung der Regenerierbarkeit der im Kreis Recklinghausen auftretenden Bodentypen _____	62
Tabelle 23:	Bewertung der flächenbezogenen Seltenheit der im Kreis Recklinghausen auftretenden Bodentypen _____	63
Tabelle 24:	Zusammenfassende Bewertung der Naturnähe, Regenerierbarkeit und Seltenheit der im Kreis Recklinghausen auftretenden Bodentypen _____	65
Tabelle 25:	Gesamtbewertung der Archivfunktion der Natur- und Kulturgeschichte für den Kreis Recklinghausen _____	68
Tabelle 26:	Flächenstatistik zur Archivfunktion der Natur- und Kulturgeschichte (AF)	68
Tabelle 27:	Einstufung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) (Grundlage KA5; ergänzt)	72
Tabelle 28:	Einstufung der gesättigten Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) (Grundlage KA5)	73
Tabelle 29:	Matrix der Wertestufen <i>Boden als Ausgleichskörper für den Wasserkreislauf (AW)</i> (Grundlagen UM Baden-Württemberg 1995) _____	73
Tabelle 30:	Wertestufen des Bodens in Bezug auf seine Eignung als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (AW) _____	74
Tabelle 31:	Einstufung der Kationenaustauschkapazität (KAK) für verschiedene Bezugstiefen (Grundlage GD; ergänzt) _____	79
Tabelle 32:	Einstufung der Luftkapazität (LK) für verschiedene Bezugstiefen (Grundlage GD; ergänzt) _____	80
Tabelle 33:	Faktoren zur Ableitung der KAK_{eff} aus der KAK_{pot} in Abhängigkeit von den pH-Wert-Klassen (Quelle GD) _____	81
Tabelle 34:	Matrix der Wertestufen für die Filter- und Pufferfunktion des Bodens in Abhängigkeit von KAK und LK (Grundlage GD) _____	83
Tabelle 35:	Wertestufen des Bodens in Bezug auf die Filter- und Pufferfunktion (FP)	84

Tabelle 36:	Flächenstatistik zur zusammenfassenden Bewertung der Bodenfunktionen (ZB) _____	88
Tabelle 37:	Häufigkeit von Bodenteilfunktionen mit hoher / sehr hoher Wertestufe (Flächenstatistik) _____	90

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1: Grundlagendaten Kreis Recklinghausen

- 1.1: Tabelle zur Flächennutzung inkl. Kategorie der Naturnähe
- 1.2: Karte zur Flächennutzung (Hauptgruppen)
- 1.3: Karte zur Flächennutzung (Hauptgruppen) und Versiegelung
- 1.4: Karte zu den Altlasten und den altlastverdächtigen Flächen
- 1.5: Karte zur Folie 42 (Vollständigkeit des Klassenzeichens)
- 1.6: Karte zur Folie 42 (Angaben zum Bodentyp)
- 1.7: Karte zur Folie 42 (Angaben zur Qualität der bodenkundlichen Angaben)
- 1.8: Karte der schutzwürdigen Böden 1 : 50.000 (BK50)
- 1.9: Tabelle zur Flächenstatistik der schutzwürdigen Böden gemäß BK50
- 1.10: Übersichtskarte der digitalen Bodenkarten 1 : 5.000 (BK5)
- 1.11: Karte zum Grundwasserflurabstand
- 1.12: Karte zu den Schutzobjekten (Bodendenkmale, Geotope, Naturdenkmale)

Anlage 2: Konzeptkarte und Messnetzplanung

- 2.1: Karte der Betrachtungsbereiche
- 2.2: Konzeptkarte (vorhandene digitale Bodenkarten)
- 2.3: Konzeptkarte (vorhandene analoge BK 1 : 5.000)
- 2.4: Tabelle zur Messnetzplanung (Begründung und Anzahl an Standorten)

Anlage 3: Untersuchungskampagne der BFK

- 3.1: Karte der untersuchten Standorte
- 3.2: Fotodokumentation
- 3.3: Dokumentation (Standortdaten, Horizontdaten)
- 3.4: Erläuterungen zu bodenkundlichen Abkürzungen und Kurzzeichen

Anlage 4: Validierung

- 4.1: Untersuchungskampagne BBK
- 4.2: Abgleich Untersuchungskampagne BFK mit BK50 und Folie 42
- 4.3: Abgleich BK50 mit BK5_digital
- 4.4: Abgleich Folie 42 mit BK5_digital
- 4.5: Abgleich BK50 mit BK5_analog
- 4.6: Abgleich Folie 42 mit BK5_analog

Anlage 5: Bodenfunktionskarten (Übersichten im Maßstab 1 : 120.000)

- 5.1: Natürliche Bodenfruchtbarkeit (**BF**)
- 5.2: Biotopentwicklungspotenzial (**BP**)
- 5.3: Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (**AF**)
- 5.4: Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (**AW**)
- 5.5: Filter- und Pufferfunktion (**FP**)
- 5.6: Zusammenfassende Bewertung (**ZB**)
- 5.7: Häufigkeit der Bodenteilfunktionen hoher bzw. sehr hoher Wertestufe (**HF**)

Anlage 6: Erläuterungen zu den Bodenfunktionskarten

- 6.1: Einstufung der Böden in Hinblick auf das Biotopentwicklungspotenzial
- 6.2: Übersicht zu den im Kreis Recklinghausen vorkommenden Bodentypen
- 6.3: Flächenstatistik zu den Hauptbodenarten
- 6.4: Statistische Kennzahlen der Parameter der JDM-Datei in Abhängigkeit von der Bezugstiefe (effektiver Wurzelraum, 0-1 m und 0-2 m)
- 6.5: Einschätzung typischer pH-Wertebereiche und abgeleitete Faktoren der KAK_{eff} in Abhängigkeit der unterschiedlichen Böden
- 6.6: JDM-Datei (Auszug) inkl. Erläuterungen

Anlage 7: Abkürzungsverzeichnis

ANHANG: GIS-Dateien mit Erläuterungen

- 1: Natürliche Bodenfruchtbarkeit (**BF**)
- 2: Biotopentwicklungspotenzial (**BP**)
- 3: Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (**AF**)
- 4: Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (**AW**)
- 5: Filter- und Pufferfunktion (**FP**)
- 6: Zusammenfassende Bewertung (**ZB**)
- 7: Häufigkeit der Wertestufen 4 und 5 (**HF**)
- 8: Betrachtungsbereiche (Naturnähe)

1. Anlass/Einleitung

Übergeordnetes Ziel der Bodenschutzgesetzgebung stellt die nachhaltige Sicherung bzw. die Wiederherstellung der vielfältigen Funktionen des Bodens dar; entsprechend sollen Beeinträchtigungen dieser Bodenfunktionen "soweit wie möglich vermieden werden" (vgl. § 1 BBodSchG). Gemäß § 2 (2) fallen darunter die natürlichen Funktionen des Bodens als "Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen", die Funktion des Bodens als "Archiv der Natur- und Kulturgeschichte" und die Nutzungsfunktionen, etwa als "Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung".

Neben der generellen Zielsetzung eines sparsamen und schonenden Umgangs mit der begrenzten Ressource Boden, unterliegen dabei Böden, die die zuvor genannten Bodenfunktionen in besonderem Maße erfüllen, einem besonderen Schutz (vgl. § 1 (1) LBodSchG). Zudem sollen derartige Böden gemäß § 12 (8) BBodSchV "von dem Auf- und Einbringen von Materialien ... ausgeschlossen werden".

Zur Sicherung dieser schützenswerten Böden sowie zur Lenkung von Flächennutzungen, die wirksam schutzwürdige und besonders schutzwürdige Böden schont, sollen räumliche Darstellungen der Bodenfunktionen in einem geeigneten Maßstab (1 : 5.000) als Bewertungsgrundlage im kommunalen Planungsprozess dienen. Als anwendungsbezogene Beispiele sind die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), die Flächennutzungsplanung und Umweltberichte zur Bebauungsplanung und zur Eingriffsbewertung zu nennen.

Der Kreis Recklinghausen verfügt bislang nicht über derartige Bodenfunktionskarten (BFK). Vor diesem Hintergrund wurde die IFUA-Projekt-GmbH mit Vertrag vom 19.12.2014 vom Kreis Recklinghausen mit der Erstellung der entsprechend abgeleiteten Bodenfunktionskarten beauftragt. Die Rahmenbedingungen der Bodenfunktionsbewertung und der jeweilige konzeptionelle Ansatz zur Erfassung der einzelnen Teilfunktionen wurden am 16.04.2015 unter Beteiligung des Kreises Recklinghausen (Untere Bodenschutzbehörde, Vermessungs- und Katasteramt), des Geologischen Dienstes des Landes NRW (GD), der Landwirtschaftskammer NRW sowie des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes NRW (LANUV) vorgestellt und abgestimmt.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber sollen folgende wesentliche Teilfunktionen des Bodens betrachtet werden:

- die natürliche Bodenfruchtbarkeit (**BF**),
- das Biotopentwicklungspotenzial (**BP**),
- die Archivfunktion in Hinblick auf die Natur- und Kulturgeschichte (**AF**),
- der Boden als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (**AW**) sowie
- die Filter- und Pufferfunktion (**FP**).

Die Bewertung der fünf genannten Teilfunktionen mündet schließlich in eine zusammenfassende Bewertung (**ZB**).

Als Einflussfaktor auf die Bodenfunktionen (z.B. die Archivfunktion) ist die Naturnähe der Böden (**NN**) zu berücksichtigen, wenngleich diese jedoch keine eigenständige Teilfunktion darstellt.

Nach einer Beschreibung des Untersuchungsgebietes (Kapitel 2) werden zunächst die zu den betrachteten Teilfunktionen verfügbaren Daten- und Karten Grundlagen dargestellt und erläutert (Kapitel 3). Unter Berücksichtigung der Naturnähe wird eine Konzeptkarte erstellt, die die wesentlichen Gebietskategorien definiert (Kapitel 4). In Abstimmung mit der Unteren Bodenschutzbehörde sind die vergleichsweise naturnahen Böden des Außenbereichs wesentlicher Gegenstand der Bodenfunktionsbewertung; die deutlich anthropogen überprägten Böden des Siedlungsbereichs werden hingegen nur untergeordnet betrachtet.

Auf die im Rahmen des Projektes durchgeführte Untersuchungskampagne in Form einer Bodenkartierung ausgewählter Teilflächen (Untersuchungskampagne BFK) geht Kapitel 5 ein.

Kapitel 6 befasst sich mit der weiteren Qualifizierung der Bodenkarte zur Ermittlung der Bodenfunktionen, indem weitere Datengrundlagen integriert werden (z.B. Daten der Untersuchungskampagne der BFK bzw. der BBK = Bodenbelastungskarte).

Die einzelnen Teilfunktionen der Bodenfunktionskarte für den Kreis Recklinghausen sind in Kapitel 7.1 bis 7.5 erläutert. Neben dem gewählten methodischen An-

satz ist hier die konkrete Umsetzung beschrieben; ebenso dargestellt sind die Ergebnisse für den Kreis Recklinghausen in zusammengefasster Form. Kapitel 7.6 widmet sich schließlich der zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung.

Eine Zusammenfassung des Projektes inkl. Fazit schließen die textlichen Darstellungen ab (Kapitel 8).

2. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Der Kreis Recklinghausen befindet sich an der nördlichen Grenze des Ruhrgebiets. Er wird aus zehn kreisangehörigen Städten mit insgesamt rund 613.000 Einwohnern (30.06.2014) gebildet. Die Namen der angehörigen Städte inklusive der Bevölkerungszahlen sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Bevölkerungszahlen vom 30.06.2014

Gebiet	Einwohner	Gebiet	Einwohner
Castrop-Rauxel, Stadt	73.663	Herten, Stadt	60.624
Datteln, Stadt	34.314	Marl, Stadt	83.469
Dorsten, Stadt	75.395	Oer-Erkenschwick, Stadt	30.710
Gladbeck, Stadt	73.906	Recklinghausen, Stadt	114.523
Haltern am See, Stadt	37.278	Waltrip, Stadt	28.899
Recklinghausen, Kreis	612.781		

(Quelle: http://www.it.nrw.de/statistik/a/daten/bevoelkerungszahlen_zensus/zensus_rp5_juni14.html)

Das Kreisgebiet erstreckt sich über eine Fläche von 761 km². Mit einer Bevölkerungsdichte von ca. 806 Einwohner/km² ist das Gebiet insgesamt sehr dicht besiedelt, wobei der südliche, an das Ruhrgebiet angrenzende Teil des Kreisgebietes gegenüber dem eher ländlich geprägten Norden einen höheren Verstädterungsgrad aufweist.

Geologie

Während des geologischen Zeitalters der Oberkreide (vor 100 bis 66 Mio. Jahren) senkte sich der Münsterländer Raum als Fernwirkung der Alpenfaltung und wurde vom Meer überflutet (GLA NRW 1995). Dadurch wurden die wesentlich älteren Gesteine des Paläozoikums (Erdaltertum) durch Ton- und Kalkschlämme sowie regional durch die Sandmergel der Recklinghausen-Schichten oder den quarzreichen Halterner Sanden (Halterner Schichten) überdeckt. Jene älteren Gesteine gehören geologisch zur kohleführenden Schichtenfolge der sogenannten Rheinischen Masse. Sie sind südlich im Rheinischen Schiefergebirge an der Erdoberfläche anzutreffen und befinden sich im Kreis Recklinghausen in einer Tiefe von ca. 250 m u. GOK im Süden bis 1.000 m u. GOK im Norden. Nach der kreidezeitlichen Überflutung wich das Meer zurück.

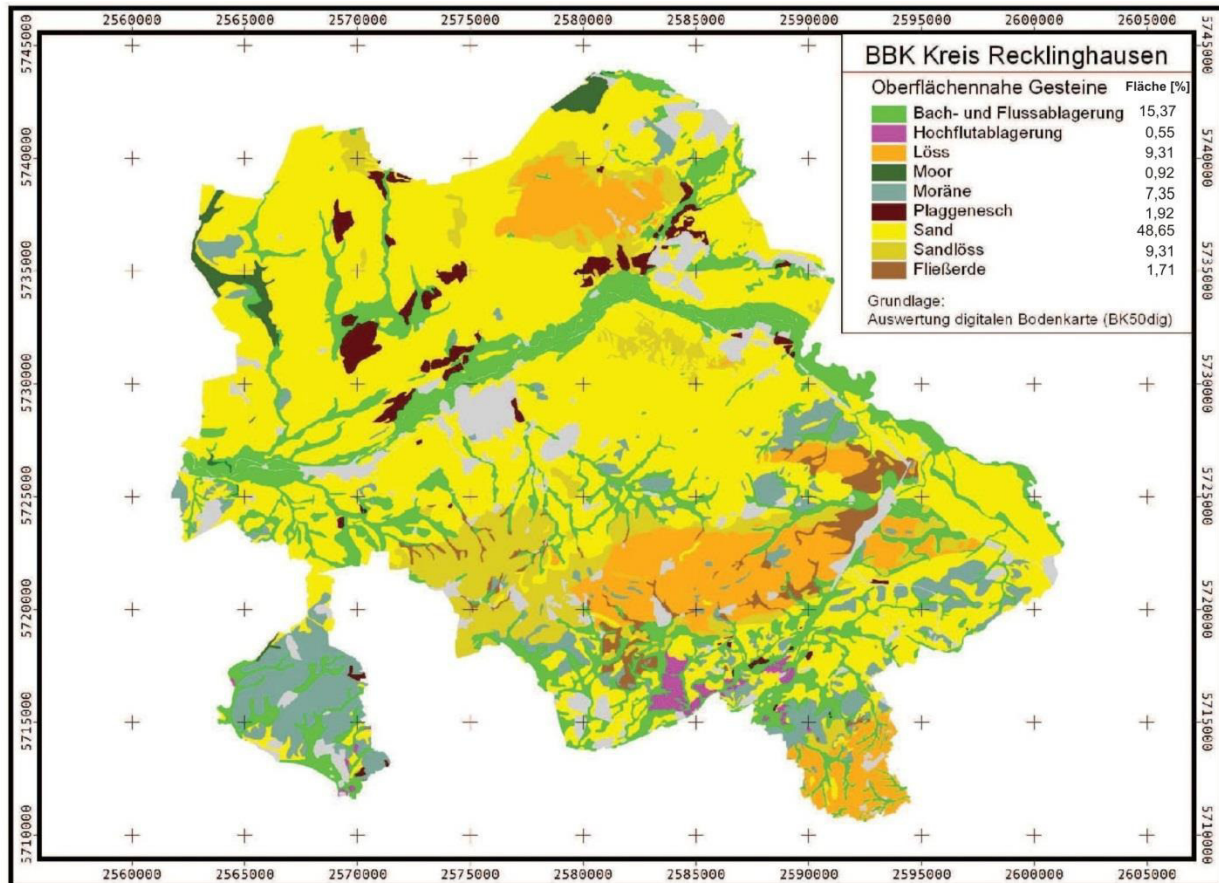
Das Tertiär (vor 66 bis 2,4 Mio. Jahren) war überwiegend durch Verwitterung, Abtragung und dem Ausbilden eines heute nicht mehr existierenden Flusssysteme geprägt. Ein temporärer Meeresvorstoß ist durch glaukonitische Sande (Walsum-Schichten) belegt. Entscheidend für die Entstehung der heutigen Landschaft und der Bodentypen ist das Eiszeitalter (Pleistozän), das vor ca. 2,4 Mio. Jahren begann. Vielfache Gletschervorstöße und -rückzüge der Saale-Kaltzeit, Lösseintrag vor allem während der Weichsel-Kaltzeit sowie Schmelzwasserströme, Moor- und Bodenbildung in den Warmzeiten, führten zu einem sehr heterogenen Gefüge. So trifft man z.B. auf Moränenmaterial, Torf, Fließerde, Löss und Flugsand. Im Zuge der zunehmenden Industrialisierung wurde das Material vielerorts durch künstliche Aufschüttungen überdeckt bzw. anderweitige anthropogene Überprägungen verändert.

Bodenlandschaften und ihre Nutzung

Die Vielfalt der verschiedenen Bodentypen wird durch unterschiedliches Ausgangsgestein und Relief, dem Einfluss des Klimas, der hydrologischen Situation und durch anthropogene Nutzung hervorgerufen. Dadurch kann es auch kleinräumig zu großer Heterogenität der Bodentypen kommen.

Aus der Karte der oberflächennahen Gesteine (Abbildung 1; Quelle GD NRW aus ISB 2002) geht hervor, dass Sand als Ausgangsgestein der Bodenbildung überwiegt. Daneben sind Löss, Sandlöss sowie Bach- und Flussablagerungen verbreitet.

Abbildung 1: Karte der oberflächennahen Gesteine und ihrer Flächenanteile



(Quelle GD NRW: aus ISB 2002)

Im Kreis Recklinghausen stellen Braunerden und deren Übergangsformen den häufigsten Bodentyp dar (Flächenanteil ca. 29 %; vgl. Tabelle 23), es folgen Gleye, Podsole und Pseudogleye mit 18 %, 17 % bzw. 12 % Flächenanteil. Auf das restliche ¼ der Fläche entfällt eine Vielzahl an Bodentypen wie Parabraunerden, Plaggenesche, Niedermoore und Auenböden.

Entsprechend der Tatsache, dass die Siedlungsdichte im Süden des Kreisgebietes höher ist, liegt der Schwerpunkt der naturnahen Nutzungen (Ackerland, Grünland, Forst) im Norden. Waldflächen, die insgesamt etwa ¼ des Kreisgebietes ausmachen (vgl. Tabelle 8) finden sich meist auf den quartär überprägten, leicht verfestigten, nährstoffarmen Sanden der Halterner Schichten; hierbei stellt die Kiefer die dominierende Baumart dar. Der Anteil mit ackerbaulicher Nutzung beträgt ca. 26 % und mit Grünlandnutzung rund 9 % (vgl. Tabelle 8).

Gewässernetz

Die Lippe stellt den größten Fluss im Kreisgebiet dar; sie bildet im Nordosten der Gemeinden Waltrop und Datteln die Kreisgrenze, bevor sie den Kreis in westlicher Richtung durchfließt (s. Abbildung 2). Im äußersten Süden durchfließt die Emscher im Bereich Herten, Recklinghausen und Castrop-Rauxel das Kreisgebiet.

Parallel zur Lippe verlaufen im Süden der Wesel-Datteln-Kanal und der Datteln-Hamm-Kanal. Beide Kanäle sind durch den Dortmund-Ems-Kanal verbunden. Er durchkreuzt das Kreisgebiet im Osten. In Richtung Südwesten geht der Dortmund-Ems-Kanal in den Rhein-Herne Kanal über.

Der Großteil der Nebenflüsse und Bäche entwässert in die Lippe. Im Süden dient die Emscher als Vorfluter. Im Zuge der langanhaltenden industriellen Nutzung des Gebiets wurden Lippe, Emscher sowie deren Nebenflüsse vielfach begradigt und als Abwasserkanäle genutzt. Der Rückgang des Bergbaus bedingte eine Minderung der Abwassermenge und ermöglicht nun eine unterirdische Abführung des Abwassers. Dies wird z.B. durch den Bau eines 51 km langen Emscherkanals realisiert (Baubeginn 2011). Somit können die oberirdischen Flussläufe renaturiert und die Wasserqualität gesteigert werden sowie Naherholungsgebiete und Biotop entwickelt werden (Quellen: <http://www.eqlv.de/wasserportal/emscher-umbau.html>).

Im Nordosten des Kreisgebietes erstrecken sich mehrere Seen. Hierzu zählen neben dem Halterner- und dem Hullener-Stausee auch die Silberseen im äußersten Norden des Stadtgebietes von Haltern. Diese Silberseen entstanden seit 1890 durch den industriellen Abbau des Quarzsandes der Halterner Schichten (Quelle: http://www.silbersee-haltern.info/index.php?article_id=20).

Abbildung 2: Kreisgebiet Recklinghausen inklusive Oberflächengewässer



Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Kreis_Recklinghausen (verändert)

3. Datengrundlagen

3.1. Nutzung und Einstufung der Naturnähe

Grundlage der Flächennutzung stellt die Nutzungskartierung des RVR (Regionalverband Ruhrgebiet) aus dem Jahr 2012 dar. Insgesamt kommen im Kreisgebiet Recklinghausen 157 unterschiedliche Nutzungen vor (siehe Anlage 1.1). Im Rahmen des vorliegenden Projektes werden dabei schwerpunktmäßig die naturnahen Nutzungen des Außenbereichs betrachtet, darüber hinaus – soweit möglich – auch die übrigen Nutzungen. Unter die naturnahen Nutzungen des Außenbereichs fallen dabei insbesondere Ackerflächen (inkl. Gartenbau), Grünland und Wiesen, Wald und Gehölzflächen (ohne Begleitgrün an Verkehrswegen) sowie Brachflächen. Unter die weniger naturnahen Flächen fallen insbesondere die Flächen des Siedlungsbereichs (Wohnbauflächen, gewerblich und industriell genutzte Flächen, Verkehrsflächen mit Begleitgrün, Flächen für Versorgungsanlagen und Gemeinbedarf, Grünanlagen sowie Anlagen für Sport und Freizeit). Separat betrachtet werden die Wasserflächen.

Die tabellarische Übersicht zur Flächennutzung – differenziert nach Hauptgruppen – kann folgender Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Anteil der Nutzungen (Hauptgruppen) am Kreisgebiet

Nutzung (Hauptgruppe)	Fläche [km ²]	Anteil an Gesamtfläche [%]
Acker + Gartenbau*	209,58	27,55
Wiesen und Weiden*	67,57	8,88
Wald, Gehölz*	198,04	26,03
Brache*	15,12	1,99
Siedlungsbereich (Innenbereich)	251,23	33,02
Wasserflächen	19,27	2,53
Summe	760,81	100

* i.d.R. naturnahe Nutzungen

Die zuvor genannten naturnahen Nutzungen nehmen mit 490,3 km² etwa 64,5 % des gesamten Kreisgebietes ein. Deren räumliche Verteilung geht aus Anlage 1.2 hervor.

Der Naturnähe der Nutzungen kommt ein großer Stellenwert im Rahmen der Bodenfunktionsbewertung zu. Da flächendeckend keine geeigneten Daten aus Bodenkartierungen vorhanden sind, kann die Bewertung der Naturnähe der Böden nicht anhand der Horizont- bzw. Substratabfolgen vorgenommen werden. Häufig

wird ein Verfahren gewählt, bei dem die Bewertung auf der Realnutzung einer Fläche basiert (z.B. IFUA 2011, RFNP 2010). Die Naturnähe stellt zwar keine eigenständige Bodenteilfunktion dar, kann aber ergänzend zur Bewertung der Schutzwürdigkeit des Bodens herangezogen werden.

Abstimmungsgemäß orientiert sich die Klassifikation der Realnutzung an der des Regionalen Flächennutzungsplans (RFNP) der an das Kreisgebiet Recklinghausen angrenzenden Städte Bochum, Essen, Gelsenkirchen, Herne, Mülheim a. d. Ruhr und Oberhausen. Dabei wird von einer fünfstufigen Skala ausgegangen:

- Wertestufe 1: Naturnähe sehr gering
- Wertestufe 2: Naturnähe gering
- Wertestufe 3: Naturnähe mittel
- Wertestufe 4: Naturnähe hoch
- Wertestufe 5: Naturnähe sehr hoch

Für Flächen mit Nutzungen der Wertestufen 1 bzw. 2 (z.B. Gewerbeflächen und Straßen bzw. Spiel- und Sportanlagen) wird angenommen, dass hier keine naturnahen Böden vorkommen (vgl. RFNP 2010). Die Wertestufe 4 umfasst insbesondere Grünland (Wiesen und Weiden) und ackerbaulich genutzte Flächen (inkl. Gartenbau); Waldflächen wird hingegen die Wertestufe 5 zugeordnet. Dabei wird im Fall der Wertestufen 4 und 5 davon ausgegangen, dass naturnahe Bodenverhältnisse vorliegen (RFNP 2010). Die Wertestufe 3, zu der Grünanlagen und ein Teil der weniger dicht bebauten Wohnbauflächen (Wohnen bis 3 Geschosse) etc. gehören, liegt im Übergang zwischen den naturnahen und den nicht naturnahen Böden.

In Anlage 1.1 sind die Wertestufen aufgelistet, die den einzelnen Nutzungskategorien zugeordnet wurden. Darüber hinaus wurde für Oberflächengewässer die Wertestufe -1 als Sonderkategorie vergeben (d.h. diese Bereiche werden in Bezug auf die Naturnähe nicht betrachtet).

3.2. Altstandorte und Altablagerungen

Bestimmte Flächen im Kreisgebiet sind aufgrund ihrer früheren Nutzung als altlastenverdächtig eingestuft; darunter fallen Altablagerungen und Altstandorte.

Insgesamt liegen im Kreisgebiet 1.204 Altstandorte mit einer Fläche von zusammen 46,46 km² sowie 608 Altablagerungen mit zusammen 24,79 km² (Quelle Kreis Recklinghausen, Stand 2017). Die räumliche Verteilung dieser Flächen mit Stand 2015 geht aus Anlage 1.4 hervor.

Die genannten Altstandorte und Altablagerungen werden in Abstimmung mit der Unteren Bodenschutzbehörde des Kreises Recklinghausen als Ausschlussflächen betrachtet, da hier durch anthropogene Einflüsse in der Regel von stark veränderten Böden auszugehen ist. Hier findet also keine Bewertung in Hinblick auf die Bodenfunktionen statt.

Hinzukommen zehn Bereiche mit dem Verdacht auf das Vorliegen schädlicher Bodenveränderungen, die zusammen eine Fläche von 2,83 km² einnehmen. Diese können allerdings im Rahmen der Bodenfunktionsbewertung Berücksichtigung finden, weil hier in erster Linie die stoffliche Bodenbelastung im Vordergrund steht, die z.T. sogar geogene bzw. pedogene Ursache hat und weniger Prozesse der Bodenumlagerung, Abgrabung und Auffüllung. Zu nennen wären hier insbesondere Areale mit geogener/pedogener Arsen-Anreicherung.

3.3. Bodenkarten

Zur Bewertung der Bodenfunktionen stellen Bodenkarten die zentrale Datengrundlage dar. Im Folgenden werden die für das Kreisgebiet Recklinghausen vorliegenden und für die weitere Bearbeitung verwendeten Kartengrundlagen erläutert.

3.3.1. DGK5 Boden und Folie 42

Die auf der Deutschen Grundkarte im Maßstab 1 : 5.000 (DGK5) basierende DGK5 Boden (DGK5 Bo) stellt eine Bodenkarte dar, in die die Ergebnisse der Reichsbodenschätzung, deren Anfänge auf die 1930er Jahren zurückgeht, eingearbeitet sind. Anhand dieser Karte lassen sich verschiedene Aussagen über den Boden landwirtschaftlich genutzter Flächen treffen, wobei Acker- und Grünlandflächen getrennt betrachtet werden.

ACKERFLÄCHEN

Ausgehend vom Anteil der Kornfraktion < 0,01 mm wird dem Boden eine **Bodenart** (= Körnungsklasse) zugeordnet, wobei im Fall Acker die Einteilung in neun

unterschiedliche Klassen erfolgt (Sand über Lehm bis Ton sowie Moor). Die **Zustandsstufe** berücksichtigt sieben Klassen, die den Entwicklungsgrad eines Bodens vom Rohboden (Stufe 7) über die Stufe mit maximaler Leistungsfähigkeit (Stufe 1) bis hin zur Endstufe der degradierten Böden (wiederum Stufe 7) beschreiben. Dabei besteht ein Zusammenhang zwischen Zustandsstufe und dem Bodentyp eines Standortes. Für Ackerflächen erfolgt weiterhin eine Differenzierung in Hinblick auf die **Entstehungsart** (geologisches Alter des Ausgangsgesteins), wobei die Einteilung in fünf verschiedene Gruppen erfolgt. Diese drei Faktoren werden für die Ermittlung der **Bodenzahl** benötigt, welche Auskunft über die Ertragsfähigkeit eines Ackerbodens gibt. Die maximal erreichbare Bodenzahl beträgt dabei 100. Je niedriger diese im konkreten Fall ausfällt, desto geringer ist die natürliche Ertragsfähigkeit des jeweiligen Bodens in Relation zum Maximum.

Unter Berücksichtigung von Klima (durchschnittliche Jahrestemperatur und Niederschläge) sowie der Hangneigung wird die Bodenzahl zur **Ackerzahl** modifiziert; es wird also berücksichtigt, inwieweit die örtlichen Gegebenheiten von den einheitlichen Bezugsgrößen (8°C mittlere Jahrestemperatur, 600 mm mittlere Jahresniederschlagssumme; ebene bis schwach geneigte Lage) abweichen.

Beispiel: **IS4D 37/36**

☞ lehmiger Sand der Zustandsstufe 4, Diluvialboden; mit Bodenzahl 37 bzw. Ackerzahl 36.

Zusätzlich vermerkt sind gegebenenfalls besondere natürliche Wasserverhältnisse (besonders günstig, zu viel bzw. zu wenig Wasser).

GRÜNLAND

Bei Grünland werden fünf verschiedene **Bodenarten** (Sand, lehmiger Sand, Lehm, Ton sowie Moor) und drei **Zustandsstufen** (I, II und III) differenziert, eine Unterteilung nach der Entstehungsart (Alter des Ausgangsgesteins) entfällt. Zusätzlich ausgewiesen werden jedoch vier **Klimastufen** (a, b, c, d) und fünf Wasserstufen bzw. **Wasserverhältnisse** (von sehr günstig bis sehr ungünstig, wobei insbesondere die Klassen ungünstig und sehr ungünstig noch mal hinsichtlich nass bzw. trocken unterschieden werden, z.B. gekennzeichnet als 4 bzw. 4- und 5 bzw. 5-). Aus der Kombination der vier genannten Faktoren errechnet sich die

sogenannte **Grünlandgrundzahl**. Aus dieser Grünlandgrundzahl wird die **Grünlandzahl** abgeleitet, die zusätzlich die standörtlichen Besonderheiten (z.B. Pflanzenbestand, Relief usw.) beinhaltet.

Beispiel: **LIIb3 43/38**

☞ Lehm der Zustandsstufe II, Klimastufe b, Wasserverhältnisse 3; mit Grünlandgrundzahl 43 bzw. Grünlandzahl 38.

Bodenzahl bzw. Grünlandgrundzahl werden im Weiteren als Bodenwertzahl 1 (**BWZ 1**) angesprochen, Ackerzahl bzw. Grünlandzahl als Bodenwertzahl 2 (**BWZ 2**).

Schätzungen für bestimmte seltene Nutzungen (z.B. Berieselungsflächen, Hackraie, Hutungen und Streuwiesen) oder sogenanntes Geringstland (d.h. Flächen geringster Wertigkeit) entfallen; so wird im Fall von Hutungen und Streuwiesen keine BWZ 1 angegeben, bei Geringstland entfallen beide Bodenwertzahlen.

Bei wechselnder Acker- und Grünlandnutzung ist das Klassenzeichen eingeklammert und wird für die bevorzugte Nutzung angegeben, z.B. (IS4D) 37/36.

Ebenfalls in der DGK5 Boden zu finden sind Profilsäulen, die den Boden bis in 2 Meter Tiefe knapp beschreiben:

- zusammenfassende Bodenart mit Angaben zum Ausgangsgestein,
- kartierter Bodentyp,
- dazugehörige Klassenzeichen (ohne Wertzahlen),
- Schichtung der Bodenarten mit typischen Merkmalsbeschreibungen.

Die Erstellung der Profile und deren räumliche Zuordnung erfolgten im Nachgang der eigentlichen Bodenschätzung durch den Geologischen Dienst (GD). Letztlich wird jeder Fläche als Einheit der Bodenschätzung ein derartiges repräsentatives Profil zugeordnet. Während die Angaben für den oberen Meter aus den Daten der Bodenschätzung selbst abgeleitet wurden, sind die des zweiten Tiefenmeters als wesentlich unsicherer zu betrachten, da sie aus anderen Datenquellen (z.B. Geologischen Karten) rekonstruiert wurden.

Die so genannte **Folie 42** (digitalisierte DGK5 Boden) der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) beinhaltet die Geometrien (Vektordaten) der Schätzungsflächen (Polygone), die Klassenzeichen sowie die Wertezahlen. Darüber hinaus notwendig ist die Nummer der jeweiligen Profilsäule.

Den Profilsäulen müssen eindeutige Nummern zugeordnet werden (bestehend aus der betreffenden Karte und der Nr. des Profils; z.B. 4312_13_02), um sie anschließend mit den Polygonen aus Folie 42 zu verknüpfen.

Für die weitere Vorgehensweise ist die Qualität der DGK5 Boden in Hinblick auf die bodenkundlichen Angaben (Zuordnung von Profilen, Zuordnung des betreffenden Bodentyps und Aggregation von Flächen zu Einheiten) von Bedeutung. Dazu erfolgte eine Einstufung durch den Geologischen Dienst, wobei letztlich drei Qualitäten unterschieden werden: gut, mittel und gering (ungenügend). Aus dieser Einstufung ist allerdings kein Hinweis auf die Qualität der im Klassenzeichen berücksichtigten Angaben selbst, z.B. der Bodenwertzahlen, abzuleiten.

Die bodenkundlichen Angaben für die Profile auf den Kartenblättern, deren Qualität als "gut" eingestuft wurde, sind dabei am verlässlichsten anzusehen.

Bei Kartenblättern, die von "mittlerer" Qualität sind, ist es zweckmäßig die Profilsäulen zunächst unter Hinzuziehung bodenkundlicher, geologischer und topographischer Informationen auszuwerten und diese bei Bedarf in eine moderne bodenkundliche Nomenklatur zu übersetzen, was im Rahmen der sogenannten Feinübersetzung erfolgt (FELDWISCH 2008).

Bei Kartenblättern von "ungenügender" Qualität können - neben einer veralteten bodenkundlichen Nomenklatur - fehlerhafte Flächenaggregationen auftreten; d.h. bodenkundlich sehr unterschiedliche Flächen werden zu einer Durchschnittsprofilsäule zusammengefasst. In diesem Fall kann es sinnvoll sein, Nachkartierungen in den betreffenden Bereichen vorzunehmen (FELDWISCH 2008).

Die vom Kreis Recklinghausen übergebene Version der **Folie 42** wurde soweit als möglich in Hinblick auf Klassenzeichen, Wertepaare und eindeutige Profilsäulen-Nr. überprüft, ggf. korrigiert und komplettiert. Die Zuordnung der eindeutigen Profil-Nr. erfolgte dabei durch den Geologischen Dienst (GD). Im Fall der DGK5

Boden mit der Nr. 9410 (bzw. 4410_20), die sich auf den süd-östlichen Randbereich von Castrop-Rauxel erstreckt, war dies allerdings nicht möglich, da diese Karte nach Auskunft des GD nicht verfügbar ist.

Um detaillierte Auswertungen vornehmen zu können, wurden die Klassenzeichen in einem ersten Arbeitsschritt in ihre einzelnen Bestandteile zerlegt (i.e. Nutzung, Bodenart, Zustandsstufe und ggf. Entstehungsart, Klima- und Wasserstufe sowie sonstige Zusätze).

Die Klassenflächen der Reichsbodenschätzung beinhalten - neben den Informationen aus dem Klassenzeichen - über die zugewiesenen Profilsäulen zusätzlich die Zuordnung eines Bodentyps inkl. etwaiger zusätzlicher Bemerkungen. Zur systematischen Bearbeitung wurden auch diese digital erfasst.

Im Ergebnis besteht die Folie 42 aus 19.659 Einzelflächen (Polygone), die insgesamt 291,17 km² umfassen. In 18.014 Fällen konnten formal korrekte Klassenzeichen zugeordnet werden (dies entspricht 271,64 km² bzw. 93,3 %). Bei 1.645 Flächen war die Zuordnung eines Klassenzeichens nicht möglich bzw. das zugeordnete Klassenzeichen war unvollständig (so fehlten beispielsweise Angaben zur Zustandsstufe); die betreffenden Flächen nehmen mit 19,53 km² etwa 6,7 % der Gesamtfläche der Folie 42 ein. Gründe für die Unvollständigkeit der Klassenzeichen liegen insbesondere darin, dass es sich bei den betreffenden Flächen um eine Neukultur handelt, für die eine Nachschätzung erforderlich wäre. Die räumliche Darstellung zu diesem Sachverhalt enthält Anlage 1.5.

Weiterhin konnten 18.322 der insgesamt 19.659 Polygone eine konkrete Profilsäule zugeordnet werden. In 1.337 Fällen (mit zusammen 6,27 km²; entspricht 2,13 % der betrachteten Fläche) war dies nicht möglich (keine eindeutige Zuordenbarkeit auf Grundlage der DGK5 Boden bzw. keine Angaben zu den Profilen im Bereich der fehlenden DGK5 Boden). Auch unter den Polygonen mit zuzuordnenden Profilen fehlte in 1.653 Fällen die Angabe eines Bodentyps als wesentliche Information; die betreffenden Flächen nehmen zusammen 26,53 km² ein; dies entspricht 9,1 % der betrachteten Fläche. Die räumliche Verteilung der Flächen mit fehlenden Angaben in Hinblick auf die Profile kann Anlage 1.6 entnommen werden. Es fällt auf, dass ein Schwerpunkt im Bereich der Rieselfelder zwischen

Datteln und Waltrop liegt sowie ein weiterer Schwerpunkt im Nord-Westen der Stadt Dorsten.

Eine Übersicht, differenziert nach der qualitativen Einstufung der zugrunde gelegten Kacheln der DGK5 Boden findet sich in Anlage 1.7. Daraus wird deutlich, dass die Kacheln mit geringer Qualität der bodenkundlichen Angaben im Kreisgebiet dominieren. Die Flächen mit mittlerer bzw. guter Qualität liegen vornehmlich im Süden der Stadt Castrop-Rauxel.

3.3.2. Digitale Bodenkarte 1 : 50.000 (BK50)

Die vom Geologischen Dienst NRW (GD) herausgegebene Bodenkarte im Maßstab 1 : 50.000 (**BK50**), die für das gesamte Untersuchungsgebiet in digitaler Form vorliegt, beinhaltet Informationen zu den physiko-chemischen Eigenschaften des Bodens, dem Bodentyp, den Grundwasserverhältnissen und zum Stauwasser. Für 38 Flächen mit insgesamt 14,58 km² allerdings liegen keine diesbezüglichen Angaben vor; betroffen sind dabei insbesondere Gewässer und Bergehalden.

Des Weiteren sind Auswertungen des Geologischen Dienstes (GD) in Hinblick auf eine Schutzwürdigkeit der Böden in dieser Bodenkarte enthalten. Diese beziehen sich auf die Teilfunktionen **natürliche Bodenfruchtbarkeit**, das **Biotopotenzial** für Extremstandorte (im Bereich des Kreises Recklinghausen fallen darunter konkret Grundwasserböden, Staunässeböden, Moorböden und trockene, tiefgründige Sandböden) sowie die **Archivfunktion** in Bezug auf die Kulturgeschichte (hier Plaggenesch) bzw. die Naturgeschichte (hier Böden aus kreidezeitlichem Gestein).

Dabei erfolgt eine Differenzierung der Schutzwürdigkeit in bis zu drei Klassen (schutzwürdig **sw1_xx**, sehr schutzwürdig **sw2_xx** und besonders schutzwürdig **sw3_xx**). Insgesamt nehmen die als schutzwürdig eingestuften Böden eine Fläche von 277,08 km² ein, dies entspricht einem Flächenteil von 36,42 % an der Kreisfläche. Dabei dominieren solche mit den Kriterien Bodenfruchtbarkeit und Biotopotenzial (hier trockene, tiefgründige Sandböden).

Alle anderen Böden fallen in den Bereich der sonstigen Böden (d.h. ohne Einstufung in Hinblick auf die Schutzwürdigkeit).

Die Lage der schutzwürdigen Böden gemäß Auswertung des GD innerhalb des Kreisgebietes kann Anlage 1.8 entnommen werden. Die flächenstatistische Auswertung hierzu findet sich in Anlage 1.9.

3.3.3. Digitale Bodenkarten 1 : 5.000 (BK5 digital)

Für einen Teil des Kreisgebietes liegen großmaßstäbige Bodenkarten im Maßstab 1 : 5.000 vor (vgl. Anlage 1.10). Dabei handelt es sich um elf Karten, die insgesamt 121,6 km² des Kreisgebietes abdecken (vgl. Tabelle 3). Dies entspricht einem Flächenanteil am 761 km² großen Kreisgebiet von knapp 16 %.

Tabelle 3: Digitale Bodenkarten innerhalb des Kreisgebietes im Maßstab 1 : 5.000

Bezeichnung	Namen	Betrachtete Nutzungen	Jahrgang Bodenaufnahme	Anzahl Polygone*	Fläche* [km ²]
F8703_cut*	Borken	Forst	1987-1988	17	0,10
F8804_cut*	Reken	Forst	1988	12	0,52
F8902_cut*	Dülmen	Forst	1989-1991	155	3,29
L9603	Dorsten, Bergbaunordwanderung	Landwirtschaft	1997-1999	1.619	34,60
L9701	Wulfen-Lippramsdorf, Fürst Leopold	Landwirtschaft	1999-2000	988	25,97
L9702	Datteln-Bockum	Landwirtschaft	1998-1999	175	2,64
L9810	Lippramsdorf, Auguste-Victoria	Landwirtschaft	2000	884	23,45
LA235_cut**	Recklinghausen	Landwirtschaft	1977	86	13,85
LA537_cut***	Bochum, LP	Landwirtschaft	k.A.	10	0,20
W9702	Üfter Mark, WSG	Landwirtschaft	1999	265	6,39
W9904	Oer-Erkenschwick, WSG	Landwirtschaft	2002	327	10,56
Summe				4538	121,57

* innerhalb des Kreisgebietes

** außerhalb von W9904 (Hinweis: mit Legende; ohne Erläuterungen; ohne Auswertung hinsichtlich der Schutzwürdigkeit)

*** innerhalb des Kreisgebietes (Hinweis: synonym auch LA093; ohne Erläuterungen; ohne Auswertung hinsichtlich der Schutzwürdigkeit)

Den Karten, die in Hinblick auf eine konkrete Fragstellung (Verfahren) erstellt wurden, liegen im Wesentlichen bodenkundliche Aufnahmen aus dem Zeitraum 1987 bis 2002 zugrunde. Zudem sind wie bei der BK50 (s. Kapitel 3.3.2) Auswertungen in Bezug auf eine Schutzwürdigkeit hinsichtlich verschiedener Bodenfunktionen Bestandteil der Karten.

Bei zwei Karten allerdings sind die Erhebungen älter (LA235 und vermutlich auch LA537); eine Auswertung in Hinblick auf schützenswerte Böden (swb) ist in diesen

beiden Fällen nicht erfolgt. Ebenso ist die dazugehörige Dokumentation nicht vollständig. Die Karte LA235 überschneidet sich räumlich mit der aktuelleren Karte W9904. Zur weiteren Verwendung wird daher nur derjenige Teil der Karte LA235 herangezogen, für den eine derartige Überschneidung nicht vorliegt.

Im Rahmen der weiteren Datenaufbereitung der verschiedenen digitalen BK5 Karten wurden die außerhalb des Kreisgebietes Recklinghausen gelegenen Anteile entfernt, Überschneidungen der Karten untereinander beseitigt und die Einzelkarten in einen gemeinsamen Layer mit einheitlicher Attributtabelle zusammengeführt.

Die gemeinsame Attributtabelle wurde von Spalten ohne Einträge bereinigt. Ebenso entfernt wurden redundante Spalten. Die Identifikation der einzelnen Polygone erfolgt über eine eindeutige Nummer (Rec_BK5) bzw. eine eindeutige Bezeichnung (Einheit_BK5, bestehend aus der Flächen-ID in Kombination mit der dazugehörigen Karte; z.B. 62/L9603).

Eine weitergehende Aufbereitung erfolgte in Bezug auf die der jeweiligen Einheit-BK5 zugeordneten Boden_Einheit (z.B. >G652):

- Abtrennung des ggf. vorangestellten Varietäten-Symbols (z.B. > = *Boden aus anthropogener Aufschüttung*)
- Freistellung des Bodentyps (Norm-Subtypen, z.B. G = *Gley*; bei Übergangssubtypen werden beide genannt, wobei der letztere den bestimmenden darstellt, z.B. P-G = *Podsol-Gley*; sofern ein Bodentyp einen anderen überlagert wird dies durch ein "/" symbolisiert; z.B. K/L = *Kolluvisol über Parabraunerde*)
- Freistellung der Bodenartengruppe der obersten Bodenartenschicht (z.B. 6 = *sandig-schluffig*)
- Freistellung der Mächtigkeit der obersten Bodenartenschicht (z.B. 5 = *≥ 20 dm*)
- ggf. Freistellung des Basengehaltes (nur bei Waldböden angegeben) (z.B. 2 = *basenarm*)

3.3.4. Analoge Bodenkarten 1 : 5.000 (BK5 analog)

Neben den bereits erläuterten großmaßstäbigen Bodenkarten, die in digitaler Form zur Verfügung gestellt wurden, liegen für das Kreisgebiet diverse analoge Karten im Maßstab 1 : 5.000 vor; einzelne Karten wurden allerdings nur im Maßstab 1 : 10.000 aufgenommen. In der Regel waren die Kartenblätter georeferenziert.

Folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung der entsprechenden Bodenkarten, wobei Karten, die auch in digitaler Form vorliegen, nicht mit aufgeführt sind. Auf die Verwendung der Karte F6002 (Stadtwald Haltern) wurde in Anbetracht des Alters der bodenkundlichen Erhebung, des kleineren Maßstabs und der Begrenzung auf forstlich genutzte Flächen und nicht zuletzt der fehlenden Georeferenzierung verzichtet.

Einen Eindruck von der ungefähren räumlichen Erstreckung der Karten gibt Anlage 2.3.

Tabelle 4: Analoge Bodenkarten innerhalb des Kreisgebietes im Maßstab 1 : 5.000 (z.T. 1 : 10.000)

Name	Verfahren	Anlass	Jahrgang	Maßstab	Anzahl*	Bemerkung
F6002**	Stadtwald Haltern	forstliche Standortkartierung	1960	1:10.000	2	mit Erläuterungen, Legende
F8201	Bottrop	forstliche Standortkartierung	1985	1:5.000	11	mit Erläuterungen, Legende, Übersichtskarte
F8301	Dorsten	forstliche Standortkartierung	1986	1:5.000	19	mit Erläuterungen, Erläuterung Anlagen, Legende, Übersichtskarte
F8401	Raesfeld	forstliche Standortkartierung	1986	1:5.000	14	mit Erläuterungen, Erläuterung Anlagen, Legende, Übersichtskarte
L8602	Olfen	Nordwanderung des Ruhrbergbaus	1990	1:5.000	12	mit Erläuterungen, Legende, Übersichtskarte
LA517	Emscherniederung	Landschaftsplan	1978	1:10.000	8	mit Erläuterungen, Legende
LA521	Rhade III	landwirtschaftliche Standorterkundung	1987	1:5.000	5	Übersicht in Erläuterungen
LA566	Lippramsdorf	Gutachten	1981	1:5.000	1	ohne Erläuterungen; Legende im Rand; weitere Darstellungen (u.a. Brunnen)
N9201	Wienbach	geplantes Naturschutzgebiet	1991	1:5.000	2	ohne Erläuterungen; Legende im Rand
N9405	Sythener/Uphuser Mark	Naturschutzgebiet	1998	1:5.000	1	mit Legende inkl. Erläuterungen
N9407	Der Linnert	Naturschutzgebiet	1999	1:5.000	2	mit Legende inkl. Erläuterungen
N9411	Westruper Heide	Naturschutzgebiet	1995	1:5.000	1	Legende innerhalb der Karte
N9420	Postwegemoore	geplantes Naturschutzgebiet	1996	1:5.000	1	mit knapper geologisch-bodenkundlicher Erläuterung
NA1028	Heubachniederung	Naturschutzgebiet	1992	1:5.000	1	Legende innerhalb der Karte
NA1056	fehlt	---	---	---	---	fehlt; liegt im Bereich von W9702
NA2051	Wessendorfer Eiben	geplantes Naturschutzgebiet	1986	1:5.000	1	ohne Erläuterungen; Legende im Rand
NA2126	Silvertbachaue	geplantes Naturschutzgebiet	1990	1:5.000	2	ohne Erläuterungen; Legende innerhalb der Karte
NA2164	Witte Berge/Deutener Moor	Naturschutzgebiet	1990	1:5.000	1	ohne Erläuterungen; Legende innerhalb der Karte

* Anzahl von Kacheln; ** ohne Berücksichtigung

Da die Karten nicht digital als Polygone vorliegen, können sie ohne aufwändige Digitalisierung nicht direkt zur Bodenfunktionsbewertung herangezogen werden. Allerdings ist eine Verwendung zum Abgleich und zur Validierung bodenkundlicher Informationen anderer vektorell vorliegender Daten (z.B. der Folie 42) zweckdienlich.

3.3.5. Analoge Stadtkarte Recklinghausen

Im Zuge der geologisch-bodenkundlichen Kartierung des Stadtkreises Recklinghausen von 1955 wurde das Stadtgebiet zum Zwecke einer besseren Stadtplanung untersucht (AfB 1955). Ausgenommen wurden der Stadtkern, stark besiedelte Gebiete in Recklinghausen-Süd sowie Industriegelände. In den Sommermonaten der Untersuchungsjahre 1952-53 wurden auf jedem Quadratkilometer zwischen 170 bis 230 Handbohrungen bis in eine Tiefe von 4 m u. GOK vorgenommen. Auf dem Untersuchungsgebiet von 46 km² wurden demzufolge ca. 10.000 Bohrungen niedergebracht. Es entstanden folgende Karten im Maßstab 1 : 5.000:

- Eine Bodenkarte, welche die die Bodenarten bis in eine Tiefe von 4 m beschreibt sowie die Grundwasserverhältnisse charakterisiert.
- Eine Wasser- und Baugrundplanungskarte, welche die Wasserverhältnisse hinsichtlich des Baugrundes und die Baugrundverhältnisse charakterisiert.
- Eine Bodeneignungskarte, welche den Bodenwert beinhaltet und Hinweise für die ackerbauliche Nutzung und die Eignung für Kleingärten gibt.

Die Bodentypen werden in der beigefügten Erläuterung nur exemplarisch den Bodenarten zugewiesen, eine eindeutige, ortsbezogene Verteilung der Bodentypen ist durch die Stadtkarte Recklinghausen nicht gegeben (AfB 1955). In dem bereitgestellten Material war die Bodeneignungskarte nicht vorhanden und konnte deshalb nicht eingesehen werden. Die Karten sind durch ihre Informationsfülle und unterschiedliche Farbintensitäten der gleichen Farbe auf unterschiedlichen Kartenblättern recht schlecht zu lesen.

Für die Erstellung einer Digitalen Bodenfunktionskarte ist die Nutzung der Stadtkarte Recklinghausen insgesamt als wenig sinnvoll einzuschätzen. Zwar könnten durch eine sehr zeitaufwendige Digitalisierung detaillierte Daten über Bodenart und Grundwasserflurabstand bis in eine Tiefe von 4 m gewonnen werden, allerdings wären diese Daten nur eingeschränkt mit den Daten des gesamten Kreises vergleichbar.

Belastbarere Daten sind hingegen aus der flächendeckenden Aufarbeitung der DGK5 Bodenprofile und der vorhandenen Daten zum Grundwasserflurabstand

(vgl. Kapitel 3.4.1) abzuleiten. Außerdem ist der GW-Spiegel starken Schwankungen durch anthropogene und klimatische Einflüsse unterworfen, sodass sich die Nutzung aktueller Daten (vgl. Kapitel 3.4.1) als zweckdienlicher erweist als Daten aus dem Jahr 1955. Allenfalls können Hinweise zum Vorkommen von Anmoor bzw. Moorerde und Torf zur Validierung von Anmoorböden und Moorböden verwendet werden; ebenso Signaturen zum Vorkommen von Staunässe zur Validierung von Pseudogleyen.

3.4. Sonstige Datengrundlagen

Zur Bearbeitung der Bodenfunktionskarte Kreis Recklinghausen wurden weitere Datengrundlagen herangezogen, die im Folgenden kurz erläutert werden.

3.4.1. Grundwasserflurabstand

Der Grundwasserflurabstand stellt eine wichtige Einflussgröße für die Bodenentwicklung (z.B. Gleye), aber auch die Bodenfunktionen, insbesondere die Biotopentwicklung, dar. Zur Projektbearbeitung wurden zwei unterschiedliche Datengrundlagen zur Verfügung gestellt:

- Zum einen handelt es sich um Isolinien zum Grundwasserflurabstand (Quelle LANUV) aus der Verschneidung der Grundwassergleichenkarte (Daten aus dem Jahr 1988) mit dem digitalen Geländemodell (dgm 5). In der Regel beziehen sich die Angaben auf das obere Grundwasserstockwerk, wobei aber Ausnahmen auftreten (z.B. Bezug auf Stauwasserhorizonte); weiterhin treten Unzulänglichkeiten im Bereich von grundwasserwirksamen Störungen auf. Bis auf einen kleineren Bereich im Süd-Osten des Kreisgebietes liegen die Daten flächendeckend vor.
- Zum anderen liegen digitale Rasterdaten zum Grundwasserflurabstand (Quelle Emschergenossenschaft/Lippeverband) aus mehreren Modellregionen im Kreis Recklinghausen vor, wobei allerdings nicht das gesamte Kreisgebiet abgedeckt ist. Während zur Erstellung des Grundwassermodells für das Modellgebiet "Olfen" Grundwasserdaten aus dem Jahr 1992 herangezogen wurden, basieren die übrigen Modelle auf aktuelleren Daten zum Grundwasser.

Die Differenzierung der Rasterdaten zum Grundwasserflurabstand nach Abstandsklassen (Quelle Emschergenossenschaft/Lippeverband) geht aus folgender Tabelle 5 hervor.

Tabelle 5: Klassen zum Grundwasserflurabstand (Quelle EG/LV)

Farbsymbol	Grundwasserflurabstand (u. GOK)
83	< 0,0 m
86	0,0 m bis 0,5 m
89	0,5 m bis 1,0 m
92	1,0 m bis 1,5 m
95	1,5 m bis 2,0 m
98	2,0 m bis 2,5 m
101	2,5 m bis 3,0 m
103	3,0 m bis 3,5 m
105	3,5 m bis 5,0 m
107	> 5,0 m

Allerdings ist anzumerken, dass die Klassen zum Grundwasserflurabstand für den südlichen Bereich des Kreisgebietes weniger differenziert sind (0-1,5 m; 1,5 m-2,5 m; 2,5 m-3,5 m; 3,5 m-5 m; > 5 m).

Die Isolinien (Quelle LANUV) weisen folgende Werte auf:

0,5 m, 1 m, 3 m, 5 m und > 10 m (Angabe u. GOK)

Die Übersichtskarte mit den Darstellungen zum Grundwasserflurabstand findet sich in Anlage 1.11.

3.4.2. Bodendenkmäler und Geotope

Schutzwürdige Objekte im Rahmen der Archivfunktion stellen sowohl Bodendenkmäler als auch Geotope dar; ebenso thematisch verwandte Naturdenkmäler, wie z.B. Findlinge (nicht aber Bäume etc.). Für das Kreisgebiet liegen folgende flächenhafte Angaben für Bodendenkmäler vor (vgl. Anlage 1.12).

- Datteln: n = 13 mit insgesamt 0,38 km² Fläche (Quelle: Stadt Datteln 2016)
- Haltern: n = 47 mit insgesamt 1,18 km² Fläche (Quelle: Flächennutzungsplan 2014)

- Marl: n = 7 mit insgesamt 0,24 km² Fläche (Quelle: Stadt Marl 2015)
- Oer-Erkenschwick: n = 6 mit insgesamt 0,19 km² Fläche (Quelle: Flächennutzungsplan 2014)

Darüber hinaus liegen punktuelle Angaben zu vorhandenen bzw. vermuteten Bodendenkmälern vor:

- Dorsten: n = 17 (Quelle: Flächennutzungsplan 2014)
- Oer-Erkenschwick: n = 8 (Quelle: Flächennutzungsplan 2014)*

* sechs der acht Standorte liegen dabei im Bereich der zuvor genannten Polygone.

Im Kreisgebiet befinden sich 23 flächenhaft abgegrenzte Geotope (Quelle Geologischer Dienst NRW), die insgesamt eine Fläche von 2,07 km² einnehmen. Hinzukommen acht als Punkte dargestellte Geotope, wobei es sich in allen Fällen um Findlinge handelt.

In folgender Tabelle 6 sind die genannten Geotope aufgelistet.

Tabelle 6: Geotope im Kreis Recklinghausen (Quelle Geologischer Dienst)

GT_ID	Typ	Bezeichnung	Fläche [m²]	X	Y
1	Fläche	Duenengebiet Witte Berge ca. 3 km suedlich Rhade	626.687	358.368	5.732.040
2	Fläche	Brotmannshoehle in der Emmelkaemper Mark, nordoestlich Kreuzung B 58 - B 224	10.331	357.449	5.730.682
3	Fläche	Altarm des Muehlenbachs in Stockwiese	2.142	377.138	5.736.158
4	Fläche	Aufschluss der "Halterner Sande", Sandgrube westlich von Sythen <Up-huser Mark>	41.147	375.084	5.737.664
5	Fläche	Duenengebiet Westruper Heide im Suedosten des Halterner Stausees	693.314	378.241	5.733.134
6	Fläche	Blutsteine oestl. von Sythen	615	379.309	5.736.440
7	Fläche	Aufschluss in Halterner Sanden, Sandgrube noerdl. von Dorsten-Holsterhausen	94.246	357.054	5.729.540
8	Fläche	Quellgruppe am Telgenbusch nordoestlich von Bertlich	21.121	368.297	5.720.190
9	Fläche	Kame "Kaninchenberg" westlich von Oer-Erkenschwick	75.102	377.317	5.723.692
10	Fläche	Gernebachquelle in der Haard westl. Wirtshaus Jammertal	2.412	379.089	5.727.683
11	Fläche	Silvertbachtal suedwestl. von Sinsen	34.904	373.913	5.724.680
12	Fläche	Quelle suedlich von Alt-Oer <Oer-Erkenschwick>	9.591	377.549	5.721.853
13	Fläche	Ehemalige Ton- und Torfgrube in der Haard	437	379.267	5.726.383
14	Fläche	Aufschlusse am Stimberg noerdlich von Oer-Erkenschwick	18.746	379.535	5.725.336
15	Fläche	Quelle oestlich des Gehoefes Schneider bei Datteln-Redde	2.850	383.144	5.725.946
16	Fläche	Lippe-Altarm noerdlich Gehoeft Geismann, noerdlich Datteln	12.597	385.095	5.727.732
17	Fläche	Lippe-Altarm nordwestlich Gehoeft Brauckmann-Berger, N' Datteln	49.539	385.651	5.727.047
18	Fläche	Muehlenbach bei Gestuet Peveling, noerdlich Datteln	133.065	386.029	5.726.672
19	Fläche	Emscher-Mergel-Aufschluss, Steinbruch in Waltrop-Brockenscheidt	70.885	391.677	5.720.274
20	Fläche	Alte Lippe-Schleife bei Gehoeft Billmann, nordoestlich von Waltrop	7.661	392.085	5.723.435
21	Fläche	Lippe-Altarm oestlich des Gehoefes Neuhaus, nordoestlich von Waltrop	24.246	392.425	5.723.759
22	Fläche	Talung "Im Wagenbruch" zwischen Obercastrop und Merklinde	125.150	382.719	5.710.333
23	Fläche	Emscher-Mergel-Aufschluss, ehemalige Ziegeleigrube suedlich von Obercastrop	13.973	382.841	5.710.618
24	Punkt	Findling Schleuse Flaesheim	k.A.	378.502	5.731.218
25	Punkt	Findling an der Einfahrt der Quarz-Werke Flaesheim	k.A.	379.139	5.730.677
26	Punkt	Findling am Weg suedlich der Sandgrube der Quarzwerke Flaesheim	k.A.	379.301	5.729.576
27	Punkt	Findlinge suedlich des Dachsberges	k.A.	377.978	5.729.095
28	Punkt	Findling in der Haard oestl. der Weseler Berge	k.A.	376.421	5.728.827
29	Punkt	Findling an der Parkplatzeinfahrt	k.A.	377.722	5.725.114
30	Punkt	Findling in der Haard nordoestl. Wirtshaus Jammertal	k.A.	380.669	5.727.865
31	Punkt	Findling suedoestlich der Brandheide	k.A.	381.051	5.716.681

Weiterhin liegen punktuelle Angaben zu 20 Findlingen, die als Naturdenkmäler ausgewiesen sind, vor (Quelle LANUV).

Im Weiteren wurden die punktuell dargestellten Objekte mit einer Pufferfläche ($r = 5 \text{ m}$; mit 78 m^2) versehen und mit den flächenhaft abgegrenzte Objekten zu einem gemeinsamen Daten-Layer vereinigt ($n = 149$ mit insgesamt $4,04 \text{ km}^2$).

Anlage 1.12 enthält die räumliche Darstellung der genannten Schutzobjekte als Übersicht.

3.4.3. Versiegelung

Da in den versiegelten Bereichen die Bodenfunktionen stark gestört bzw. gar nicht mehr vorhanden sind, stellen entsprechende aktuelle Daten eine wichtige Grundlage dar. Diese Datengrundlage (Stand 2012) wurde von der Emschergenossenschaft (EG) / dem Lippeverband (LV) zur Verfügung gestellt. Die insgesamt 600.456 Polygone nehmen eine Fläche von 116,92 km² ein (entspricht 15 % des Kreisgebietes), wobei sechs verschiedene Typen von versiegelten Objekten unterschieden werden (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7: Fachbedeutung der befestigten Flächen (Quelle EG/LV)

Objektschlüssel	Bedeutung
2100	Dachflächen, Gebäude
2200	öffentliche Verkehrsflächen
2300	private, saubere Flächen (Zuwegungen an und zu Gebäuden, Terrassen etc.)
2400	private, schmutzige Flächen (Garagenzufahrten, befahrbare Wege, Garagenhöfe etc.)
0060	Halden und Deponien (in Betrieb)
0070	Halden und Deponien (rekultiviert)

Die räumliche Darstellung der versiegelten Flächen findet sich als Zusatzinformation auf der Karte der Flächennutzung (s. Anlage 1.2).

3.4.4. Bodenbelastungskarte (BBK)

Im Jahr 2002 wurde für den Kreis Recklinghausen eine digitale Bodenbelastungskarte nach der für NRW entwickelten Methodik erstellt (ISB 2002), die im Jahr 2003 noch einmal überarbeitet bzw. ergänzt wurde (ISB 2004). Dargestellt wird dabei die aus Punktdaten mittels Interpolation flächenhaft geschätzte stoffliche Belastung des Oberbodens für den Außenbereich, d.h. die Nutzungen Acker, Grünland und Wald. Betrachtet wurden dabei die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Thallium, Zink und das Halbmetall Arsen sowie aus der Gruppe der organischen Schadstoffe die PAK inkl. Benzo(a)pyren und die PCB (PCB₆). Die Auswertung der geschätzten Gehalte erfolgte in Hinblick auf die in der BBodSchV genannten Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte.

Gemäß Richtlinie¹ besteht die Möglichkeit, die in der BBK dargestellte stoffliche Bodenbelastung im Rahmen der Bodenfunktionsbewertung in Form eines Malus (z.B. bei einer flächenhaft geschätzten Prüf- bzw. Maßnahmenwertüberschreitung) oder eines Bonus (z.B. sofern sämtliche Vorsorgewerte gemäß flächenhafter Schätzung eingehalten werden) einfließen zu lassen.

Auf die Einbeziehung der flächenhaften Schätzung zur stofflichen Bodenbelastung wird in Anbetracht des Maßstabs, in der diese vorliegen, im vorliegenden Fall allerdings verzichtet. Zurückgegriffen wird jedoch auf die im Rahmen der dazugehörigen Untersuchungskampagne erhobenen bodenkundlichen Kartierungen (vgl. Kapitel 6.2).

¹ "Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für die Gefahrenermittlung und Sanierung von Altlasten sowie für weitere Maßnahmen des Bodenschutzes" vom 13.01.2015

4. Konzeptkarte zur Ableitung der Gebietskategorien

Auf Grundlage der Kartierung zur Flächennutzung und ihrer Einstufung zur Naturnähe, den Daten zur Versiegelung und den Daten zu den Altstandorten und Altablagerungen erfolgt eine Unterteilung des Kreisgebietes in drei Gebietskategorien, nämlich den *naturnahen Außenbereich*, den eingeschränkt betrachteten *Siedlungsbereich* sowie den *nicht betrachteten Bereich*.

Die Durchführung einer umfassenden Bodenfunktionsbewertung ist dabei für den naturnahen Außenbereich vorgesehen, da nur hier zu erwarten ist, dass die natürlichen Bodenverhältnisse zumindest ansatzweise erhalten geblieben sind. Hierzu zählen vereinbarungsgemäß auch die Freifläche des ehemaligen WASAG-Geländes und die militärische Freifläche (militärisches Sperrgebiet Borkenberge), beide gelegen auf dem Territorium der Stadt Haltern.

Als Ausschlussflächen in Hinblick auf die Bodenfunktionsbewertung werden die Wasserflächen, die versiegelten Flächen sowie die Altstandorte und Altablagerungen aufgefasst, da hier davon auszugehen ist, dass die natürlichen und in der Regel entsprechend kartierten Bodenverhältnisse weitestgehend verändert wurden bzw. die Bodenfunktionen nicht mehr vorhanden sind.

In der Einstufung dazwischen liegen die Nutzungen des Siedlungsbereichs mit weitgehend veränderten Bodenverhältnissen. Hier ist die Betrachtung der Bodenfunktionen zumindest auf Basis der vorhandenen Datengrundlagen nur sehr eingeschränkt möglich, so dass eine Bewertung in Hinsicht auf die Naturnähe im Vordergrund steht.

Die räumliche Verteilung der genannten Bereiche geht aus Anlage 2.1 hervor, die dazugehörige tabellarische Übersicht findet sich in folgender Tabelle 8.

Tabelle 8: Betrachtungsbereiche der Bodenfunktionsbewertung im Kreis Recklinghausen

Bereich	Betrachtung	Anzahl Polygone	Fläche [m ²]	Fläche [km ²]	Anteil [%]
<i>naturnaher Außenbereich</i>					
Acker	ja	2.505	202.961.469	202,96	26,67
Brache	ja	1.343	12.041.214	12,04	1,58
Gartenbau	ja	303	3.700.616	3,70	0,49
Grünland	ja	3.472	65.536.902	65,54	8,61
sonstiger Außenbereich	ja	2	4.904.767	4,90	0,64
Wald, Gehölz	ja	4.956	192.604.578	192,60	25,31
Summe	ja	12.581	481.749.546	481,74	63,30
<i>eingeschränkt betrachteter Siedlungsbereich</i>					
Siedlungsbereich	bedingt	43.679	114.317.981	114,32	15,02
<i>nicht betrachteter Bereich</i>					
Versiegelung	nein	14.556	32.330.049	32,33	4,25
Wasser	nein	863.123	122.057.781	122,06	16,04
sonstige Ausschlussflächen*	nein	3.106	19.300.351	19,30	2,54
Summe	nein	880.785	173.688.181	173,69	22,83
Summe*		937.045	769.755.708	769,76	101,15

* u.a. Altstandorte und Altablagerungen mit z.T. überlagernden Polygonen

Der *naturnahe Außenbereich* nimmt dabei einen Anteil am Kreisgebiet von 63,3 % ein. Der *eingeschränkt betrachtete Siedlungsbereich* umfasst etwa 15,0 % des Kreisgebietes, der Rest entfällt schließlich auf den *nicht betrachteten Bereich*, die Ausschlussflächen (ca. 21,7 %).

Das Prozedere und die Qualität der Bodenfunktionsbewertung hängen wesentlich von der Verfügbarkeit digitaler Bodenkarten ab. Für den schwerpunktmäßig betrachteten naturnahen Außenbereich existieren vier unterschiedliche Kombinationen verfügbarer Bodenkarten. Flächendeckend vorhanden ist nur die BK50, in Teilbereichen verfügbar ist die großmaßstäbige BK5, im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Flächen liegt in der Regel die DGK5 Boden als Folie 42 digital vor.

Die Verfügbarkeit der digitalen Kartengrundlagen in ihrer räumlichen Verteilung kann Anlage 2.2 entnommen werden; die dazugehörige tabellarische Übersicht gibt folgende Aufstellung in Tabelle 9. Unter Polygonen werden dabei die Einzelflächen verstanden, die nach der Verschneidung der genannten Bodenkarten und

dem anschließenden Ausclippen des naturnahen Außenbereichs des Kreises Recklinghausen entstehen.

Tabelle 9: Verfügbarkeit digitaler Bodenkarten im naturnahen Bereich des Kreises Recklinghausen

Art der Bodenkarte	Anzahl Polygone	Fläche [m ²]	Fläche [km ²]	Anteil [%]
BK50	2.131	197.193.516	197,19	25,91
BK50+BK5	3.931	13.427.816	13,43	1,76
BK50+BK5+F42	21.422	91.386.001	91,39	12,01
BK50+F42	22.246	179.523.628	179,52	23,59
Summe	49.730	481.530.961	481,53	63,28

Für etwa 40,9 % des naturnahen Bereichs liegt nur die BK50 vor, betroffen sind dabei im Wesentlichen forstlich genutzte Flächen.

Der Anteil, für den zudem auf die großmaßstäbige Bodenkarte BK5 zurückgegriffen werden kann, umfasst etwa 21,8 %.

Die Kombination BK50 und Folie 42 (ohne BK5) ist für 37,3 % des naturnahen Bereichs anzutreffen.

5. Untersuchungskampagne

5.1. Messnetzplanung

Im Rahmen der Erstellung der Bodenfunktionskarte für den Kreis Recklinghausen war auch die Durchführung einer Untersuchungskampagne vorgesehen. Sie verfolgte das Ziel, mit den Ergebnissen der Kartierung einen Abgleich mit den zur Verfügung stehenden Grundlagenkarten insbesondere der BK50 und der Folie 42 vornehmen zu können. Entsprechend beschränkte sich die Kartierung auf den Teil des Kreisgebietes, für den neben der BK50 die Folie 42 vorliegt, nicht aber die BK5 (vgl. Anlage 2.2 und Anlage 2.3).

Die Kampagne war dabei als Stichprobe mit insgesamt etwa 75 Standorten vorgesehen, nicht jedoch als umfangreiche oder gar flächenhafte Kartierung.

Von besonderem Interesse waren dabei Standorte

- mit fehlenden Angaben der Folie 42 (d.h. es wurden keine Profile zugeordnet bzw. die Profile enthalten keine Angaben zum Bodentyp) oder
- mit erheblichen Widersprüchen der genannten Kartengrundlagen in Bezug auf besonders im Fokus stehende Bodentypen, wie Niedermoore, Plaggenesche, ausgeprägte Staunässe- bzw. Grundwasserböden (Pseudogleye bzw. Gleye).

Die Begründung für die Auswahl des jeweiligen Standortes findet sich in Anlage 2.4. Bei der Messnetzplanung wurde auch darauf geachtet, dass nicht erneut Standorte untersucht wurden, die bereits im Rahmen der Bodenbelastungskarte (ISB 2002 und ISB 2004) erfasst wurden.

Die Ermittlung und Information der Eigentümer erfolgte durch die Untere Boden-schutzbehörde.

Die Messnetzplanung wurde dabei in zwei Schritten durchgeführt. Im ersten Schritt wurden die Eigentümer der 75 ausgewählten und mit der Unteren Boden-schutzbehörde abgestimmten Standorte um Zustimmung zur Betretung der Flächen gebeten. Im Fall von fünf Standorten wurde die Zustimmung verweigert, so dass hierfür in einem zweiten Schritt gleichwertige Ersatzstandorte festgelegt werden mussten.

5.2. Kartierung

Die bodenkundliche Kartierung fand im Zeitraum vom 28. April bis zum 29. Juni 2016 durch Mitarbeiter der IFUA Projekt-GmbH statt. Von den 75 vorgesehenen Flächen wurden letztlich 71 untersucht, da für diese eine Betretungserlaubnis erwirkt werden konnte. Dabei wurden in zwei Fällen abweichend von den Vorinformationen jeweils zwei unterschiedliche Einheiten kartiert (BFK-18 und BFK-18a bzw. BFK-37 und BFK-37a), so dass insgesamt Daten zu 73 Standorte erfasst wurden. Die räumliche Lage der untersuchten Standorte geht aus Anlage 3.1 hervor.

Zur repräsentativen Erfassung der jeweiligen Standortbedingungen wurden zwei bis vier Bohrstocksondierungen (Umkreis 15 m) bis 1 m u. GOK durchgeführt. Anzumerken ist, dass es sich somit nicht um eine flächenhafte Kartierung handelte, sondern um eine Punktkartierung. Die Kartiererergebnisse sind deshalb nicht uneingeschränkt repräsentativ für die gesamte Flächeneinheit, auf die sich die jeweilige Fragestellung der Messnetzplanung bezieht (Flächen mit der Überschneidung Folie 42 und BK50).

Der Ansprache der Bohrstocksondierungen liegen die Verfahren und Einstufungen der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5) (AG Boden 2005) zu Grunde. Als für die Fragestellung relevante Basisparameter wurden hierbei im Gelände aufgenommen:

- Tiefen der Horizontgrenzen und Horizontmächtigkeit
- Horizontsymbol
- Textur (Bodenart) und Grobbodenanteil
- Humusgehalt
- Trockenrohddichte bei mineralischen bzw. Substanzvolumen bei humosen Bodenhorizonten
- Feuchtestufe und hydromorphe Merkmale
- Carbonatgehalt
- Beimengungen technogener Substrate
- Bodentyp
- Grundwasserflurabstand

Die Bestimmung des pH-Wertes erfolgte im hauseigenen bodenkundlichen Labor in CaCl_2 -Lösung mittels pH-Meter (Firma WTW).

In der Regel wurde die Ansprache der Basisparameter anhand von gleichartigen Bodenmischproben der zwei bis vier Sondierungen je Horizont durchgeführt. Waren einzelne Bohrstocksondierungen von den anderen deutlich abweichend, wurden sie bei der Erstellung der Bodenmischproben ausgeklammert (vgl. Anlage 3.3.1).

Aus den ermittelten Basisparametern wurden weitere Kenngrößen gemäß KA5 abgeleitet:

- nutzbare Feldkapazität (nFK) pro Bodenhorizont,
- nutzbare Feldkapazität (nFK) aufsummiert über die Tiefe von 1 m,
- gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) pro Bodenhorizont,
- gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) gemittelt über die Tiefe von 1 m,
- potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAK_{pot}) pro Bodenhorizont,
- potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAK_{pot}) aufsummiert über die Tiefe von 1 m
- unter Berücksichtigung des pH-Wertes ermittelte effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) pro Bodenhorizont,
- unter Berücksichtigung des pH-Wertes ermittelte effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) aufsummiert über die Tiefe von 1 m,
- Luftkapazität (LK) pro Bodenhorizont,
- Luftkapazität (LFK) aufsummiert über die Tiefe von 1 m.

Für jeden Standort wurde zudem die Bodenart, das Ausgangsgestein, die Zustandsstufe, die Wasser- bzw. Klimazahl analog der Reichsbodenschätzung auf Basis der in der KA5 enthaltenen Tabellenwerke abgeleitet, um letztlich die Bodenwertzahl bestimmen zu können.

Die erfassten Standortdaten bzw. die Daten zu den erfassten Bodenhorizonten können der Anlage 3.3.1 bzw. 3.3.2 entnommen werden. Anlage 3.3.3 enthält Erläuterungen zu verwendeten Abkürzungen bzw. Kurzzeichen im Rahmen der Bodenkartierung.

Anlage 3.2 beinhaltet die dazugehörige Fotodokumentation (Überblick zum Standort und zu den Bodensonden).

6. Weitergehende Qualifizierung der Bodenkarte zu den Bodenfunktionen

Für die verschiedenen Bereiche des Kreisgebietes liegen unterschiedliche flächenhafte (BK50, z.T. BK5 digital, BK5 analog, Folie 42) und punktuelle Daten (Kampagnen zur BFK und zur BBK) zur Darstellung der Bodenverhältnisse vor. Ziel ist nun, für jede Teilfläche die Daten so zuzuordnen, dass eine möglichst korrekte und genaue Darstellung der Bodenverhältnisse insbesondere des Bodentyps erfolgt.

6.1. Berücksichtigung der Daten der Untersuchungskampagne zur BFK

Die 73 im Rahmen der Kampagne zur BFK untersuchten Standorte wurden mit der Bodenkarte räumlich verschnitten. In zwei Fällen mussten die dazugehörigen Polygone aufgetrennt werden, da innerhalb eines Polygons eng benachbart zwei unterschiedliche Böden vorgefunden wurden (BFK-18 und BFK-18a bzw. BFK-37 und BFK-37a).

6.2. Berücksichtigung der Daten der Bodenbelastungskarte (BBK)

Im Rahmen einer Haupt- und einer Ergänzungskampagne wurden im Zuge der Erstellung der BBK 235 Standorte beprobt (ISB 2002 und ISB 2004). Die wesentlichen Daten (insbesondere Bodentyp inkl. Varietät) wurden erfasst und sind als Anlage 4.1 dem Gutachten beigefügt. Auch in diesen Fällen wurden die Punktdaten mit den Polygonen der Bodenkarte verschnitten. In fünf Fällen lagen die Punkte in nicht betrachteten Flächen (nicht betrachtete Nutzungen nach Nutzungsänderung, Ausschlussflächen etc.).

6.3. Zuordnung wesentlicher Informationen aus den großmaßstäbigen analogen Bodenkarten

Für den 377 km² umfassenden Teil des naturnahen Außenbereichs, für den nur die BK50 ggf. zusammen mit der Folie 42 vorliegen, erfolgte ein Abgleich mit den georeferenzierten, eingescannten Karten der BK5_analog (Verfahren L8602, LA517, LA521, LA566, N9201, N9405, N9407, N9411, N9420, NA1028, NA1056, NA2051, NA2126 und NA2164). Die Einbeziehung der entsprechenden Forstkarten war in der Regel nicht zielführend, da sich die Geometrie der auf den analogen

Karten dargestellten Flächen nicht mit den Grenzen der Polygone der Bodenfunktionskarte, die im Bereich der Waldflächen im Wesentlichen auf der BK50 beruhen, zur Deckung bringen ließen.

Im Rahmen der GIS-Bearbeitung wurde denjenigen Polygonen der Bodenfunktionskarte, die sich mit den Darstellungen der analogen Bodenkarten überschneiden, der jeweilige Bodentyp der BK5_analog manuell zugeordnet; zum Teil handelte es sich dabei um Subtypen (z.B. Auengley und Anmoorgley) bzw. Übergangstypen (z.B. Gley-Parabraunerde). Da sich die Abgrenzungen der Polygone und der Einheiten der analogen Bodenkarten in der Regel unterscheiden (sofern die Polygone nicht gänzlich in größeren Einheiten lagen), wurde der jeweils flächenmäßig dominierende Bodentyp zugrunde gelegt. Insgesamt wurde 5.079 Polygonen mit zusammen 40,07 km² ein Bodentyp gemäß BK5_analog zugeordnet. Zur Kurz-Bezeichnung der Bodentypen in den Ausgangskarten wurden z.T. unterschiedliche Nomenklaturen verwendet. Hier erfolgte eine Vereinheitlichung (z.B. hG = H-G = Anmoorgley).

Neben dem zuvor erläuterten Abgleich mit den analogen BK5 erfolgte ein solcher mit der eingescannten analogen Bodenkarte für das Stadtgebiet Recklinghausens aus dem Jahr 1955.

Im Wesentlichen wurden dabei folgende Informationen erfasst:

- Angaben zum Boden aus der eingescannten **Bodenkarte**:
M = Moorboden; U = künstlich veränderter Boden; G = grundwasserbeeinflusster Boden (Grundwasserflurabstand geringer 1,3 m u.GOK)
- Angaben zum Boden aus der eingescannten Karte zu den **Wasserverhältnissen**:
m = mittlerer Staunäseeinfluss; s = starker Staunäseeinfluss
(Hinweis: Angaben zum Grundwassereinfluss werden zweckmäßiger Weise aus der Verschneidung mit den Daten zum Grundwasserflurabstand gewonnen).

Informationen aus der Bodenkarte wurden 567 Polygonen zugeordnet; weiterhin 63 Polygonen Angaben zu den Staunäseverhältnissen.

6.4. Validierung der Datengrundlagen

Sofern für eine Fläche mehrere Datenquellen vorliegen, kommt der Beantwortung der Frage, welche Datengrundlage die verlässlichere Datenquelle darstellt, eine große Bedeutung zu. Für den Fall, dass sich die Datenquellen in Hinblick auf einen Sachverhalt widersprechen, ist zu entscheiden, welcher Datenquelle der Vorrang einzuräumen ist. Dass eine etwaige BK5 gegenüber der BK50 zu favorisieren ist, davon ist auszugehen. Sofern allerdings nur die Folie 42 und die BK50 vorliegen, ist die Entscheidung, welche Datenquelle die verlässlichere darstellt, nicht so eindeutig (BK50: kleinerer Maßstab bei guter Qualität der bodenkundlichen Aufnahme und deren Auswertung; F42: größerer Maßstab bei geringerer Qualität der bodenkundlichen Aufnahme und eingeschränkte Möglichkeit der Auswertung). Daher soll diesem Sachverhalt im Folgenden anhand des wesentlichen Kriteriums "Bodentyp" nachgegangen werden. Es wurden konkret folgende Auswertungen durchgeführt:

1. Welche der beiden Datengrundlagen (BK50 oder die Folie 42) stimmen besser mit den Ergebnissen der Untersuchungskampagne zur BFK überein?
2. Welche der beiden Datengrundlagen stimmen besser mit den Darstellungen der BK5_digital überein?
3. Welche der beiden Datengrundlagen stimmen besser mit den Darstellungen der BK5_analog überein?

zu 1:

Die tabellarische Auswertung in Bezug auf die Untersuchungskampagne zur BFK findet sich in Anlage 4.2.

Tabelle 10: Übereinstimmung der Bodentypen gemäß Kampagne BFK mit BK50 bzw. Folie 42

Übereinstimmung	Anzahl der Fälle	Anteil [%]
beide Datenquellen	12	16,4
(eher) BK50	30	41,1
(eher) Folie 42	13	17,8
keine Datenquelle	18	24,7
Summe	73	100,0

Demnach stimmen die Bodentypen gemäß Kampagne zur BFK in 42 Fällen mit den Darstellungen der BK50 überein, dies entspricht 57 %; in Hinblick auf die Folie 42 gilt dies nur für 25 Fälle (34 %).

zu 2:

Die tabellarische Auswertung zur Übereinstimmung der BK50 bzw. der Folie 42 in Hinblick auf die Darstellungen der BK5 digital kann der Anlage 4.3 bzw. 4.4 entnommen werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass für die BK50 in Hinblick auf die BK5 digital eine Übereinstimmung für 49 km² gegeben ist (54 % der hier betrachteten Gesamtfläche von 91 km²). Für die Folie 42 beträgt die Übereinstimmung dahingegen 42 km² (46 %).

zu 3:

Die tabellarische Auswertung zur Übereinstimmung der BK50 bzw. der Folie 42 in Hinblick auf die Darstellungen der analogen BK5 kann der Anlage 4.5 entnommen werden. Die entsprechende Analyse in Bezug auf die Folie 42 enthält Anlage 4.6.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass für die BK50 in Hinblick auf die BK5 analog eine Übereinstimmung für 19 km² gegeben ist (54 % der der hierbei betrachteten Gesamtfläche von 35 km²). Der entsprechende Wert für die Folie 42 beträgt 11 km², was einem Flächenanteil von 31 % entspricht.

Gemäß allen drei zuvor dargestellten Analysen ist die BK50 gegenüber der Folie 42 als die verlässlichere Datengrundlage in Hinblick auf die Bodentypen einzustufen. Entsprechend ist die BK50 diesbezüglich der Folie 42 als Datengrundlage vorzuziehen.

7. Ermittlung und Bewertung der Bodenfunktionen

Generell sind die im Rahmen der *Bodenfunktionskarte für den Kreis Recklinghausen* betrachteten Teilfunktionen anhand einer 5-stufigen Skala zu klassifizieren; gleiches gilt im Übrigen in Bezug auf die Naturnähe, auf die bereits in Kapitel 3.1 eingegangen wurde. Die Wertestufen lauten wie folgt:

1 = sehr gering
2 = gering
3 = mittel
4 = hoch
5 = sehr hoch

Bei Bedarf kann von dem genannten Schema insofern abgewichen werden, dass bestimmte Klassen zusammengefasst werden (z.B. für den Fall, dass die gemäß GD nicht als schützenswert eingestuften Bereiche zur Wertestufe 1-2 zusammengefasst werden; vgl. Kapitel 7.2). Im Ergebnis kann es zudem vorkommen, dass einzelne Wertestufen nicht vertreten sind.

Die folgenden Kapitel enthalten eine Erläuterung zu den jeweils betrachteten Bodenfunktionen und ihrer zusammenfassenden Bewertung. Diese Erläuterungen beziehen sich auf eine kurze Beschreibung der Bodenfunktion, die Art der Erfassung, die Klassifikation in Wertestufen sowie die räumliche Darstellung anhand einer Übersichtskarte. Letztlich erfolgt die Übergabe der Daten als GIS-Projekt mit entsprechenden Attribut-Tabellen.

Schwerpunktmäßig betrachtet werden die naturnahen Nutzungen des Außenbereichs mit ca. 482 km² (Anteil am Kreisgebiet 63 %), eingeschränkt betrachtet wird der Siedlungsbereich mit etwa 114 km² (Anteil am Kreisgebiet 15 %); der Rest entfällt auf Flächen, die von der Bodenfunktionsbewertung ausgeklammert werden (insbesondere Altstandorte, Altablagerungen, Gewässer und versiegelte Flächen; vgl. Kapitel 4).

7.1. Natürliche Bodenfruchtbarkeit (BF)

Die **natürliche Bodenfruchtbarkeit** bezeichnet die natürliche Fähigkeit von Böden den höheren Pflanzen als Standort zu dienen und somit ein nachhaltiges Pflanzenwachstum zu gewährleisten. Neben der Eignung als Standort für die

Pflanzenproduktion durch den Menschen stellt die natürliche Bodenfruchtbarkeit gleichzeitig eine wichtige Lebensgrundlage für alle anderen Organismen (Pflanzen, Tiere, und Bodenorganismen) dar (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 2010). Vor diesem Hintergrund erfolgt in verschiedenen Bewertungssystemen eine Berücksichtigung dieser Teilfunktion.

Die Stellung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit in der Schnittmenge von natürlichen Funktionen und Nutzungsfunktionen wird ebenfalls dahingehend deutlich, dass eine hohe natürliche Bodenfruchtbarkeit nicht nur eine optimale landwirtschaftliche Bearbeitung mit geringem Betriebsmitteleinsatz bedeutet, sondern ebenso die nachhaltige Leistungsfähigkeit des gesamten Naturhaushaltes beeinflusst (BUNDESVERBAND BODEN E.V. 2001).

Die natürliche Bodenfruchtbarkeit bestimmt demnach die Schutzwürdigkeit gegenüber einer Inanspruchnahme durch z. B. Bebauung, da fruchtbare Böden prinzipiell Grundlage einer umweltgerechten Lebensmittelerzeugung vor Ort sind.

Die natürliche Bodenfruchtbarkeit bestimmt ferner die forstwirtschaftliche Ertragsfähigkeit, deren Bewertung etwa im Zusammenhang mit Aufforstungen als Kompensationsmaßnahmen wichtig sein kann. Allerdings ist eine Bewertung von gegenwärtig mit Wald bestandenen Arealen in Hinblick auf die natürliche Bodenfruchtbarkeit als eher nachrangig zu betrachten. Ohnehin kommt diesen Flächen ein besonderer Schutzstatus gemäß BWaldG zu.

Kartengrundlagen

Zur Ableitung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit stehen für das Untersuchungsgebiet als großmaßstäbige Kartengrundlagen die Folie 42 (Grünland und Acker) und in Teilbereichen die digitale BK5 zur Verfügung. Ein Rückgriff auf die für das Kreisgebiet flächendeckend vorhandene BK50 ist im Wesentlichen nur in Bereichen forstlicher Nutzung notwendig.

Konzept und Umsetzung

Die Bewertung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit lässt sich – wie das bei Ansätzen der Bodenfunktionsbewertung häufig praktiziert wird – über die Kenngrößen

Boden- und Grünlandgrundzahl (Bodenwertzahl 1 = **BWZ 1**)² der Folie 42 durchführen (vgl. Kapitel 3.3.1), wobei Kenngrößen wie Textur, Ausgangsgestein, Bodentyp, Wasserversorgung, Carbonatgehalt, pH-Wert, Lagerungsdichte, Skelettgehalt und Zersetzungsgrad des Torfes und ggf. die Vegetation (Gräserbestand) berücksichtigt werden (HOCHFELD et al. 2003).

Auf einigen Flächen fehlt allerdings die Angabe zur BWZ 1. Hier ist nur die BWZ 2 vermerkt; dabei handelt es sich in der Regel um wenig ertragreiche Hutungen und Streuwiesen. In diesen Fällen wurde auf die BWZ 2 zurückgegriffen. In wenigen Fällen (63 von insgesamt 43.668 Einzelflächen; dies entspricht 0,16 km² von insgesamt 270,91 km²) waren sowohl die BWZ 1 als auch die BWZ 2 ursprünglich mit 0 beziffert. Mit dieser Zahlenkombination werden sehr wenig ertragreiche Flächen gekennzeichnet, sogenanntes Geringstland (Auskunft Geologischer Dienst NRW). Aus Gründen der Praktikabilität wurde diesen Flächen die ansonsten nicht vergebene, geringe Bodenwertzahl 5 zugeordnet³. Die Fälle, in denen weder die ursprüngliche BWZ1 noch die BWZ2 beziffert sind, werden durch den Eintrag "-1" gekennzeichnet (gilt für 444 der insgesamt 43.668 Flächen bzw. für 1,14 km² von insgesamt 270,91 km²).

Gemäß Folie 42 kommen im Kreisgebiet Flächen mit sehr geringer Ertragsfähigkeit vor (mit BWZ1 = 5), aber auch Flächen mit hoher bis sehr hoher Ertragsfähigkeit (bis BWZ1 = 77). Über das Kreisgebiet Recklinghausen arithmetisch gemittelt beziffert sich die BWZ1 auf 34, so dass die Böden insgesamt als nicht sehr ertragreich einzustufen sind.

Innerhalb der genannten Spannweite an Werten der Folie 42 erfolgt eine regionale Anpassung der Wertestufen für die natürliche Bodenfruchtbarkeit (BF) nach den Kriterien Äquidistanz und Häufigkeitsverteilung derart, dass die mittleren

² Die Verwendung der BWZ 2 ist in der Regel im Vergleich zur derjenigen der BWZ 1 ungünstiger, da hier weitere Faktoren, insbesondere auch solche, die von der konkreten Bewirtschaftungsweise abhängen, hinzukommen.

³ Bei einigen GIS-Operationen werden leere Zellen in Zahlenspalten automatisch mit der Ziffer "0" aufgefüllt. Um leere Zellen nicht mit solchen zu verwechseln, die tatsächlich den Eintrag "0" aufweisen, wird die "0" in letzteren durch einen Platzhalter - hier der "5" - ersetzt.

Klassen den wesentlichen Flächenanteil umfassen und die höheren bzw. niedrigeren Klassen die restlichen Flächen mit einer besonders hohen bzw. besonders geringen Bodenwertzahl.

Im Fall des Kreises Recklinghausen wird für die von der Folie 42 erfassten Böden, die i.d.R. landwirtschaftlich genutzt werden, die folgende Klasseneinteilung zugrunde gelegt (s. Tabelle 11).

Tabelle 11: Klasseneinteilung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit (im Bereich der Folie 42)

Wertestufe (BF)	Bodenwertzahl (BWZ1)
1 (sehr gering)	5 - 15
2 (gering)	> 15 - 25
3 (mittel)	> 25 - 40
4 (hoch)	> 40 - 65
5 (sehr hoch)	> 65 - 77

Für diejenigen Bereiche des Kreisgebietes, die nicht durch die Folie 42 abgedeckt sind (211 km² von insgesamt 482 km²), muss im Wesentlichen auf die Darstellungen der BK50 zurückgegriffen werden, wobei es sich insbesondere um Waldflächen handelt. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wird hier zur Klassifizierung in Bezug auf die natürliche Bodenfruchtbarkeit auf das durch den GD vergebene Merkmal "klassifizierte mittlere Bodenwertzahl" (BWZkla) der jeweiligen Einheit zurückgegriffen. Auch dieses Merkmal ist in fünf Klassen unterteilt (s. Tabelle 12).

Tabelle 12: Klasseneinteilung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit (im Bereich der BK50)

Wertestufe (BF)	BWZkla
1 (sehr gering)	sehr gering
2 (gering)	gering
3 (mittel)	mittel
4 (hoch)	hoch
5 (sehr hoch)	sehr hoch

Die Zuordnung dieses Merkmals erfolgt in Ausnahme auch innerhalb des Geltungsbereichs der Folie 42 und zwar in den Fällen, in denen eine Angabe der Folie 42 in Bezug auf die Bodenwertzahlen fehlt (aufbereitete BWZ1 als "-1" markiert; s.o.).

In den großmaßstäbigen digitalen Bodenkarten (BK5) sind die in Bezug auf die Bodenfruchtbarkeit schutzwürdigen Flächen explizit ausgewiesen (Ausnahme die älteren Kartierungsverfahren LA 235 und LA 537; vgl. Tabelle 3). Angaben zu Bodenwertzahlen fehlen hingegen. Die Schutzwürdigkeitsklassen sw3_ff und sw2_ff (besonders und sehr schutzwürdig) werden der **Wertestufe 5**, die Schutzwürdigkeitsklasse sw1_ff (schutzwürdig) der **Wertestufe 4** zugeordnet. Die Zuordnung auf Basis dieser Merkmale der BK5 erfolgt dabei prioritär, d.h. die Informationen der Flächen auf Grundlage der BK50 (BWZkla) und ggf. der Folie 42 (BWZ1) finden keine Berücksichtigung.

Die folgende Tabelle 13 zeigt die flächenstatistische Verteilung der Wertestufen für die natürliche Bodenfruchtbarkeit im naturnahen Außenbereich des Kreisgebietes Recklinghausen. Neben der zusammenfassenden Darstellung (ohne Differenzierung nach Bewertungsgrundlage) enthält die Tabelle Auflistungen, differenziert anhand der verwendeten Bewertungsgrundlage (d.h. Folie 42, BK50 und BK5).

Tabelle 13: Flächenstatistik zur natürlichen Bodenfruchtbarkeit (BF) im naturnahen Außenbereich

Wertestufe (ohne Differenzierung der Datengrundlage)	Kriterium	Anzahl Teilflächen	Fläche [km ²]	Anteil [%]
1	s.u.	742	21,04	4,4
2	s.u.	15.581	220,87	45,9
3	s.u.	22.786	166,76	34,6
4	s.u.	8.695	56,34	11,7
5	s.u.	1.926	16,52	3,4
Summe		49.730	481,53	100,0
(Datengrundlage F42)	Bodenwertzahl (BWZ1)			
1	> 0 - 15	501	1,48	0,3
2	> 15 - 25	10.855	60,94	12,7
3	> 25 - 40	21.531	136,69	28,4
4	> 40 - 65	8.365	54,19	11,3
5	> 65 - 77	851	9,26	1,9
Summe		42.103	262,56	54,5
(Datengrundlage BK50)	BWZkla			
1	sehr_gering	241	19,55	4,1
2	gering	4.726	159,94	33,2
3	mittel	1.255	30,07	6,2
4	hoch	52	1,11	0,2
5	sehr_hoch	64	0,62	0,1
Summe		6.338	211,29	43,9
(Datengrundlage BK5)	Schutzwürdigkeit			
4	sw1_ff	278	1,04	0,2
5	sw2_ff, sw3_ff	1.011	6,64	1,4
Summe		1.289	7,68	1,6

s.u. = siehe unten

Etwa 15,1 % (73 km²) des betrachteten Außenbereichs fallen demnach unter die Wertestufen 4 und 5; etwa 34,6 % (167 km²) werden der mittleren Wertestufe 3 zugeordnet. Auf die Wertestufen 2 und 1 entfallen schließlich 50,3 % (242 km²). Maßgeblich für die Einstufung ist dabei für 263 km² die Folie 42, was 54,5 % des betrachteten Außenbereichs entspricht. Für 211 km² (d.h. 43,9 %) muss auf die Daten der BK50 zurückgegriffen werden. Für die restlichen knapp 8 km² (1,6 %) stellt die digitale BK5 die entscheidende Datengrundlage dar.

Die räumliche Verteilung der gemäß oben genannter Klassifikation in Bezug auf die natürliche Bodenfruchtbarkeit eingestuftten Böden kann Anlage 5.1 entnommen werden. Die räumlichen Schwerpunkte der Böden mit hoher bzw. sehr hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit liegen dabei im Bereich der Lösslandschaften im Kreisgebiet (vgl. Abbildung 1).

7.2. Biotopentwicklungspotenzial (BP)

Dem Gewicht des Bodenschutzes kommt zusätzliche Bedeutung durch den Arten- und Biotopschutz zu (BNatSchG). Dem Naturschutzrecht entsprechend sind Natur und Landschaft, bei denen das Umweltmedium Boden Bestandteil ist, zu schützen, damit die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts nachhaltig gesichert ist. Für die Teilfunktion Lebensgrundlage für Pflanzen, Tiere und Bodenorganismen (§ 2 BBodSchG) wird als Bewertungskriterium demnach das **Biotopentwicklungspotenzial (BP)** genutzt.

Als Lebensgrundlage für Pflanzen ist das "Standortpotenzial des Bodens, das die Ansiedlung und Ausbildung natürlicher und v.a. seltener Pflanzengesellschaften ermöglicht" (PG Ökologie + Umwelt 2003), als Biotopentwicklungspotenzial zu verstehen. Im Prinzip bietet jeder Boden die Grundlage für die Entwicklung einer spezifischen Biozönose, deren Zerstörung kaum wieder rückgängig gemacht werden kann. In Anlehnung an den Naturschutz werden in den meisten existierenden Bodenbewertungsmethoden jedoch solche Böden als schutzwürdig ausgewiesen, die die standörtlichen Voraussetzungen für seltene Biotope bereitstellen. Diese sind in der Regel Standorte mit extremen Bodeneigenschaften, da sie besonders feucht, wechselfeucht oder trocken bzw. sehr nährstoffarm sind (AD-HOC-AG Boden 2003). Durch die modernen Landnutzungsformen sind sie gegenwärtig bedroht und benötigen daher zusätzlichen Schutz.

Besondere Bedeutung kommt dieser Teilfunktion auch deshalb zu, da sie die Identifizierung von Standorten ermöglicht, die zwar ein Potenzial für stark spezialisierte, schutzwürdige Vegetation aufweisen, aber noch nicht durch Maßnahmen des Naturschutzes aufgewertet wurden.

Karten- und Datengrundlagen

Die Einstufung der Böden in Hinblick auf das Biotopentwicklungspotenzial im Kreis Recklinghausen erfolgt in erster Line auf Basis der digitalen BK5 und der BK50, wobei - sofern beide Kartengrundlagen vorliegen – der großmaßstäbigen Karte Vorrang eingeräumt wird. Bei beiden Kartengrundlagen ist eine erste Auswertung hinsichtlich des Biotopentwicklungspotenzials durch den Geologischen Dienst NRW (GD) mittels Einstufung in entsprechende Kategorien der Schutzwürdigkeit bereits erfolgt. Eine Ausnahme bilden die beiden älteren Karten LA235 und

LA537, für die eine entsprechende Auswertung nicht vorliegt (vgl. Tabelle 3). Eine weitere Datengrundlage stellt die analoge BK5 dar, wobei hier eine Bewertung der Schutzwürdigkeit gemäß GD nicht vorliegt.

Weitere hilfreiche Datengrundlagen stellen die Grundwasserflurabstände (GFA) dar (vgl. Kapitel 3.4.1), da hieraus Hinweise auf trockene bzw. nasse/feuchte Standorte abgeleitet werden können. Großmaßstäbige Informationen zu Bodenart, Nährstoffhaushalt (Bodenfruchtbarkeit), Wasserverhältnissen (bei Grünlandflächen) sowie Zustandsstufe und Entstehungsart können der Folie 42 (F42) entnommen werden (vgl. Kapitel 3.3.1).

Konzept und Umsetzung

Der Geologische Dienst NRW weist für die digitale **BK5** bzw. **BK50** die Extremstandorte mit einem hohen Biotopentwicklungspotenzial nach bestimmten Bodentypen unter Hinzuziehung von weiteren Bedingungen, wie z.B. Grundwasserstufe, Bodenart und Staunässegrad, aus. Im Kreis Recklinghausen treten dabei folgende Kategorien auf:

- Moorböden,
- Grundwasserböden,
- Staunässeböden,
- aktuell grundwasser- und staunässefreie, tiefgründige Sandböden sowie
- trockene, flachgründige Felsböden (nur ganz vereinzelt).

Die folgende Tabelle 14 zeigt eine Übersicht mit Voraussetzungen, unter denen ein Boden als schutzwürdig eingestuft wird. Die Schutzwürdigkeit wird hier in drei Stufen unterteilt (vgl. Kapitel 3.3.2); nicht schutzwürdige Böden hingegen erhalten nach dem Geologischen Dienst NRW keine Bewertung. Hierzu ist anzumerken, dass Böden vorkommen, die ein Potenzial als Extremstandort aufweisen, dies aber aktuell aufgrund ihrer Nutzung nicht erfüllen. Zu nennen sind hier ehemalige Grundwasserböden wie Gleye mit naturgemäß hohem Grundwasserstand, bei denen eine künstliche Grundwasserabsenkung erfolgte. Bei diesen Gleyen, genauer reliktschen Gleyen, wäre eine Wiederherstellung als Extremstandort durch Anhebung des GW-Spiegels möglich.

Tabelle 14: Schutzwürdige Böden hinsichtlich des Biotopotenzials (BP) im Kreis Recklinghausen nach den Festlegungen des Geologischen Dienstes NRW für die BK5 bzw. BK50 (nach GD 2004; ergänzt)

Bedingungen für die Ausweisung als schutzwürdiger Boden für das Biotopotenzial	Kategorie der Schutzwürdigkeit gemäß GD NRW	Wertekategorie BP für den Kreis Recklinghausen	Bemerkung
Moorböden (sw?_bm) Hochmoore, Niedermoore und Übergangsniedermoore, mit einem aktuellen Grundwasserflurabstand von 0-4 dm (vereinzelt von 4 bis 8 dm) und ohne Überdeckung durch mineralische Substrate	sw3_bm	5_bm	---
	sw2_bm	4_bm	---
	sw1_bm	3_bm	Kategorie gemäß GD nicht vergeben
Grundwasserböden (sw?_bg) Moor-, Anmoor- und Nassgley, zum Teil Gleye, mit einem aktuellen Grundwasserflurabstand von 0 bis 4 dm (z.T. 4 bis 8 dm und vereinzelt 8-13 dm), Gleye in Auenlagen auch mit stark schwankenden Grundwasserständen sowie regional Auenböden mit rezenter Überflutung	sw3_bg	5_bg	---
	sw2_bg	4_bg	---
	sw1_bg	3_bg	Kategorie gemäß GD nur für BK50 vergeben
Stauäseeböden (sw?_bs) Stagnogleye sowie Anmoor- und reine Pseudogleye mit starker oder sehr starker Stauäse als Böden mit lang andauernder Vernässung	sw3_bs	5_bs	---
	sw2_bs	n.v.	Kategorie gemäß GD nicht vergeben
	sw1_bs	3_bs	Kategorie gemäß GD nicht vergeben
aktuell grundwasser- und stauäsefreie, tiefgründige Sandböden (sw?_bx) Lockersyroseme, Regosole, Braunerden und Podsole sowie deren Übergangsbodentypen, die sich aus reinen Sanden als trockene oder sehr trockene und nährstoffarme Böden entwickelt haben	sw3_bx	5_bx	Kategorie gemäß GD nur für BK5 vergeben
	sw2_bx	4_bx	---
	sw1_bx	3_bx	---
trockene bis extrem trockene, flachgründige Felsböden (sw?_bz) Syroseme und Ranker (carbonatfrei), Rendzinen und Pararendzinen (carbonathaltig) sowie sehr flachgründige Braunerden	sw3_bz	n.v.	Kategorie gemäß GD nicht vergeben
	sw2_bz	n.v.	Kategorie gemäß GD nicht vergeben
	sw1_bz	3_bz	---

sw3 = besonders schutzwürdig; sw2 = sehr schutzwürdig; sw1 = schutzwürdig; n.v. = nicht vergeben

Auswertung der BK5 digital

Für die digitale BK5 wurde die vom Geologischen Dienst NRW ausgewiesene Schutzwürdigkeit für die Bewertung in Bezug auf das Biotopentwicklungspotenzial übernommen. Hierbei erhalten alle Böden, die der Kategorie **sw3** (besonders schutzwürdig) zugeordnet sind, die **Wertestufe 5** (sehr hoch). Diejenigen, denen vom Geologischen Dienst NRW die Kategorie **sw2** (sehr schutzwürdig) zugeteilt wurde, erhalten die **Wertestufe 4** (hoch). Die im Rahmen der Schutzwürdigkeit ausgewiesenen Böden der Kategorie **sw1** (schutzwürdig) erhalten schließlich die **Wertestufe 3** (mittel). Eine Differenzierung der vom GD nicht zugeordneten Böden in die Wertestufen 2 und 1 (gering bzw. sehr gering) erfolgt mangels belastbarer Kriterien nicht.

In Ergänzung zur oben dargestellten direkten Übersetzung der Schutzwürdigkeitskategorie des GD in eine Wertekategorie hinsichtlich des Biotopentwicklungspotenzials für den Kreis Recklinghausen werden die vom GD NRW nicht als besonders oder sehr schutzwürdig eingestuft Moorböden der bislang vom GD NRW nicht vergebenen Wertekategorie 3_{bm} zugeordnet. Weiterhin werden die noch nicht klassifizierten Grundwasserböden mit hohem (wenigstens 8-13 dm u. GOK) bzw. stark schwankendem Grundwasserflurabstand der Wertekategorie 3_{bg} zugeordnet. Die in der Regel durch ausgeprägten Stauwassereinfluss gekennzeichneten Bodentypen Anmoorpseudogleye und Humuspseudogleye, die nicht der Schutzwürdigkeit sw3_{bs} zugeordnet sind, werden der Wertekategorie 3_{bs} zugeteilt.

Auswertung der BK5 analog

Die durch die analoge BK5 abgedeckten Bereiche wurden gesondert ausgewertet. Dies ist erforderlich, da zwar Angaben zum Bodentyp verfügbar sind, nicht jedoch Angaben zum Grundwasserstand, zur Staunässestufe usw. oder gar in Hinblick auf die Schutzwürdigkeit.

Die Zuordnung der Wertekategorien für die Moorböden gemäß analoger BK5 erfolgt unter zu Hilfenahme der Information zum Grundwasserflurabstand (5_{bm}: für GFA = 0-4 dm; 4_{bm}: für GFA = 4-8 dm, 3_{bm}: alle übrigen Moorböden).

Auch die Zuordnung der Wertekategorien für die Grundwasserböden laut analoger BK5 erfolgt unter Zuhilfenahme der Information zum Grundwasserflurabstand (5_bg: für GFA = 0-4 dm; 4_bg: für GFA = 4-8 dm, 3_bg: für GFA 8-13 dm).

Zur Zuordnung der Wertekategorien hinsichtlich Staunäseeböden für die gemäß analoger BK5 als Pseudogley dargestellten Einheiten wird auf die einschlägigen Informationen der BK50 zurückgegriffen (5_bs: für Pseudogleye mit gleichzeitiger Kennzeichnung als sw3_bs gemäß BK50). Dem in der Regel durch ausgeprägten Stauwassereinfluss gekennzeichneten Bodentyp Humuspseudogley, der nicht gleichzeitig als sw3_bs gemäß BK50 gekennzeichnet ist, wird die Wertekategorie 3_bs zugeteilt.

Zur Auswertung in Hinblick auf die trockenen, tiefgründigen Sandböden wird auf generell drei Informationsebenen zurückgegriffen:

- die einschlägigen Bodentypen gemäß BK5 analog (Podsol, Braunerde-Podsol, Braunerde und Lockersyrosem),
- Angaben der Folie 42 zur Bodenart, die einen sehr hohen Sandanteil belegen (Bodenart S bzw. SI) sowie
- Informationen, die auf einen Grundwasserflurabstand von ≥ 20 dm hinweisen.

Den Einheiten, die den genannten Kriterien genügen, wird die Wertekategorie 3_bx zugeordnet. Für den Ausnahmefall, dass die BK50 die Bereiche zusätzlich als 4_bx kennzeichnet, erfolgt eine Vergabe der Wertekategorie 4_bx.

Auswertung der BK50

Die Auswertung der Einheiten, für die weder Daten der digitalen noch analogen BK5 vorliegen, erfolgt auf Basis der Darstellungen der BK50. Für die BK50 ist eine Auswertung in Hinblick auf das Biotopentwicklungspotenzial durch den Geologischen Dienst NRW bereits erfolgt (vgl. Karte der schutzwürdigen Böden mit der Funktion Biotopentwicklung; Details s. Tabelle 14). Allerdings besteht die Einschränkung, dass die Darstellungen der BK50 im Vergleich zum Zielmaßstab 1 : 5.000 zu kleinmaßstäbig sind. Daher ist es sinnvoll, die Angaben der BK50 durch eine unabhängige Datenquelle in größerer Auflösung abzusichern.

In Bezug auf die Moorböden und die Grundwasserböden bietet sich dazu die Information zum Grundwasserflurabstand an. Die Kriterien selbst können den vorstehenden Erläuterungen zur Auswertung der analogen BK5 entnommen werden.

In Bezug auf die Staunässeböden können die Angaben mit denen der Folie 42 abgeglichen werden. Von einer Absicherung wird ausgegangen, sofern die Folie 42 das Vorkommen von Pseudogley bzw. von Pseudovergleyung (bzw. pseudovergleyt als bodenkundliches Merkmal) anzeigt.

Im Fall der trockenen, tiefgründigen Sandböden kann wiederum auf Angaben der Folie 42 zur Bodenart und Informationen zum Grundwasserflurabstand zurückgegriffen werden. Die Kriterien selbst können den Erläuterungen zur Auswertung der analogen BK5 entnommen werden.

Auswertung der Folie 42 (DGK5 Boden)

Neben der Validierung von Darstellungen der BK50 bzw. der analogen BK5 kann die DGK5 Boden, die sich auf landwirtschaftliche Flächen (Acker-, Grünland und Wechselland) erstreckt, auch direkt in Bezug auf das Biotopentwicklungspotenzial ausgewertet werden (vgl. LUBW 2010). In den Angaben zum Klassenzeichen sind Angaben zum Nährstoffhaushalt (Bodenwertzahl, wobei konkret nährstoffarme Standorte im Fokus stehen), zu den Wasserverhältnissen (sehr trockene bzw. nasse/feuchte Standorte) und zum Ausgangsmaterial der Bodenbildung in Verbindung mit der Zustandsstufe enthalten. Diese können als Indizien zur Einstufung eines Bodens als Extremstandort interpretiert werden.

Das durchgeführte Verfahren orientiert sich dabei an der Methode des LUBW (LUBW 2010). Analog dem bisherigen Schema werden die in Hinblick auf das Biotopentwicklungspotenzial auf Basis der Folie 42 relevanten Standorte drei Wertekategorien zugeordnet, die als **5_f42**, **4_f42** und **3_f42** gekennzeichnet sind. In Bezug auf das Biotopentwicklungspotenzial unauffällige Standorte werden ohne weitergehende Differenzierung nicht zugeordnet. Die konkreten Kriterien für die Zuordnung können dabei der folgenden Aufzählung entnommen werden.

- Wertekategorie **5_f42**: Boden- bzw. Grünlandgrundzahl ≤ 15 ; Geringstland; Hutung; Wasserstufe 5; Bodenart Moor der Zustandsstufe III

- Wertekategorie **4_f42**: Boden- bzw. Grünlandgrundzahl 15 bis \leq 24; Wasserstufe 4; Bodenart Moor der Zustandsstufe II
- Wertekategorie **3_f42**: Boden- bzw. Grünlandgrundzahl 25 bis \leq 34; übrige Standorte der Bodenart Moor

Die folgende Tabelle 15 beinhaltet das Ergebnis der o.g. Auswertung als Flächenstatistik. Die Bereiche mit sehr hohem bzw. hohem Biotopentwicklungspotenzial auf Basis der Folie 42 nehmen zusammen 47,72 km² ein, was knapp 10 % des 481,53 km² umfassenden naturnahen Außenbereichs des Kreises Recklinghausen, der sich insgesamt über 761 km² erstreckt, entspricht.

Tabelle 15: Wertekategorien zum Biotopentwicklungspotenzial auf Basis der Folie 42

Wertekategorie BP	Anzahl Polygone	Fläche [km ²]	Fläche [%]
n.v.	6.249	210,62	43,74
k.A. (sehr gering bis gering)	17.447	110,00	22,84
3_f42 (mittel)	17.405	113,20	23,51
4_f42 (hoch)	8.818	45,73	9,50
5_f42 (sehr hoch)	605	1,99	0,41
Summe	50.524	481,53	100,00

k.A. = keine Einstufung auf Basis der Folie 42

n.v. = Folie 42 nicht vorhanden (betrifft i.d.R. Wald)

Auswertung der Daten zum Grundwasserflurabstand (GFA)

Wie im Fall der Folie 42 können die Daten zum Grundwasserflurabstand nicht nur der Validierung von Darstellungen der BK50 bzw. der analogen BK5 dienen, sondern auch der direkten Ableitung des Biotopentwicklungspotenzials. Wiederum werden die Einheiten mit deutlichem Grundwassereinfluss drei Wertekategorien zugeordnet, wobei sich deren Abgrenzung an den Darstellungen der schutzwürdigen Böden orientiert (vgl. Tabelle 14).

- Wertekategorie **5_gfa**: Grundwasserflurabstand 0-4 dm u. GOK
- Wertekategorie **4_gfa**: Grundwasserflurabstand 4-8 dm u. GOK
- Wertekategorie **3_gfa**: Grundwasserflurabstand 8-13 dm u. GOK

Die folgende Tabelle 16 enthält das Ergebnis der o.g. Auswertung als Flächenstatistik. Die Bereiche mit sehr hohem bzw. hohem Biotopentwicklungspotenzial

auf Basis der Informationen zum Grundwasserflurabstand (GFA) nehmen zusammen 34,37 km² ein; dies entspricht 7,1 % des naturnahen Außenbereichs des Kreises Recklinghausen.

Tabelle 16: Wertekategorien zum Biotopentwicklungspotenzial auf Basis der Grundwasserflurabstände

Wertekategorie BP GFA	Anzahl Polygone	Fläche [km ²]	Fläche [%]
k.A. (sehr gering bis gering)	42.018	426,26	88,52
3_gfa (mittel)	3.306	20,90	4,34
4_gfa (hoch)	3.951	28,42	5,90
5_gfa (sehr hoch)	1.249	5,95	1,24
Summe	50.524	481,53	100,00

k.A. = keine Einstufung auf Basis der Daten zum Grundwasserflurabstand (GFA)

Zusammenfassende Bewertung

Die Gesamtübersicht zu den einzelnen Wertekategorien in Bezug auf das Biotopentwicklungspotenzial und ihrer jeweiligen Definition kann Anlage 6.1 entnommen werden.

1. Schritt

Zunächst werden die auf der digitalen bzw. analogen BK5 basierenden Auswertungen zum Biotopentwicklungspotenzial zusammengefasst. Für den übrigen Bereich werden die Auswertungen auf Basis der BK50 ergänzt. Die Auswertung auf Basis der Bodenkarten erfolgt für die jeweilige Einheit letztlich nicht parallel, sondern differenziert nach den drei zuvor genannten Datenquellen unterschiedlicher Priorität:

- BK5 digital (1. Priorität),
- BK5 analog (2. Priorität),
- BK50 (3. Priorität).

Die folgende Tabelle 17 beinhaltet die Flächenstatistik der Wertekategorien, zusammengefasst für die drei Kartengrundlagen. Differenziert wird dabei nach der grundsätzlichen Kategorie des Biotopentwicklungspotenzials, also ob es sich bei den Einheiten z.B. um Grundwasser-, Moor- oder Staunässeböden handelt, und der Einstufung des Potenzials (5 = sehr hoch, 4 = hoch und 3 = mittel).

Die Bereiche mit sehr hohem bzw. hohem Biotopotenzial (Wertestufen 4 und 5) auf Basis der Bodenkarten nehmen zusammen 41,38 km² ein, was etwa 8,6 % des naturnahen Außenbereichs des Kreises Recklinghausen entspricht. Dabei handelt es vornehmlich um Grundwasserböden (20,12 km²); hinzu kommen zu ähnlichen, geringeren Anteilen Moorböden (7,97 km²), trockene und tiefgründige Sandböden (6,40 km²) sowie Staunässeböden (6,88 km²).

Tabelle 17: Wertekategorien zum Biotopotenzial auf Basis der Bodenkarten nach Zusammenfassung, differenziert nach Wertekategorien

Wertekategorien BP Bodenkarten	Kategorie	Anzahl Polygone	Fläche [km ²]	Fläche [%]
k.A. (sehr gering bis gering)	übrige Böden	36.320	354,19	73,55
3_bg (mittel)	Grundwasserböden	5.620	19,96	4,15
3_bm (mittel)	Moorböden	129	1,30	0,27
3_bs (mittel)	Staunässeböden	1	0,03	0,01
3_bx (mittel)	trockene, tiefgründige Sandböden	1.882	64,67	13,43
3_bz (mittel)	trockene, flachgründige Rohböden	4	0,01	0,00
4_bg (hoch)	Grundwasserböden	1.886	10,24	2,13
4_bm (hoch)	Moorböden	511	4,49	0,93
4_bx (hoch)	trockene, tiefgründige Sandböden	75	6,40	1,33
5_bg (sehr hoch)	Grundwasserböden	2.863	9,88	2,05
5_bm (sehr hoch)	Moorböden	400	3,48	0,72
5_bs (sehr hoch)	Staunässeböden	831	6,88	1,43
5_bx (sehr hoch)	trockene, tiefgründige Sandböden	2	0,00	0,00
Summe		50.524	481,53	100,00

k.A. = keine Einstufung auf Basis der Bodenkarten (Wertestufen 1 und 2)

Da die Einstufungen unter unterschiedlichen Gesichtspunkten (Kategorien; s.o.) erfolgten, werden sie zu einer gemeinsamen Wertestufe zusammengefasst (5_bg, 5_bm, 5_bs usw. → Wertestufe 5; 4_bm, 4_bg usw. → Wertestufe 4 etc.). Dabei werden diejenigen Wertestufen 5 und 4, die nur auf Basis der BK50 vergeben und die nicht validiert werden konnten, gesondert gekennzeichnet (Abschlag -0,5; z.B. Wertestufe 5 → Wertestufe 4,5); sofern allerdings eine Absicherung erfolgte, wird auf einen Abschlag verzichtet.

Tabelle 18: Wertestufen zum Biotopotenzial auf Basis der Bodenkarten nach Zusammenfassung der Wertekategorien

Wertestufe BP Bodenkarten	Anzahl Polygone	Fläche [km²]	Fläche [%]
k.A. (sehr gering bis gering)	36.320	354,19	73,55
2,5* (mittel)	412	52,18	10,84
3,0 (mittel)	7.224	33,78	7,02
3,5* (hoch)	484	9,69	2,01
4,0 (hoch)	1.988	11,45	2,38
4,5* (sehr hoch)	730	6,58	1,37
5,0 (sehr hoch)	3.366	13,67	2,84
Summe	50.524	481,53	100,00

k.A. = keine Einstufung auf Basis der Bodenkarten (Wertestufen 1 und 2)

* bei fehlender Absicherung wird die Wertestufe gemäß BK50 um 0,5 Einheiten vermindert (5 → 4,5 usw.)

2. Schritt

Im nächsten Schritt werden die auf den Bodenkarten (analoge und digitale BK5 sowie BK50) basierenden Auswertungen nach Zusammenfassung (Wertestufe Bodenkarte gesamt; s.o.) mit denen der Folie 42 und denen zum Grundwasserflurabstand verschnitten.

Einer Einheit als Wertestufe zugeordnet wird letztlich das Maximum der drei Einzelbewertungen (zusammengefasste Bodenkarten, Folie 42 und Grundwasserflurabstand; z.B. 4_bg + 3_f42 + 5_gfa → 5).

Ergebnis

Das Ergebnis nach Verschneidung kann als Flächenstatistik der folgenden Tabelle 19 entnommen werden. Die dazugehörige kartographische Darstellung findet sich in Anlage 5.2.

Tabelle 19: Flächenstatistik zum Biotopentwicklungspotenzial (BP) auf Basis der Bodenkarten, der Folie 42 und den Grundwasserflurabständen im naturnahen Außenbereich

Wertestufe BP	Anzahl Polygone	Fläche [km ²]	Anteil [%]
1 und 2 (sehr gering bis gering)	15.621	210,31	43,68
2,5 (mittel)	330	52,02	10,80
3,0 (mittel)	16.762	114,31	23,74
3,5 (hoch)	374	9,32	1,94
4,0 (hoch)	12.125	69,88	14,51
4,5 (sehr hoch)	699	6,49	1,35
5,0 (sehr hoch)	4.613	19,20	3,99
Summe	50.524	481,53	100,00

Der Flächenanteil der nicht weiter differenzierten Wertestufen 1 und 2 (sehr geringes bis geringes Biotopentwicklungspotenzial) liegt mit 210,31 km² bei 43,7 %. Die Böden der Wertestufen 2,5 bzw. 3 (mittleres Biotopentwicklungspotenzial) nehmen mit zusammen 166,33 km² etwa 34,5% des hier betrachteten naturnahen Außenbereichs im Kreis Recklinghausen ein.

Ein hohes Biotopentwicklungspotenzial ergibt sich für die Böden der Wertestufen 3,5 bzw. 4. Gemäß Flächenstatistik trifft dies für ein Areal von insgesamt 79,20 km² zu, was 16,5 % des betrachteten naturnahen Außenbereichs entspricht.

Der Anteil der Böden mit sehr hohem Biotopentwicklungspotenzial (Wertestufen 4,5 bis 5,5) liegt im naturnahen Außenbereich bei etwa 5,3 % (25,69 km²).

Ein Vergleich von Tabelle 18 und Tabelle 19 zeigt eine Zunahme der Fläche mit hohem bzw. sehr hohem Biotopentwicklungspotenzial. Dies ist verständlich, da die abschließende Bewertung auf Basis der drei Datengrundlagen parallel erfolgt. Dabei tritt durchaus der Fall auf, dass Einheiten, die auf Grundlage der Bodenkarten ein nur geringes bis mittleres Biotopentwicklungspotenzial aufweisen, in Hinblick auf den Grundwasserflurabstand bzw. die Folie 42 ein hohes bis sehr hohes Potenzial zugeordnet werden kann.

7.3. Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (AF)

Eine anthropogene Beeinflussung naturnaher, nicht regenerierbarer und/oder seltener Böden durch z.B. Baumaßnahmen führt zwangsläufig zu einem irreversiblen Verlust der Archivfunktion, denn Böden sind vielschichtige Informationsträger hinsichtlich aktueller und historischer Prozesse. Sie sind z.B. Zeuge bezüglich der Vegetations- und Klimageschichte, der Landschaftsgeschichte oder der Reliefbildung. Weiterhin können sie aber auch Informationen über die Entwicklung von ackerbaulichen Bewirtschaftungsmethoden und ökonomischen Nutzungen, die Siedlungsentwicklung sowie die kulturelle Entwicklung der Menschheit enthalten (LABO 2011). Naturnah verbliebene Böden können etwa bei sehr seltenem Ausgangsmaterial oder einer reliktschen, also heute nicht mehr ablaufenden Bodenentwicklung besonders wertvolle **Archive der Naturgeschichte** sein. Bei einer besonderen Prägung des Bodenprofils durch historische Kulturtechniken können sie **Archive der Kulturgeschichte** darstellen. Diese beiden Teilfunktionen können mit Hilfe der Kriterien Naturnähe und Regenerierbarkeit bewertet werden. Hinzu kommt die auf das Betrachtungsgebiet bezogene Seltenheit als wesentliches Kriterium. Im Detail bedeutet dies:

- Die **Naturnähe** definiert sich über den anthropogenen Einfluss auf die bodenkundlichen Verhältnisse (insbesondere den Profilaufbau);
- die **Regenerierbarkeit** ist die Zeitspanne, in der sich ein bestimmter Bodentyp unter dem Einfluss seiner charakteristischen bodenbildenden Prozesse entwickeln kann;
- die **Seltenheit** bezieht sich auf die prozentualen Flächenanteile von Bodentypen innerhalb einer gegebenen Raumeinheit (hier: Kreis Recklinghausen).

Bei der Bewertung der Archivfunktion der Naturgeschichte und Kulturgeschichte für die Landesfläche von Nordrhein-Westfalen wird die "Karte der schutzwürdigen Böden in Nordrhein-Westfalen" (GD 2004) im Maßstab 1 : 50.000 hinzugezogen. Darin wird als Kriterium für die Ausweisung von schutzwürdigen Böden hinsichtlich der Archivfunktion allerdings ausschließlich auf die Seltenheit unter Berücksichtigung der Repräsentativität Bezug genommen. Einschränkend ist zudem darauf hinzuweisen, dass die Flächen seltener Böden oft zu klein sind und den im

Maßstab 1 : 50.000 darstellbaren Flächenanteil von $\geq 5\%$ unterschreiten (SCHRAPS und SCHREY 1997).

Deutlich wird hierbei, dass das Kriterium Seltenheit für den Kreis Recklinghausen individuell betrachtet werden muss. Des Weiteren werden Ansätze zur Berücksichtigung der Kriterien Bodentyp oder Bodenform diskutiert. Ein weiterer Aspekt ist, dass die Bewertung der Eigenart und der typischen Ausprägung der Böden von den Erfahrungen des Betrachters abhängt.

Auch gemäß LABO (2011) ist nicht allein die Seltenheit als Kriterium für die Archivfunktion zu berücksichtigen, sondern auch die Kriterien Naturnähe und Regenerierbarkeit. Allerdings kommt der Seltenheit dabei ein besonderer Stellenwert zu. Während die ersten beiden Kriterien unabhängig vom Untersuchungsgebiet sind, wird über das Kriterium Seltenheit der regionale Bezug zum Kreisgebiet hergestellt.

Die hohe Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten von Bodentyp, Subtyp und Varietät führt zu einer erschwerten Bewertung der Schutzwürdigkeit auf Grundlage der Seltenheit, ausgedrückt als prozentualer Flächenanteil. Daher sollten ausschließlich besonders ausgeprägte Bodenprozesse, wie sie im Hauptbodentyp zum Ausdruck kommen, für die Auswertung berücksichtigt werden (LABO 2011).

Karten- und Datengrundlagen

Im Vorfeld der Auswertungen zur Archivfunktion wird jeder Teilfläche (Polygon) ein Hauptbodentyp zugeordnet. Da für die einzelnen Polygone häufig mehrere, sich zum Teil widersprechende Datengrundlagen zur Verfügung stehen, erfolgt die Zuordnung gemäß folgender Priorisierung:

1. BK5 digital
2. Bodentyp gemäß Kampagne zur BFK bzw. BBK*
3. BK5 analog
4. BK50
5. Folie 42 (nur als Zusatzinformation)

* Insbesondere im Bereich von Waldflächen erstrecken sich zum Teil sehr große Polygone, die durch eine Bodeneinheit der BK50 definiert werden. Hier wird auf die Zuordnung des Bodentyps auf Basis der BBK verzichtet, da der eine im Rahmen der BBK beprobte Standort nicht als repräsentativ für das gesamte Polygon angesehen werden kann. Diese Besonderheit tritt im Fall der Untersuchungskampagne zur BFK nicht auf, da hier vergleichsweise kleine Areale, die durch eine Kombination von Einheiten der BK50 und der Folie 42 definiert werden, beprobt wurden.

Für 32,1 % des betrachteten Kreisgebietes kann auf großmaßstäbige Angaben zurückgegriffen werden (vgl. Tabelle 20). Für die übrigen 67,9 % liegen allerdings nur Informationen zum Bodentyp, die auf den Angaben der BK50 beruhen, vor. Bei einem Teil des betroffenen Areals kann allerdings auf Zusatzinformation der Folie 42 zurückgegriffen werden.

Tabelle 20: Flächenstatistik zur Datengrundlage für die Zuordnung des Bodentyps

Datenquelle	Anzahl Polygone	Fläche [km ²]	Anteil [%]
BK5_digital	25.156	103,89	21,57
BFK	74	2,78	0,58
BBK	130	5,53	1,15
BK5_analog	5.031	42,23	8,77
BK50 + BBK* (s.o.)	60	32,25	6,70
BK50	20.073	294,86	61,23
Summe	50.524	481,53	100,00

In einem nächsten Schritt wurde die Vielzahl an zugeordneten Bodentypen, Bodensubtypen, Übergangsbodentypen und Varietäten (insgesamt 194 unterschiedliche Einheiten) zu einer überschaubaren Anzahl an Hauptbodentypen aggregiert (mit n = 29). Das Schema, nachdem diese Aggregation erfolgt, ist in Anlage 6.2 dokumentiert. Die dazugehörige Flächenstatistik befindet sich in Anlage 6.3.

Konzept und Umsetzung

Für die Ausweisung der Böden mit Archivfunktion existieren keine standardisierten Methoden. Das im vorliegenden Gutachten angewandte **Prinzip zur Gesamtbewertung der Archivfunktion** im Untersuchungsgebiet stützt sich

- a) einerseits auf die Ableitung der Wertestufen in Abhängigkeit der Kriterien Naturnähe, Regenerierbarkeit und Seltenheit (Schritt 1) und
- b) andererseits auf die Festlegungen von Wertestufen ausgewählter Bodentypen auf Grundlage der Vorgaben des GD NRW (Priorisierung) (Schritt 2).

Im Folgenden werden die beiden Arbeitsschritte und die daraus abgeleiteten Wertestufen erläutert:

SCHRITT 1: BERECHNUNGEN FÜR DIE KRITERIEN NATURNÄHE, REGENERIERBARKEIT UND SELTENHEIT

Gemäß den Empfehlungen der LABO (2011) wird als Bewertungsgrundlage der Parameter "(Haupt-)Bodentyp" gewählt und gemäß der drei Kriterien Naturnähe (vgl. Tabelle 21), Regenerierbarkeit (vgl. Tabelle 22) und Seltenheit eingestuft (vgl. Tabelle 23).

Jedes Kriterium für sich genommen wird in einer dreistufigen Skala bewertet (Tabelle 21 bis Tabelle 23). Die Beschränkung auf drei Klassen ist empfehlenswert, um für jedes Kriterium grundlegende Unterschiede zu verdeutlichen und eine entsprechende Besetzung der Wertestufen der im naturnahen Außenbereich des Kreisgebietes verbreiteten Bodentypen zu ermöglichen. Vergeben werden dabei die Wertestufen 1, 3 und 5. Die Wertestufen 2 und 4 werden nicht vergeben. Diese Vorgehensweise hat auch den Vorteil, dass sich bei der Zusammenführung der Kriterien zur Gesamtbewertung der Archivfunktion rechnerisch, wie bei den anderen Bodenfunktionen auch, eine fünfstufige Skala ergibt (vgl. Tabelle 24 und Tabelle 25).

Die in Tabelle 21 betrachtete **Naturnähe** beschreibt, inwieweit ein Boden durch den Menschen in seinen natürlichen Eigenschaften verändert wurde. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass land- und forstwirtschaftlich genutzte Böden im Regelfall als naturnah gelten können (LANUV 2010). Beispielsweise sind Ackerböden bis zur Pflugtiefe (ca. 30 cm u. GOK) verändert, jedoch nicht in ihrer grundsätzlichen Horizontabfolge. Demnach spielt für die Bewertung der Naturnähe der Bodentyp die maßgebliche Rolle. Somit sind nicht anthropogen überprägte Bodenprofile aller Bodentypen als naturnah einzustufen und erhalten die Wertestufe 5 (z.B. Braunerde). Bodentypen der Klasse "Terrestrische anthropogene Böden" erhalten die Wertestufe 3 (z.B. Kolluvisol); gleiches gilt für kultivierte Moore ("Deckkultur"). Um die Archivfunktion der Böden im Untersuchungsraum flächendeckend zu erfassen, fallen künstlich veränderte Böden und Aufschüttungen ohne Bodenentwicklung in die Wertestufe 1.

Tabelle 21: Bewertung der Naturnähe der im Kreis Recklinghausen auftretenden Bodentypen

Wertestufe	Grad der Naturnähe	Bodentypen
5	hoch / naturnah	Auengley, Braunerde, Humusbraunerde, Gley, Humusgley, Nassgley, Anmoorgley, Moorgley, Vega, Hochmoor, Niedermoor, Erdniedermoor, Parabraunerde, Ranker, Regosol, Pararendzina, Lockersyrosem, Podsol, Pseudogley, Humuspseudogley, Anmoorpseudogley
4		nicht vergeben
3	mittel / bedingt naturnah	Deckkulturboden, Kolluvisol, Plaggenesch, Rigosol, Treposol
2		nicht vergeben
1	gering / naturfern	Aufschüttung ohne Bodenentwicklung, künstlich veränderter Boden

Anmerkung: Die Zuordnung der Bodentypen zu den Wertestufen orientiert sich an der Vorgehensweise im Kreis Steinfurt (2009), ergänzt um im Kreis Recklinghausen vorkommende Bodentypen.

Unter **Regenerierbarkeit** wird die Möglichkeit einer erneuten Entwicklung eines Bodentyps nach dessen (teilweisen) Zerstörung in Abhängigkeit der für diesen Boden charakteristischen bodenbildenden Prozesse - insbesondere den Faktoren Zeit und den heutigen Klimabedingungen - verstanden. Wie im Fall der Naturnähe werden die Böden in Bezug auf die Regenerierbarkeit drei unterschiedlichen Klassen mit den Wertestufen 1, 3 und 5 (s.o.) zugeordnet. Als Zeithorizonte werden unterschieden: < 50 Jahre, 50-200 Jahre und > 200 Jahre. Folglich sind naturnahe Böden mit komplexer Horizontabfolge als besonders schutzwürdig hinsichtlich der Regenerierbarkeit einzustufen (Wertestufe 5) (z.B. Podsol). Weniger komplexe Bodentypen, die in der Entwicklungsreihe der Böden am Anfang stehen (z.B. Ah/C-Böden wie die Pararendzina), erhalten unter dem Aspekt der Regenerierbarkeit eine geringere Schutzwürdigkeit (Wertestufe 3); dies gilt auch für durch Grund-/Stauwasser (z.B. Gley, Pseudogley) oder Sedimentationsprozesse (z.B. Kolluvisol, Vega) geprägte Böden. Sind Böden dahingegen auf Grund einer heute nicht mehr praktizierten landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsform entstanden (z.B. Plaggenwirtschaft), so gelten diese ebenso als besonders schutzwürdig und sind der Wertestufe 5 zuzuordnen (Tabelle 22).

Tabelle 22: Bewertung der Regenerierbarkeit der im Kreis Recklinghausen auftretenden Bodentypen

Wertestufe	Dauer der Regenerierbarkeit	Bodentypen
5	> 200 Jahre	Braunerde, Humusbraunerde, Plaggenesch, Hochmoor, Niedermoor, Parabraunerde, Podsol
4	nicht vergeben	-
3	50 – 200 Jahre	Vega, Auengley, Gley, Humusgley, Nassgley, Anmoorgley, Moorgley, Kolluvisol, Erdniedermoor, Ranker, Regosol, Pararendzina, Pseudogley, Humuspseudogley, Anmoorpseudogley
2	nicht vergeben	-
1	< 50 Jahre	Deckkulturboden, Lockersyrosem, Aufschüttung ohne Bodenentwicklung, künstlich veränderter Boden, Treposol, Rigosol

Anmerkung: Die Zuordnung der Bodentypen zu den Wertestufen orientiert sich an der Vorgehensweise im Kreis Steinfurt (2009), ergänzt um im Kreis Recklinghausen vorkommende Bodentypen.

Im Rahmen der durchgeführten Bewertung der Archivfunktion beschreibt die **Seltenheit** den Flächenanteil der Verbreitung eines Bodentyps an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes des Kreises Recklinghausen. Als Richtwert für (besonders) schutzwürdige Böden gilt ein Flächenanteil von $\leq 1\%$ (GREITEN und MEUSER 2009 und LBEG 2008). Als weitere Abstufung in Hinblick auf die Schutzwürdigkeit dient der Hinweis von SCHREY und SCHRAPS (1997), dass Böden mit Flächenanteilen von maximal 5 % im Maßstab 1 : 50.000 nicht darstellbar sind.

Die Einstufung der Böden in drei Klassen anhand ihrer Flächenanteile bezogen auf die Hauptbodentypen ist in Tabelle 23 dargestellt. Wie im Fall der beiden anderen Kriterien Naturnähe und Regenerierbarkeit werden die Wertestufen 1, 3 und 5 vergeben.

Tabelle 23: Bewertung der flächenbezogenen Seltenheit der im Kreis Recklinghausen auftretenden Bodentypen

Wertestufe	Abstufung der Seltenheit nach Flächenanteilen	Bodentypen und deren Flächenanteil
5	≤ 1 %	Deckkulturboden (0,6 %), Humusgley (< 0,1 %), Moorgley (< 0,1 %), Anmoorgley (0,7 %), Nassgley (0,1 %), Hochmoor (0,4 %), Erdniedermoor (< 0,1 %), Ranker (< 0,1 %), Lockersyrosem (0,2 %), Humuspseudogley (< 0,1 %), Anmoorpseudogley (< 0,1 %), Aufschüttung ohne Bodenentwicklung (0,9 %), künstlich veränderter Boden (0,4 %), Treposol (0,1 %), Rigosol (< 0,1 %), Pararendzina (< 0,1 %), Niedermoor (1,0 %)
4	nicht vergeben	-
3	1 - 5 %	Vega (3,2 %), Auengley (1,9 %), Humusbraunerde (2,1 %), Plaggenesch (1,7 %), Kolluvisol (1,9 %), Regosol (1,6 %)
2	nicht vergeben	-
1	≥ 5 %	Braunerde (29,3 %), Gley (17,9 %), Parabraunerde (6,5 %), Podsol (17,0 %), Pseudogley (12,3 %)

Anmerkung: Die Zuordnung der Bodentypen zu den Wertestufen orientiert sich an der Vorgehensweise im Kreis Steinfurt (2009) bzw. LBEG (2008), ergänzt um im Kreis Recklinghausen vorkommende Bodentypen.

In Tabelle 24 ist dargestellt, wie sich auf Basis der dreistufigen Bewertung der Kriterien Naturnähe (Tabelle 21), Regenerierbarkeit (Tabelle 22) und Seltenheit (Tabelle 23) eine zusammenfassende Bewertung in fünf Stufen ableitet.

Zunächst werden die beiden Kriterien Naturnähe und Regenerierbarkeit zusammengefasst. Damit wird eine grundsätzliche Bewertung der im Kreis Recklinghausen verbreiteten Böden ermöglicht, die auf andere Räume übertragbar ist. Um eine auf den Kreis Recklinghausen bezogene Bewertung durchzuführen, wird zusätzlich das Kriterium der Seltenheit im Kreis Recklinghausen berücksichtigt. Damit beinhaltet dieses Kriterium den regionalen Bezug. Gemäß dieser Vorgehensweise erhält das Kriterium Seltenheit im Kreis Recklinghausen ein besonderes Gewicht. Dies steht im Einklang mit dem im Kreis Steinfurt (2009) und anderen Untersuchungsgebieten (z.B. Bodenfunktionskarte Hamm, IFUA 2012) zur Anwendung kommenden Verfahren.

Die Berechnung der Wertestufen der Archivfunktion erfolgt letztlich als gewichteter Mittelwert, wobei die Kriterien Naturnähe, Regenerierbarkeit und Seltenheit im Kreis Recklinghausen mit der Gewichtung 1 : 1 : 2 einfließen.

Am Beispiel des Bodentyps Plaggenesch soll die Vorgehensweise der zusammenfassenden Bewertung der Archivfunktion erläutert werden:

- a) Naturnähe (Tabelle 21) = Wertestufe 3
- b) Regenerierbarkeit (Tabelle 22) = Wertestufe 5
- c) Naturnähe/Regenerierbarkeit (Tabelle 24, oben "1. Stufe") = Wertestufe 4 (Mittelwert)
- d) Seltenheit im Kreis Recklinghausen (Tabelle 23) = Wertestufe 3
- e) Naturnähe/Regenerierbarkeit/Seltenheit (Tabelle 24, unten "2. Stufe") = Wertestufe rechnerisch 3,5; gerundet 4⁴

Hinweis: In diesem konkreten Fall des Plaggenesch erfolgt noch eine Modifikation gemäß Schritt 2 (Priorisierung; s.u.).

⁴ Rechengang: $(3 + 5 + 3 + 3) / 4 = 14 / 4 = 3,5 \rightarrow 4$ (nach Rundung)

Tabelle 24: Zusammenfassende Bewertung der Naturnähe, Regenerierbarkeit und Seltenheit der im Kreis Recklinghausen auftretenden Bodentypen

Zusammenfassende Bewertung der Naturnähe und Regenerierbarkeit der Böden

Naturnähe \ Regenerierbarkeit	1 (gering)	3 (mittel)	5 (hoch)
1 (< 50 Jahre)	1: Aufschüttung ohne Bodenentwicklung künstlich veränderter Boden	2: Deckkulturboden Rigosol Treposol	3: Lockersyrosem
3 (50 - 200 Jahre)	2: im Kreisgebiet nicht vorhanden	3: Kolluvisol	4: Auengley Gley Humusgley Nassgley Anmoorgley Moorgley Vega Erdniedermoor Ranker Regosol Pararendzina Pseudogley Humuspseudogley Anmoorpseudogley
5 (> 200 Jahre)	3: im Kreisgebiet nicht vorhanden	4: Plaggenesch	5: Braunerde Humusbraunerde Hochmoor Niedermoor Parabraunerde Podsol

Zusätzliche Berücksichtigung der Seltenheit der Böden im Kreis Recklinghausen

Seltenheit	1 (≥ 5%)			3 (1-5%)			5 (≤ 1%)		
	1 (≥ 5%)	3 (1-5%)	5 (≤ 1%)	1 (≥ 5%)	3 (1-5%)	5 (≤ 1%)	1 (≥ 5%)	3 (1-5%)	5 (≤ 1%)
	1: n.v.	2: n.v.	3: künstlich veränderter Boden Aufschüttungsboden ohne Bodenentwicklung	1,5: n.v.	2,5: n.v.	3,5: Deckkulturboden Rigosol Treposol	2: n.v.	3: n.v.	4: Lockersyrosem
	1,5: n.v.	2,5: n.v.	3,5: n.v.	2: n.v.	3: Kolluvisol	4: n.v.	2,5: Gley Pseudogley	3,5: Auengley Vega Regosol	4,5: Humusgley Nassgley Anmoorgley Moorgley Erdniedermoor Ranker Pararendzina Humuspseudogley Anmoorpseudogley
	2: n.v.	3: n.v.	4: n.v.	2,5: n.v.	3,5: Plaggenesch	4,5: n.v.	3: Braunerde Parabraunerde Podsol	4: Humusbraunerde	5: Hochmoor Niedermoor

Farbcode Wertestufe*
 * ggf. nach Rundung

1	= sehr gering
2	= gering
3	= mittel
4	= hoch
5	= sehr hoch

n.v. = im Kreisgebiet nicht vorhanden

Anmerkung: Die Vorgehensweise zur Gesamtbewertung orientiert sich an der Vorgehensweise im Kreis Steinfurt (2009).

SCHRITT 2: WEITERGEHENDE FESTLEGUNGEN FÜR DIE GESAMTBEWERTUNG

Um die Konsistenz mit den Darstellungen der "Karte der schutzwürdigen Böden" (GD 2004) zu wahren, wird den Bodeneinheiten, die in Hinblick auf die Archivfunktion als sehr oder besonders schutzwürdig ausgewiesen sind, die Wertestufe 5 zugeordnet (Priorisierung). Dies betrifft im Kreis Recklinghausen Böden, die sich aus kreidezeitlichem Ausgangsgestein gebildet haben⁵, und in der Regel

⁵ hierunter können verschiedene Bodentypen wie Podsol, Gley oder Braunerde fallen

auch den Bodentyp Plaggenesch. Einige Bodeneinheiten der BK5_digital des Bodentyps Plaggenesch sind auf Grund ihrer Ausprägung allerdings "nur" als "schutzwürdig" und nicht als "sehr/besonders schutzwürdig" eingestuft; in diesen konkreten Fällen wird die Wertestufe 4 zugeordnet.

Weiterhin enthalten die digitalen Bodenkarten für einzelne Einheiten Informationen zu erheblichen anthropogenen Einflüssen, die sich aus der Umlagerung von Bodenmaterial ergeben. Diese sind kenntlich gemacht durch die Zusatzsymbole "=", ">", "<" oder "y" (z.B. "=G-B" für überdeckte Gley-Braunerde, ">Q" für aufgefüllten Regosol, "<N" für abgegrabenen Ranker oder "yK" für durch Bodenumlagerungen anthropogen überlagerter Kolluvisol; vgl. Anlage 6.2). Um diesem Sachverhalt in Hinblick auf die Archivfunktion Rechnung zu tragen, wird die Wertestufe in diesen Fällen aufgrund der Erheblichkeit des Eingriffs um zwei Einheiten vermindert (-2).

Im Osten des Kreisgebietes befinden sich Areale, die als Rieselfelder genutzt wurden (Informationen gemäß Folie 42). Diese Nutzung kann als lokale Besonderheit mit spezifischen Bodenverhältnissen aufgefasst werden (z.B. tiefgründige Anreicherung organischer Substanz, besonders ausgeprägte biologische Aktivität). Daher wird die Wertestufe der Böden in den betreffenden Arealen um eine Einheit erhöht (+1) (Gley = 3; Gley im Bereich eines Rieselfeldes = 4).

Plausibilitätsprüfung:

Wie bereits zuvor erläutert, liegen für die einzelnen Flächen des Kreisgebietes in Qualität und räumlicher Auflösung unterschiedliche Datengrundlagen vor. Für 67,9 % des betrachteten Kreisgebietes basieren die Ableitungen zur Archivfunktion auf den Darstellungen der BK50 (vgl. Tabelle 20). Für einen Teil dieses Gebietes liegen jedoch auch aus der Folie 42 abgeleitete Informationen im Maßstab 1 : 5.000 vor. Hier bietet sich die Möglichkeit, die beiden Datengrundlagen abzugleichen. Zeigt der Vergleich eine Übereinstimmung beider Datengrundlagen hinsichtlich der Bodentypen, werden diese als ausreichend verlässlich akzeptiert. Die entsprechenden Flächen erhalten die Wertestufe **5** bzw. **4**. In Bereichen der BK50 mit den Wertestufen 4 und 5, in denen die beiden Kartengrundlagen voneinander abweichende Bodentypen ausweisen oder die Folie 42 fehlt (i.d.R. Waldflächen), wird diesen die Zwischen-Wertestufe **4,5** bzw. **3,5** zugewiesen, um diese im GIS

mit einer einfachen Abfrage identifizieren zu können. Aus Gründen der Planungssicherheit wird hier eine Überprüfung des Sachverhalts bei konkret geplanten Maßnahmen empfohlen (Überprüfung des Bodentyps und ein Abgleich mit dessen Schutzwürdigkeit durch Bodenkartierung).

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass in den Fällen, in denen nur die Folie 42 Böden der Wertestufe 5 bzw. 4 ausweisen würde - und dies nicht durch die BK50 bestätigt wird – die Darstellungen der Folie 42 als nachrangig betrachtet werden, da die Darstellungen der Folie 42 in Bezug auf den Bodentyp erfahrungsgemäß als weniger verlässlich einzustufen sind. Dies gilt insbesondere, wenn es sich um ältere Ableitungen, wie sie für den Kreis Recklinghausen größtenteils vorliegen, handelt (vgl. auch Kapitel 6.4). In der genannten Fallgestaltung erfolgt deshalb die Zuordnung des Bodentyps auf Basis der BK50.

Ergebnis:

Wie zuvor erläutert, erfolgt die Zuordnung von Wertestufen der Archivfunktion auf Basis bodenkundlicher Einheiten. Dies wird um Schutzobjekte ergänzt, die einen besonderen Bezug zum Schutzgut Boden haben. Darunter fallen Geotope, Bodendenkmäler und entsprechende Naturdenkmäler (vgl. Kapitel 3.4.2); diesen wird generell die Wertestufe 5 zugeordnet und zwar unabhängig davon, ob sich die Objekte im naturnahen Außenbereich befinden oder nicht. Zur schnellen Identifikation im GIS sind die Schutzobjekte, die sich nicht im naturnahen Außenbereich erstrecken, mit der Wertestufe **5,5** gekennzeichnet.

Die in Tabelle 25 dargestellte Übersicht führt die für die drei Kriterien (Naturnähe, Regenerierbarkeit und Seltenheit) vorgenommenen Bewertungen (Schritt 1; Tabelle 24) und die weitergehenden Festlegungen (Schritt 2; s.o.) in eine Gesamtbewertung zusammen.

Tabelle 25: Gesamtbewertung der Archivfunktion der Natur- und Kulturgeschichte für den Kreis Recklinghausen

Wertestufe AF	Bodentypen / Sonstiges
1 (sehr gering)	---
2 (gering)	---
3 (mittel)	Aufschüttung_ohne_Bodenentwicklung, Braunerde, Gley, Kolluvisol, künstlich veränderter Boden, Parabraunerde, Podsol, Pseudogley; (keine Angabe)
4* (hoch)	Auengley, Deckkulturboden, Humusbraunerde, Lockersyrosem, Regosol, Rigosol, Treposol, Vega / Plaggenesch soweit "nur" schützenswert gemäß BK5_digital
5* (sehr hoch)	Anmoorgley, Anmoorpseudogley, Erdniedermoor, Hochmoor, Humusgley, Humuspseudogley, Moorgley, Nassgley, Niedermoor, Pararendzina, Plaggenesch, Ranker / Böden aus kreidezeitlichen Ablagerungen / Bodendenkmäler, Geotope, Naturdenkmäler**
-2 (Abschlag)	überdeckte, aufgefüllte oder abgegrabene Böden
+1 (Zuschlag)	Böden im Bereich der Rieselfelder

* bei fehlender Absicherung durch die Folie 42 wird die Wertestufe gemäß BK50 um 0,5 Einheiten vermindert (5 → 4,5 bzw. 4 → 3,5)

** Bodendenkmäler, Geotope und Naturdenkmäler, die sich nicht im naturnahen Außenbereich befinden, werden mit der Wertestufe 5,5 versehen

Tabelle 26: Flächenstatistik zur Archivfunktion der Natur- und Kulturgeschichte (AF)

Wertestufe AF	Anzahl Polygone	Fläche [km ²]	Anteil [%]
1 (sehr gering)	576	5,79	1,20
2 (gering)	411	1,17	0,24
3 (mittel)	40.064	405,93	84,18
3,5 (hoch)	1.932	22,98	4,77
4 (hoch)	4.696	21,97	4,56
4,5 (sehr hoch)	561	6,69	1,39
5 (sehr hoch)	2.284	16,99	3,52
5,5* (sehr hoch)	65	0,71	0,15
Summe	50.589	482,24	100,00

Anmerkung: die Wertestufen 3,5, 4,5 und 5,5 sind in Tabelle 25 erläutert.

* nicht naturnaher Siedlungsbereich

Der Flächenanteil der dominanten Wertestufe 3 (mittel) liegt bei 84 %. Böden der Wertestufen 1 und 2 treten als durch Abgrabung, Auffüllung oder Überdeckung anthropogen stark beeinflusste Böden im Betrachtungsraum dahingegen kaum in Erscheinung. Dies ist nachvollziehbar, da derartige Areale in der Regel dem Siedlungsbereich zuzuordnen sind, oder als Altstandorte und Altablagerungen unter die Ausschlussflächen fallen. Die Böden der Wertestufen 3,5 bzw. 4 nehmen etwa 9,3% des hier betrachteten Kreisgebiets ein. Der Anteil der Böden mit sehr hoher

Wertestufe in Bezug auf die Archivfunktion (Wertestufen 4,5 bis 5,5) liegt im naturnahen Außenbereich bei etwa 4,9 %. Hinzu kommen 65 Teilflächen im nicht naturnahen Siedlungsbereich, in denen Schutzobjekte kartiert sind; diese nehmen eine Fläche von insgesamt 0,71 km² ein.

Von den insgesamt 22,98 km² mit Böden der Wertestufe 3,5 (vgl. Tabelle 26) entfallen ca. 12,27 km² auf Waldflächen (d.h. 53 %), für die nur eine Auswertung auf Basis der BK50 möglich ist. Die Gesamtfläche an Böden der Wertestufe 4,5 umfasst 6,69 km² (vgl. Tabelle 26), wobei ca. 56 % der betroffenen Fläche auf Wald entfällt (d.h. 3,73 km²).

7.4. Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (AW)

Eine weitere im Untersuchungsgebiet zu berücksichtigende Teilfunktion bezieht sich auf den Boden als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (AW)*. Diese Teilfunktion berücksichtigt definitionsgemäß sowohl das Wasserspeichervermögen für pflanzenverfügbares Wasser (= nutzbare Feldkapazität [nFK]) als auch die Infiltrationsfähigkeit des Bodens (= gesättigte Wasserleitfähigkeit [kf-Wert]) (UM Baden-Württemberg 1995).

Die Bedeutungen von nFK und kf-Wert leiten sich daraus ab, dass insbesondere natürliche Böden, die einen hohen Anteil an Mittelporen aufweisen und keine Merkmale von Verdichtung oder Versiegelung zeigen, ungehindert am Wasserkreislauf teilnehmen können. Als Beispiele sind zu nennen, wie viel Wasser der Vegetation zur Verfügung steht oder wie viel Niederschlagswasser durch Versickerung der Grundwasserneubildung potenziell zukommt (Basisabfluss), was zu einer Abflussverzögerung im Vorfluter beitragen kann.

Im Rahmen der Gewichtung der Boden(teil)funktionen wird der Boden als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf als "nachgeordnet relevant (Gewichtungsstufe 2)" eingestuft. Hinsichtlich einer Bauleitplanung kann diese Teilfunktion allerdings etwa bei großflächigen Bebauungen bzw. Versiegelungen, Bodenauftrag/-überdeckung, Verdichtungen oder Grundwasserstandsänderungen Bedeutung erlangen und somit gleichrangig wie die übrigen betrachteten Bodenteilfunktionen zu prüfen sein (LABO 2008).

Kartengrundlagen

Zur Bewertung des Bodens als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf* steht für Teile des Kreisgebietes als großmaßstäbige Grundlage die digitale BK5 zur Verfügung. Für die übrigen Bereiche muss auf die BK50 zurückgegriffen werden. Für beide digitalen Karten liegen Angaben des GD (Geologischer Dienst NRW) zur nFK und zum kf-Wert vor. Dazu wurden vom GD sog. JDM-Dateien als Datentabellen zur Verfügung gestellt, d.h. pro betrachteter Einheit der BK50 bzw. der BK5_digital enthalten diese für **jeden Dezimeter** bis 2 m Tiefe (jeweils kenntlich gemacht durch die lfd. Ziffer 1 bis 20) Angaben zu einer Vielzahl bodenkundlicher Parameter, z.B.:

- Kennzeichnung der Schichten des effektiven Wurzelraums (We) und des Grundwasserbereichs (gw) sowie der Schichten mit hohem Anteil Festgestein (zz),
- mittlerer Volumenanteil von Fels, Steinen, Kies, Sand, Schluff, Ton und Torf bis zur jeweiligen Tiefe,
- Summe der Feldkapazität (FK) bzw. nutzbaren Feldkapazität (nFK), der Luftkapazität (LK), Kationenaustauschkapazität (KAK) bis zur jeweiligen Tiefe,
- mittlere gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) bis zur jeweiligen Tiefe.

Die genannten Parameter können dabei für unterschiedliche Bezugstiefen ermittelt werden (z.B. effektiver Wurzelraum We oder für die Tiefenstufe 0-1 m bzw. 0-2 m; vgl. Anlage 6.6).

Im Fall von nFK und kf-Wert wurde dabei konkret wie folgt vorgegangen:

- Aufsummierung der nutzbaren Feldkapazität [mm] bis zur Untergrenze des effektiven Wurzelraumes bzw. maximal 1 m resp. maximal 2 m Tiefe; dabei wurden durch "gw" oder "zz" gekennzeichnete Horizonte (d.h. permanent grundwasserführende Horizonte bzw. Horizonte mit einem sehr hohem Anteil an Festgestein) ausgeklammert.
- Die Wasserleitfähigkeit wird als gesättigte Wasserleitfähigkeit kf-Wert angegeben, die über die Bezugstiefe (Untergrenze We, bis 1 m bzw. bis 2 m Tiefe) gemittelt wird; wiederum fanden Horizonte mit Grundwassereinfluss

bzw. aus Festgestein keine Berücksichtigung.

Für die Folie 42 steht ein Verfahren zur Verfügung, das die Bewertung des Bodens als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (AW)* anhand des Klassenzeichens vornimmt (LUBW 2010⁶). Insgesamt ist diese Methode als weniger aussagekräftig im Vergleich zur zuvor genannten Ableitung mit Hilfe von nFK und kf-Wert einzuschätzen, da sie als qualitative Methode eine eher grobe Abschätzung liefert, in Hinblick auf die Bezugstiefe eingeschränkt ist (die Auswertung bezieht sich in der Regel auf den effektiven Wurzelraum) und zudem nicht flächendeckend für den betrachteten Außenbereich vorhanden ist. Sie kann aber zur Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse auf Basis der BK50 herangezogen werden, deren Auswertung zwar exakte Werte liefert, die jedoch aufgrund des Maßstabs nur in einer groben Auflösung in der Fläche verfügbar sind.

Die folgende Auflistung enthält die wesentlichen Eckpunkte des Verfahrens zur Bewertung des Bodens als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (AW)* auf Basis der Folie 42:

- Im Falle von Ackerland gehen als Daten ein: Bodenart, Entstehung und Zustandsstufe;
- im Fall von Grünland: Bodenart, Zustandsstufe und Wasserverhältnisse;
- die Zuordnung erfolgt auf Basis von vier Bewertungsklassen (4 = sehr hoch, 3 = hoch, 2 = mittel, 1 = gering sowie der Sonderklasse 0 = keine/versiegelt).

Konzept und Umsetzung

Die Bewertung der Teilfunktion basiert nach dem zur Anwendung kommenden Verfahren, das im Übrigen auch im Fall des benachbarten *Regionalen Flächennutzungsplans* verwendet wurde (RFNP 2010), auf der nutzbaren Feldkapazität

⁶ Empfohlene Methode gemäß "Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für die Gefahrenermittlung und Sanierung von Altlasten sowie für weitere Maßnahmen des Bodenschutzes" vom 13.01.2015: Hinweise zu Ziffer 2.4.2 "Untersuchungen zur Ermittlung und Bewertung von Bodenfunktionen einschließlich der dazu erforderlichen Datenrecherchen (insbesondere Bodenfunktionskarten)"

des Bodens als Maß für sein Wasserspeichervermögen (vgl. Tabelle 27) und auf der gesättigten Wasserleitfähigkeit als Maß für sein Infiltrationsvermögen (vgl. Tabelle 28). Beide Kenngrößen werden in Form einer Matrix miteinander in Beziehung gesetzt (vgl. Tabelle 29). Als Bezugstiefe wird dabei der 2 m Raum gewählt, um eine möglichst umfassende weil tiefergreifende Auswertung vornehmen zu können.

Tabelle 27: Einstufung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) (Grundlage KA5; ergänzt)

nFK _{We} (mm)	nFK _{1 m} (mm)*	nFK _{2 m} (mm)**	Klasse nFK	Beschreibung der Klasse nFK
< 50	< 60	< 90	1	sehr gering
50 - < 90	60 - < 110	90 - < 150	2	gering
90 - < 140	110 - < 170	150 - < 240	3	mittel
140 - < 200	170 - < 240	240 - < 340	4	hoch
≥ 200	≥ 240	≥ 340	5	sehr hoch

We = effektiver Wurzelraum * Faktor 1,20 ** Faktor 1,72

Wie bereits erwähnt, wird die nutzbare Feldkapazität (nFK) dabei bis zur Bezugstiefe aufsummiert. Da die Summe bis zur Tiefe von 2 m in der Regel deutlich größer ausfällt, als die Summe bis zur Untergrenze des effektiven Wurzelraumes, ist es sinnvoll, die auf den effektiven Wurzelraum (We) basierende Klassifikation der nFK_{We} an den 2 m Raum anzupassen. Dazu erfolgt eine statistische Auswertung der Kennzahlen für beide Grundgesamtheiten auf Basis der BK50 (s. Anlage 6.4). Aus der Relation des arithmetischen Mittelwertes der nFK_{2 m} zur nFK_{We} wird der in Tabelle 27 genannte Faktor bestimmt. Dieser findet Anwendung, um die ursprüngliche Klassifikation der nFK_{We} auf die nFK_{2 m} anzupassen. Aus Gründen der Vollständigkeit sind in Tabelle 27 ebenso der Faktor für die Bezugstiefe 1 Meter und die damit angepassten Klassengrenzen aufgeführt.

Im Falle des kf-Wertes ist eine Anpassung der Klassifikation an die unterschiedlichen Bezugstiefen nicht notwendig (s. Tabelle 28), da die Werte vom GD ohnehin über die Bezugstiefe gemittelt angegeben wurden.

Tabelle 28: Einstufung der gesättigten Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) (Grundlage KA5)

kf-Wert (cm/d)	Stufe kf	Beschreibung der Klasse kf
< 1	1	sehr gering
1 bis < 10	2	gering
10 bis < 100	3	mittel - hoch
100 bis < 300	4	sehr hoch
≥ 300	5	extrem hoch

Je größer also das Wasserspeichervermögen und je höher die Wasserleitfähigkeit ausfallen, desto höher wird letztlich die Leistungsfähigkeit des Bodens insgesamt in Hinblick auf seine Funktion als *Ausgleichskörper für den Wasserkreislauf* eingestuft (vgl. Tabelle 29).

Tabelle 29: Matrix der Wertestufen Boden als Ausgleichskörper für den Wasserkreislauf (AW) (Grundlagen UM Baden-Württemberg 1995)

Stufe kf	Stufe nFK				
	1	2	3	4	5
1	1	1	1	2	3
2	1	1	2	3	4
3	1	2	3	4	5
4	2	3	4	5	5
5	3	4	5	5	5

Die Einstufung des Boden zur Eignung als *Ausgleichskörper für den Wasserkreislauf* erfolgt zunächst auf Basis der digitalen BK5, die für 22 % (103,87 km²) des betrachteten Kreisgebietes vorliegt. Der übrige Teil des betrachteten Kreisgebietes (377,66 km²) wird anhand der Daten der BK50 eingestuft. Sofern hier die Folie 42 vorliegt – was für eine Fläche von 179,78 km² zutrifft – erfolgt im Rahmen der Plausibilitätsprüfung ein Abgleich mit der Einstufung gemäß Methode der LUBW (2010).

Plausibilitätsprüfung:

Die Plausibilitätsprüfung erfolgt für die Einheiten, die auf Basis der BK50 den Wertestufen 4 und 5 zugeordnet wurden und zugleich von der Folie 42 abgedeckt werden. Sofern die Wertestufe 5 (sehr hoch) mit der Bewertungsklasse 4 (sehr hoch) bzw. 3 (hoch) gemäß LUBW zusammenfällt, wird die ursprüngliche Einstufung als bestätigt angesehen. Gleiches gilt, sofern die Wertestufe 4 mit der Bewertungsklasse 3 (hoch) oder 4 (sehr hoch) zusammenfällt.

Sofern sich größere Abweichungen zwischen der Einstufung auf Basis der nFK und des kf-Wertes einerseits und der Methode gemäß LUBW andererseits ergeben, erfahren die ursprünglichen Wertestufen eine Abstufung von 0,5 Einheiten (5 → 4,5 bzw. 4 → 3,5). Gleiches gilt im Übrigen, sofern ein Abgleich in Ermangelung der Folie 42 gar nicht möglich ist; dies trifft in der Regel für Waldflächen zu.

Ergebnis:

Folgende Tabelle 30 enthält die flächenstatistische Auswertung in Bezug auf die Eignung des Bodens als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf. Insgesamt dominieren die Einheiten mit hoher Wertestufe (Flächenanteil 40,3 %) und sehr hoher Wertestufe (33,6 %). Die Einheiten mit geringer bzw. sehr geringer Wertigkeit nehmen mit zusammen 56,84 km² einen nur geringen Anteil ein (11,8 %). Dem Anteil der Einheiten mit mittlerer Wertestufe kommt mit 14,2 % am betrachteten naturnahen Bereich des Kreises Recklinghausen eine ähnliche Größenordnung zu. Die Einheiten mit sehr geringer Wertestufe liegen dabei vornehmlich im Süd-Osten des Kreisgebietes auf den Territorien der Städte Waltrop, Datteln und Castrop-Rauxel. Die Einheiten sind insbesondere durch das Vorkommen von großen Anteilen Festgesteins unterhalb des effektiven Wurzelraums gekennzeichnet, was hier – bei einer Bezugstiefe von 2 Metern – zu einer insgesamt sehr geringen Wasserleitfähigkeit führt.

Tabelle 30: Wertestufen des Bodens in Bezug auf seine Eignung als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (AW)

Wertestufe AW	Beschreibung	Anzahl Polygone	Fläche [km ²]	Anteil [%]
-99	keine Angabe*	76	0,55	0,12
1	sehr gering	1.388	11,10	2,31
2	gering	6.655	45,74	9,50
3	mittel	10.984	68,32	14,19
3,5	hoch	2.962	101,40	21,06
4	hoch	15.273	92,84	19,28
4,5	sehr hoch	1.836	80,82	16,78
5	sehr hoch	10.964	80,77	16,77
Summe		50.138	481,53	100,00

Anmerkung: Die Wertestufen 3,5 und 4,5 sind unter dem Abschnitt Plausibilitätsprüfung erläutert.

* betrifft Bodeneinheiten, bei denen Angaben in der zugrundeliegenden JDM-Datei (s. Abschnitt Kartengrundlagen) fehlen

Insgesamt weisen 1.836 Polygone mit zusammen 80,82 km² die Wertestufe 4,5 auf; für 923 Polygone mit 5,69 km² liegt dabei der Grund in einem Widerspruch zu den Bewertungsklassen gemäß LUBW. Die übrige betroffene Fläche, die 75,13 km² umfasst, entfällt auf Bereiche, die von der Folie 42 nicht abgedeckt werden (i.d.R. Wald) bzw. in denen die Angaben der Folie 42 nicht vollständig sind.

Weiterhin weisen 2.962 Polygone mit zusammen 101,40 km² die Wertestufe 3,5 auf, wobei für 1.669 Polygone mit 10,93 km² der Grund in einem Widerspruch zu den Bewertungsklassen gemäß LUBW liegt. Die übrige Fläche mit 90,47 km² entfällt wiederum auf Bereiche ohne die Folie 42 (i.d.R. Wald) bzw. in denen die Angaben der Folie 42 nicht vollständig sind.

Die entsprechende Karte mit der räumlichen Verteilung der Wertestufen des Bodens als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf* im Kreis Recklinghausen findet sich in Anlage 5.4.

7.5. Filter- und Pufferfunktion (FP)

Eine weitere im Untersuchungsgebiet zu berücksichtigende Teilfunktion bezieht sich auf das Filter- und Puffervermögen des Bodens.

Zum einen handelt es sich um die Fähigkeit des Bodens, aufgrund seiner mechanisch-physikochemischen Eigenschaften partikelgebundene, suspendierte Stoffe (kolloiddisperse Stoffe) aus dem durchströmenden Sickerwasser mechanisch zurückzuhalten.

Zum anderen können Kationen (z.B. Nährstoffe wie Ca⁺⁺ oder K⁺, aber auch Schwermetalle) an negativ geladene Bodenbestandteile gebunden werden und so der Bodenlösung entzogen werden, wobei dieser Prozess in der Regel reversibel ist. Für die Sorption sind dabei insbesondere Tonminerale und die organische Substanz (Humus) von Bedeutung. Da die genannten Metallkationen mit den Protonen H⁺ um die Bindungsplätze an den Bodenbestandteilen konkurrieren, kommt der Versauerung des Bodens in Hinblick auf die Pufferwirkung ein großer Einfluss zu. Bis auf Ausnahmen (z.B. Halbmetalle wie Arsen, die als anionische Bindungsformen vorliegen) gilt, dass das Rückhaltevermögen mit abnehmendem pH-Wert zurückgeht. Dabei bestehen jedoch große Unterschiede, je

nach betrachtetem Metallkation. Während z.B. die Sorption für Cadmium schon bei relativ hohen pH-Werten (pH-Wert von ca. 6) erheblich abnimmt, geschieht dies im Fall Blei erst bei deutlich niedrigeren pH-Werten (pH-Wert von ca. 4).

Weiterhin werden auch organische Schadstoffe bzw. Schadstoffe (z.B. Kohlenwasserstoffverbindungen) an die Bodenbestandteile gebunden, wobei dafür insbesondere die organische Substanz, die Eisen(hydr)oxide und untergeordnet auch die Tonminerale von Bedeutung sind. Allerdings ist das Rückhaltevermögen des Bodens gegenüber diesen organischen Stoffen in der Regel nicht vom pH-Wert abhängig.

Das Rückhaltevermögen des Bodens lässt sich insgesamt mit den bodenkundlichen Kenngrößen der potenziellen Kationenaustauschkapazität (KAK_{pot}) als Maß für die Sorption sowie der Luftkapazität (LK) als Maß für die Durchströmbarkeit des Bodens charakterisieren (AG Boden 2005). Während die KAK die Pufferfunktion durch Adsorption beschreibt, bezieht sich die LK auf das Vermögen des Bodens, partikelgebundene Schadstoffe zurückzuhalten, Je größer die KAK im Boden ausfällt, desto besser ist der Boden in der Lage, an der Oberfläche seiner Bodenpartikel kationische Nährstoffe und Schadstoffe aus dem Bodenwasser zu binden. Je größer allerdings die Luftkapazität ausfällt, desto schneller durchströmt das Wasser den Boden und desto weniger Oberfläche an den Bodenpartikeln steht zur Bindung von Nähr- bzw. Schadstoffen zur Verfügung. Beide Kenngrößen haben also einen gegenläufigen Einfluss auf die Filter- und Pufferfunktion des Bodens. Mit der Auswertung der oben genannten Kenngrößen ist eine erste Einschätzung des Filter- und Puffervermögens des Bodens möglich (GD NRW).

Um eine weitergehende Einschätzung der Pufferfunktion insbesondere in Hinblick auf die pH-abhängige Mobilität der Metallkationen vornehmen zu können, wird anstelle der potenziellen die pH-abhängige effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) herangezogen.

Letztlich sind aber nur generelle Aussagen zur Filter- und Pufferfunktion (FP) im Rahmen der Bodenfunktionsbewertung des Kreises Recklinghausen möglich, eine genauere Einschätzung dahin gegen nicht. Sie würde zum einen weitergehende Angaben zu pH-Wert, Gehalt an Humus, Tonmineralen, Sesquioxiden (Ei-

sen-/Aluminium-[Hydr-]-Oxide) etc., die flächendeckend nicht vorliegen, erfordern; zum anderen ist das Ausmaß des Einflusses der genannten Parameter stark abhängig von der Art des betrachteten Stoffes (anorganische/organische Stoffe, Art des Schwermetalls, Art der organischen Verbindung).

Im Rahmen der Gewichtung der Boden(teil)funktionen wird die Filter- und Pufferfunktion als "nachgeordnet relevant (Gewichtungsstufe 2)" berücksichtigt. Allerdings kann diese Teilfunktion etwa bei großflächigen Bebauungen bzw. Versiegelungen, Bodenauftrag/-überdeckung, Bodenverdichtungen oder Grundwasserstandsänderungen Bedeutung erlangen und somit bei konkreten Maßnahmen gleichrangig wie die übrigen betrachteten Bodenteilfunktionen zu prüfen sein (LABO 2008).

Kartengrundlagen

Zur Bewertung der *Filter- und Pufferfunktion (FP)* des Bodens steht für Teile des Kreisgebietes als großmaßstäbige Grundlage die digitale BK5 zur Verfügung. Für die übrigen Bereiche muss auf die BK50 zurückgegriffen werden. Für beide digitalen Karten liegen Angaben des GD zur KAK_{pot} und zur LK vor. Dazu wurden vom GD sog. JDM-Dateien als Daten-Tabellen zur Verfügung gestellt, d.h. pro betrachteter Einheit der BK50 bzw. der BK5_digital enthalten diese für **jeden Dezimeter** bis 2 m Tiefe (jeweils kenntlich gemacht durch die lfd. Ziffer 1 bis 20) Angaben zu einer Vielzahl bodenkundlicher Parameter, u.a. zur KAK_{pot} und zur LK (vgl. Anlage 6.6). Dabei können diese für unterschiedliche Bezugstiefen abgefragt werden (z.B. effektiver Wurzelraum W_e sowie für die Tiefenstufe 0-1 m Tiefe und 0-2 m Tiefe).

Bei der Bestimmung von KAK_{pot} und LK für die jeweilige Bezugstiefe wurde dabei wie folgt vorgegangen:

- Aufsummierung der KAK_{pot} [mol/m^2] bis zur Untergrenze des effektiven Wurzelraumes bzw. maximal 1 m resp. maximal 2 m Tiefe; dabei wurden durch "GW" oder "zz" gekennzeichnete Horizonte (d.h. permanent grundwasserführende Horizonte bzw. Horizonte mit einem sehr hohen Anteil an Festgestein) ausgeklammert.

- Aufsummierung der LK [mm] über die Bezugstiefe (Untergrenze W_e , bis 1 m bzw. bis 2 m Tiefe). Wiederum fanden Horizonte mit Grundwassereinfluss bzw. aus Festgestein bei der Berechnung keine Berücksichtigung.

Um aus der KAK_{pot} die KAK_{eff} abschätzen zu können, wird zur Abschätzung des pH-Wertes auf folgende Datengrundlagen zurückgegriffen:

- Bodentyp gemäß Bodenfunktionskarte
- Ausgangsgestein der Bodenbildung gemäß Einheiten oberflächennaher Gesteine
- Flächennutzung auf Basis der Folie 42 (Acker bzw. Grünland); bei den übrigen Flächen handelt es sich in der Regel um nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen, wobei Wald als Nutzung vorherrscht.

Für die Folie 42 steht ein Verfahren zur Verfügung, das die Bewertung der *Filter- und Pufferfunktion (FP)* anhand des Klassenzeichens vornimmt (LUBW 2010⁷). Dieses Verfahren ist ähnlich zu dem für die Bewertung des Bodens als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (s. Kapitel 7.4). Insgesamt ist diese Methode als weniger aussagekräftig im Vergleich zur zuvor genannten Ableitung mit Hilfe von KAK und LK einzuschätzen, da sie als qualitative Methode eine eher grobe Abschätzung liefert, in Hinblick auf die Bezugstiefe eingeschränkt ist (die Auswertung beziehen sich in der Regel auf den effektiven Wurzelraum). Zudem ist die Folie 42 nicht flächendeckend für den betrachteten Außenbereich vorhanden und spart grundsätzlich Waldflächen aus. Die Ergebnisse können jedoch zur Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse auf Basis der BK50 herangezogen werden, deren Auswertung zwar exakte Werte liefert, die jedoch aufgrund des Maßstabs nur in einer groben Auflösung in der Fläche verfügbar sind.

⁷ empfohlene Methode gemäß "Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für die Gefahrenermittlung und Sanierung von Altlasten sowie für weitere Maßnahmen des Bodenschutzes" vom 13.01.2015: Hinweise zu Ziffer 2.4.2 "Untersuchungen zur Ermittlung und Bewertung von Bodenfunktionen einschließlich der dazu erforderlichen Datenrecherchen (insbesondere Bodenfunktionskarten)"

Die LUBW-Methode zur Einstufung von Böden in Bezug auf ihre Eignung als Ausgleichkörper für den Wasserkreislauf basiert auf folgenden Grundlagen:

- die Zuordnung von Flächen der Folie 42 erfolgt anhand von vier Bewertungsklassen (4 = sehr hoch, 3 = hoch, 2 = mittel, 1 = gering sowie der Sonderklasse 0 = keine/versiegelt).
- im Falle von Ackerland erfolgt die Zuordnung der Bewertungsklassen auf Basis einer vorgegebenen Matrix, in die Bodenart, Entstehung und Zustandsstufe als Stellgrößen eingehen;
- im Fall von Grünland ist es eine vorgegebene Matrix mit den Stellgrößen Bodenart, Zustandsstufe und Wasserverhältnisse.

Konzept und Umsetzung

Die Bewertung der Teilfunktion orientiert sich an dem vom GD beschriebenen Verfahren auf einer Verrechnung der Kationenaustauschkapazität (KAK) und der Luftkapazität (LK) (vgl. Tabelle 31 und Tabelle 32), wobei in einem zusätzlichen Schritt eine Abschätzung des pH-Wertes im Boden erfolgt. Im Fall der KAK erfolgt die Klassifizierung gemäß GD anhand einer sechsstufigen Skala.

Als Bezugstiefe wird dabei die Tiefe bis 2 m gewählt, um eine möglichst umfassende weil tiefergreifende Auswertung vornehmen zu können.

Tabelle 31: Einstufung der Kationenaustauschkapazität (KAK) für verschiedene Bezugstiefen (Grundlage GD; ergänzt)

KAK _{We} (mol/m ²)	KAK _{1 m} (mol/m ²)*	KAK _{2 m} (mol/m ²)**	Klasse KAK	Beschreibung der Klasse KAK
< 40	< 50	< 70	1	sehr gering
40 - < 80	50 - < 100	70 - < 140	2	gering
80 - < 160	100 - < 200	140 - < 270	3	mittel
160 - < 320	200 - < 400	270 - < 540	4	hoch
320 - < 640	400 - < 800	540 - < 1.090	5	sehr hoch
≥ 640	≥ 800	≥ 1.090	6	extrem hoch

We = effektiver Wurzelraum * Faktor 1,25 ** Faktor 1,70

Wie bereits erwähnt wird die KAK dabei bis zur Bezugstiefe aufsummiert. Da die Summe bis zur Tiefe von 2 m in der Regel deutlich größer ausfällt, als die Summe bis zur Unterkante des effektiven Wurzelraumes, ist es im Sinn eines standardi-

sierten Vorgehens zweckmäßig, die auf den effektiven Wurzelraum (W_e) basierende Klassifikation der KAK_{W_e} an den 2 m Raum anzupassen. Dazu erfolgt eine statistische Auswertung der Kennzahlen für beide Grundgesamtheiten auf Basis der BK50 (s. Anlage 6.4). Aus der Relation des arithmetischen Mittelwertes der $KAK_{2\text{ m}}$ zur KAK_{W_e} wird der in Tabelle 31 genannte Faktor bestimmt. Dieser findet Anwendung, um die ursprüngliche Klassifikation der KAK_{W_e} auf die $KAK_{2\text{ m}}$ anzupassen (d.h. Multiplikation der ursprünglichen Klassengrenzen mit dem Faktor 1,7 und anschließende Rundung; vgl. Tabelle 31). Aus Gründen der Vollständigkeit sind in Tabelle 31 ebenso der Faktor für die Bezugstiefe 1 Meter und die damit angepassten Klassengrenzen aufgeführt.

Eine entsprechende Anpassung der Klassengrenzen ist auch im Falle der Luftkapazität notwendig (s. Tabelle 32).

Tabelle 32: Einstufung der Luftkapazität (LK) für verschiedene Bezugstiefen (Grundlage GD; ergänzt)

LK_{W_e} (mm)	LK_{1 m} (mm)*	LK_{2 m} (mm)**	Klasse LK	Beschreibung der Klasse LK
< 60	< 80	< 120	1	sehr gering
60 - < 90	80 - < 120	120 - < 170	2	gering
90 - < 120	120 - < 160	170 - < 230	3	mittel
120 - < 150	160 - < 200	230 - < 290	4	hoch
≥ 150	≥ 200	≥ 290	5	sehr hoch

W_e = effektiver Wurzelraum * Faktor 1,30 ** Faktor 1,93

Für die Bewertung der Funktion des Bodens als Filter bzw. Puffer für Schadstoffe – insbesondere der Schwermetalle – sind Angaben zur effektiven Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) erforderlich. Diese ist abhängig vom pH-Wert, welcher neben der Bodenart (Tonanteil) und dem Humusanteil eine entscheidende Rolle bei der Schadstofffilterung spielt. Konkrete Angaben zum pH-Wert der Böden sind jedoch nicht in den vorliegenden digitalen Kartenwerken der BK50, BK5 bzw. der Folie 42 enthalten. Eine Abschätzung der mittleren pH-Werte der Böden bis zu einer Tiefe von max. 2 m u.GOK bzw. bis zur physiologischen Gründigkeit (z.B. Grundwasser, Festgestein) wird deshalb schrittweise auf Basis der folgenden Bodeninformationen vorgenommen:

- Hauptbodentyp (z.B. Pararendzina)
- Zusatzinformationen auf der Ebene der Varietät (z.B. podsoliert)
- Ausgangsgestein der Bodenbildung (z.B. Sand)

- Bodennutzung (z.B. Grünland)
- potenzielle Kationenaustauschkapazität (z.B. 200 mol/m²).

Diese Bodeninformationen liefern Hinweise, welches mittlere pH-Wert-Milieu zu erwarten ist. So können jeder Flächeneinheit der Bodenfunktionskarte Spannbreiten der pH-Werte mit ihren zugehörigen Faktoren zugewiesen werden. Für die Abschätzung der KAK_{eff} aus der KAK_{pot} mittels der pH-abhängigen Faktoren wird die Klassifizierung gemäß GD NRW gewählt:

Abbildung 3: Erwartungsbereich von pH-Werten in Abhängigkeit von im Kreis Recklinghausen vertretenen Bodentypen

Bodentyp	pH-Wert Klasse					
	< 3,5	3,5-4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	6,5-7,5	> 7,5
Anmoorgley						
Anmoorpseudogley						
Auengley						
Braunerde						
Deckkultur						
Gley						
Hochmoor						
Humusbraunerde						
Humusgley						
Kolluvisol						
Lockersyrosem*						
künstlich veränderter Boden*						
Moorgley						
Nassgley						
Niedermoor						
Parabraunerde						
Pararendzina						
Plaggensch						
Podsol						
Pseudogley						
Ranker						
Regosol						
Rigosol						
Treposol						
Vega						

zu erwartender pH-Bereich; * keine Angabe möglich

Tabelle 33: Faktoren zur Ableitung der KAK_{eff} aus der KAK_{pot} in Abhängigkeit von den pH-Wert-Klassen (Quelle GD)

pH-Wert	≥ 7,5	7,5-6,5	6,5-5,5	5,5-4,5	4,5-3,5	< 3,5
Faktor	1,0	0,8	0,6	0,4	0,25	0,15

Bei dem schrittweisen Vorgehen liefern die Bodentypen die anfängliche Spannweite der pH-Werte (vgl. Erwartungsbereiche in Abbildung 3). Die naturräumlichen Merkmale des Kreises Recklinghausen werden dabei berücksichtigt (z.B. ausschließliches Vorkommen nährstoffreicher Niedermoore auf Grund von Grundwasser-Einzugsgebieten aus Mergelgestein oder nur oberflächennah entkalktem Löss). Die Spannweite wird nach Möglichkeit durch schrittweises Hinzuziehen der Zusatzinformation, wie des Ausgangsgesteins, der Nutzung und der KAK_{pot} weiter eingengt. Als Ergebnis erhält jede Einheit - bestehend aus Hauptbodentyp/zusätzliches pedogenes Merkmal/Ausgangsgestein der Bodenbildung/Nutzung - eine pH-Wert-Klasse. Aus deren Klassenmitte ergibt sich der Faktor für die Abschätzung der KAK_{eff} aus der KAK_{pot} (vgl. Tabelle 33), was an den folgenden zwei Beispielen für Pseudogleye erläutert ist:

Beispiel 1:

- Hauptbodentyp: Pseudogley = pH 4,5 - > 7,5
- Zusatzinformation: podsoliert = pH 4,5 - 5,5 → eindeutige Klassenzuordnung abgeschlossen; Faktor für Umrechnung KAK_{pot} auf KAK_{eff} = 0,4

Beispiel 2:

- Hauptbodentyp: Pseudogley = pH 4,5 - > 7,5
- Zusatzinformation: nicht vorhanden = pH 4,5- >7,5
- Ausgangsmaterial der Bodenbildung: Moräne = pH 5,5- >7,5 (typischer pH-Bereich für Geschiebelehm/-mergel)
- Bodennutzung: Ackerland = pH 5,5 - 6,5 (typischer Ziel-pH-Bereich für Ackerland bei Böden aus lehmigen Bodenarten) → eindeutige Klassenzuordnung abgeschlossen; Faktor für Umrechnung KAK_{pot} auf KAK_{eff} = 0,6

Die vollständige Auflistung findet sich in Anlage 6.5.

Je größer einerseits die KAK ausfällt und je geringer andererseits die Luftkapazität ausgeprägt ist, desto höher ist insgesamt die Filter- und Pufferfunktion des Bodens einzuschätzen. Dieses macht die nachfolgend abgebildete Matrix deutlich (s. Tabelle 34)

Tabelle 34: Matrix der Wertestufen für die Filter- und Pufferfunktion des Bodens in Abhängigkeit von KAK und LK (Grundlage GD)

Stufe LK	Stufe KAK					
	1	2	3	4	5	6
1	3	3	4	4	5	5
2	2	3	3	4	4	5
3	2	2	3	3	4	4
4	1	2	2	3	3	4
5	1	1	2	2	3	3

Die Einstufung des Bodens in Bezug auf die Filter- und Pufferfunktion erfolgt zunächst auf Basis der digitalen BK5, die für 22 % (103,87 km²) des betrachteten Kreisgebietes vorliegt. Der übrige Teil des betrachteten Kreisgebietes (377,66 km²) wird anhand der Daten der BK50 eingestuft. Sofern hier die Folie 42 vorliegt – was für eine Fläche von 179,78 km² zutrifft – erfolgt im Rahmen der Plausibilitätsprüfung ein Abgleich mit der Einstufung gemäß Methode der LUBW (2010).

Plausibilitätsprüfung

Die Plausibilitätsprüfung erfolgt für die Einheiten, die auf Basis der BK50 den Wertestufen 4 und 5 zugeordnet wurden und zugleich von der Folie 42 abgedeckt werden. Sofern die Wertestufe 5 (sehr hoch) mit der Bewertungsklasse 4 (sehr hoch) bzw. 3 (hoch) gemäß LUBW zusammenfällt, wird die ursprüngliche Einstufung als bestätigt angesehen. Gleiches gilt, sofern die Wertestufe 4 mit der Bewertungsklasse 3 (hoch) oder 4 (sehr hoch) zusammenfällt.

Sofern sich größere Abweichungen zwischen der Einstufung auf Basis der KAK und der LK einerseits und der Methode gemäß LUBW andererseits ergeben, erfahren die ursprünglichen Wertestufen eine Abstufung von 0,5 Einheiten (5 → 4,5 bzw. 4 → 3,5). Gleiches gilt im Übrigen, sofern ein Abgleich in Ermangelung der Folie 42 gar nicht möglich ist; dies trifft in der Regel für Waldflächen zu.

Ergebnis:

Folgende Tabelle 35 enthält die flächenstatistische Auswertung des Bodens in Bezug auf die Filter- und Pufferfunktion. Insgesamt dominieren die Einheiten mit

sehr geringer und geringer Wertestufe (Flächenanteil 36,2 bzw. 37,4 %). Die Einheiten mit hoher bzw. sehr hoher Wertestufe nehmen mit zusammen 29,31 km² einen nur geringen Anteil ein (6,1 %). Der Anteil der Einheiten mit mittlerer Wertestufe beträgt schließlich 20,3 % (97,57 km²) am betrachteten naturnahen Außenbereich des Kreises Recklinghausen.

Die Einheiten mit hoher bis sehr hoher Wertestufe liegen dabei vornehmlich Inselartig im Süd-Osten des Kreisgebietes auf den Territorien der Städte Waltrop, Datteln, Recklinghausen, Oer-Erkenschwick und Castrop-Rauxel. Hinzukommen Areale im äußersten Norden von Haltern und mehrere bänderartig ausgebildete Gebiete im Norden von Dorsten längs des *Midlicher Mühlenbachs*, des *Lembcker Wiesenbachs* und des *Rhader Bachs* bzw. *Rhader Mühlenbachs*.

Tabelle 35: Wertestufen des Bodens in Bezug auf die Filter- und Pufferfunktion (FP)

Wertestufe FP	Beschreibung	Anzahl Polygone	Fläche [km ²]	Anteil [%]
-99	keine Angabe*	76	0,55	0,12
1	sehr gering	14.835	174,15	36,17
2	gering	17.527	179,94	37,37
3	mittel	14.232	97,57	20,26
3,5	hoch	1.527	12,64	2,63
4	hoch	1.535	9,88	2,05
4,5	sehr hoch	715	5,87	1,22
5	sehr hoch	77	0,92	0,19
Summe		50.524	481,53	100,00

Anmerkung: Die Wertestufen 3,5 und 4,5 sind unter dem Abschnitt Plausibilitätsprüfung erläutert.

* betrifft Bodeneinheiten, bei denen Angaben in der zugrundeliegenden JDM-Datei (s. Abschnitt Kartengrundlagen) fehlen

Insgesamt weisen 715 Polygone mit zusammen 5,87 km² die Wertestufe 4,5 auf; für 652 Polygone mit 4,46 km² liegt dabei der Grund in einem Widerspruch zu den Bewertungsklassen gemäß LUBW. Die übrige betroffene Fläche, die 1,41 km² umfasst, entfällt auf Bereiche, die von der Folie 42 nicht abgedeckt werden (i.d.R. Wald) bzw. in denen die Angaben der Folie 42 nicht vollständig sind.

Weiterhin weisen 1.527 Polygone mit zusammen 12,64 km² die Wertestufe 3,5 auf, wobei für 1.313 Polygone mit 7,04 km² der Grund in einem Widerspruch zu

den Bewertungsklassen gemäß LUBW liegt. Die übrige Fläche mit 5,60 km² entfällt wiederum auf Bereiche ohne die Folie 42 (i.d.R. Wald) bzw. in denen die Angaben der Folie 42 nicht vollständig sind.

Die entsprechende Karte mit der räumlichen Verteilung der Wertestufen des Bodens in Bezug auf seine Filter- und Pufferfunktion ist dem Projektbericht als Anlage 5.5 beigefügt. Ein Abgleich mit der Übersichtskarte zum Boden als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf* (Anlage 5.4) zeigt, dass sich beide Funktionen tendenziell entgegengesetzt verhalten, d.h. Bereiche mit einer geringen Wertigkeit in Bezug auf die Filter- und Pufferfunktion weisen häufig eine hohe Wertigkeit in Bezug auf die Eignung als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf auf.

7.6. Zusammenfassende Bewertung (ZB)

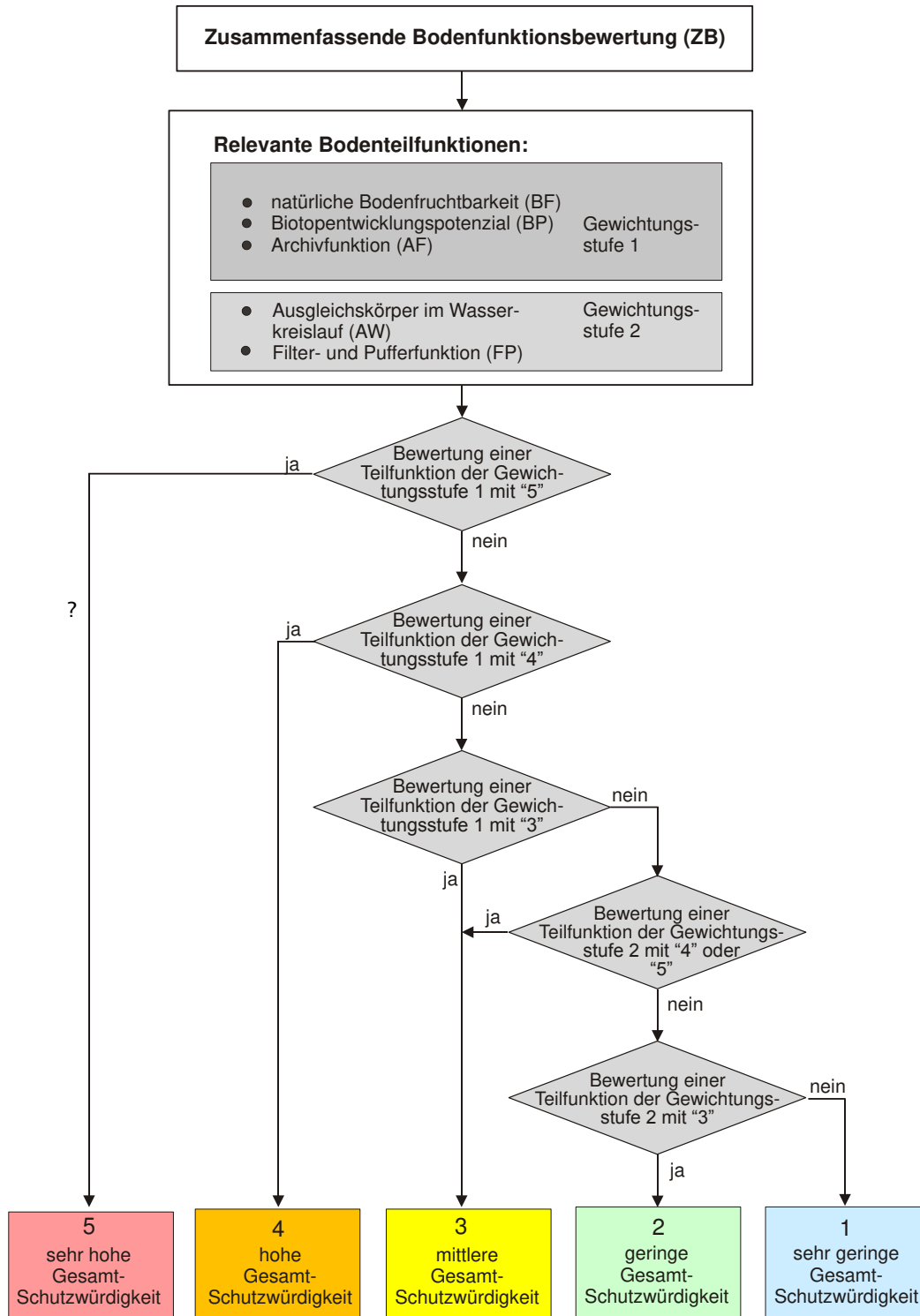
Der im Auftrag der LABO erarbeitete "Orientierungsrahmen zur zusammenfassenden Bewertung von Bodenfunktionen" (LABO 2006) führt aus, dass eine zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung möglichst präzise diejenigen Bodenfunktionen erfassen muss, die anhand der gesetzlichen und ggf. regional spezifizierten Zielsetzungen des Bodenschutzes als relevant identifiziert werden. Demzufolge kann der Fall eintreten, dass für einzelne Bodenfunktionen keine Bewertung vorgenommen wird. Im Grundsatz sind drei Prinzipien zur zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung zu unterscheiden: die Priorisierung einzelner Bodenfunktionen, das Maximalwertprinzip und das Mittelwertprinzip.

Das nachfolgend beschriebene Konzept geht davon aus, dass im Rahmen der zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung die Bodenteilfunktionen *Natürliche Bodenfruchtbarkeit (BF)*, *Biotopentwicklungspotenzial (BP)* und *Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (AF)* die höhere Gewichtungsstufe 1 zugeordnet wird; die Funktionen des Bodens als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (AW)* bzw. seine Filter- und Pufferfunktion (**FP**) erhalten demgegenüber die nachrangigere Gewichtungsstufe 2. Die zuerst genannten Bodenteilfunktionen haben sich in der Bewertungspraxis als "regelmäßig relevant" herausgestellt (LBEG 2008), während den Funktionen im Wasserkreislauf (hier **AW** und **FP**) meist eine eher nachgeordnete Bedeutung zukommt.

Aus diesem Ansatz heraus ergibt sich zur Ermittlung der zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung bzw. der daraus abgeleiteten zusammenfassenden Schutzwürdigkeit von Böden die folgende Vorgehensweise (vgl. Abbildung 4):

- Böden, die mindestens eine der Teilfunktionen der Gewichtungsstufe 1 in sehr hohem Maße erfüllen (d.h. Wertestufe 5), weisen auch bei der Gesamtbewertung die höchste zusammenfassende Schutzwürdigkeit auf (zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung **ZB = 5**: "sehr hohe Schutzwürdigkeit").
- Böden, die mindestens eine der Teilfunktionen der Gewichtungsstufe 1 in hohem Maße erfüllen (d.h. Wertestufe 4), weisen die zweithöchste Schutzwürdigkeit auf (zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung **ZB = 4**: "hohe Schutzwürdigkeit").
- Böden, die mindestens eine der Teilfunktionen der Gewichtungsstufe 1 in mittlerem Maße erfüllen (d.h. Wertestufe 3), weisen die dritthöchste Schutzwürdigkeit auf (zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung **ZB = 3**: "mittlere Schutzwürdigkeit").
- Böden, für die hinsichtlich aller Teilfunktionen der Gewichtungsstufe 1 lediglich eine geringe oder sehr geringe Schutzwürdigkeit gegeben ist, werden auf ihre Leistungsfähigkeit hinsichtlich des Wasserkreislaufs geprüft. Wenn sie diese in sehr hohem oder hohem Maße erfüllen (Wertestufen 5 oder 4), werden sie ebenfalls der dritthöchsten Schutzwürdigkeitsklasse zugeordnet (zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung **ZB = 3**: "mittlere Schutzwürdigkeit").
- Böden, die die Funktion im Wasserkreislauf in mittlerem Maße erfüllen (Wertestufe 3), erhalten mindestens die Gesamtbewertung "geringe Gesamtschutzwürdigkeit" (zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung **ZB = 2**: "geringe Schutzwürdigkeit").
- Böden, die keines der genannten Kriterien erfüllen, erhalten die zusammenfassende Bewertung "sehr geringe Schutzwürdigkeit" (zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung **ZB = 1**: "sehr geringe Schutzwürdigkeit").

Abbildung 4: Schema zur zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung im Kreis Recklinghausen



Die für den Kreis Recklinghausen gewählte Vorgehensweise entspricht somit einer Kombination aus Priorisierung und Maximalwertprinzip. Gemäß LABO (2006)

zufolge können auf Grundlage von Priorisierungen regionale oder auf den Untersuchungsraum bezogene Schwerpunkte des Bodenschutzes sehr gut umgesetzt werden; daher gilt diese Methode als besonders empfehlenswert und erscheint auch geeignet für den Kreis Recklinghausen.

Die Karte mit der Darstellung der *Zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung (ZB)* ist als Anlage 5.6 dem vorliegenden Bericht beigelegt. Die Flächenstatistik zur zusammenfassenden Bewertung der Bodenfunktionen ist der nachfolgenden Tabelle 36 zu entnehmen.

Tabelle 36: Flächenstatistik zur zusammenfassenden Bewertung der Bodenfunktionen (ZB)

Wertestufe ZB	Anzahl Polygone	Fläche [km ²]	Anteil [%]
2,0	27	0,36	0,08
3,0	20.517	282,96	58,67
4,0	20.667	137,72	28,55
5,0	9.313	60,49	12,55
5,5*	65	0,71	0,15
Summe	50.589	482,24	100,00

* Bodendenkmäler, Geotope und Naturdenkmäler im Siedlungsbereich (vgl. Kapitel 7.3)

Böden der zusammenfassenden Wertestufe 1 kommen im Betrachtungsgebiet, dem naturnahen Außenbereich des Kreises Recklinghausen, nicht vor (vgl. Tabelle 36). Auch Böden der zusammenfassenden Wertestufe 2 sind flächenmäßig kaum vertreten (< 0,1 %). Dies ist im naturnahen Außenbereich auch zu erwarten, da ein Boden in der Regel zumindest in Hinblick auf eine der drei vorrangigen Teilfunktionen wenigstens als mittel (d.h. Wertestufe 3) einzustufen ist.

Unter die Flächen der zusammenfassenden Wertestufe 2 fallen insbesondere stark anthropogen überprägte Böden (z.B. aufgefüllte Lockersyroseme, aufgeschüttete Böden ohne Bodenbildung oder überdeckte Gleye), die auch in Hinblick auf die anderen Teilfunktionen keine höhere Wertigkeit zeigen.

Hinsichtlich der zusammenfassenden Bewertung dominieren Böden der mittleren Wertestufe 3; diese nehmen etwa 58,7 % des betrachteten Gebiets ein.

Die Böden hoher Gesamt-Schutzwürdigkeit (Wertestufe ZB = 4) erstrecken sich über eine Fläche von insgesamt 137,7 km² und haben so einen Anteil von etwa 28,6 % am Betrachtungsgebiet.

Schließlich nehmen die Böden mit einer sehr hohen Gesamt-Schutzwürdigkeit (Wertestufe ZB = 5) eine Fläche von 60,5 km² ein, was 12,6 % des betrachteten naturnahen Außenbereichs des Kreisgebietes entspricht. Hinzu kommen weitere 0,71 km², wobei es sich allerdings um Areale handelt, die als Schutzobjekte im eigentlich nicht schwerpunktmäßig betrachteten Siedlungsbereich bzw. im Bereich von Ausschlussflächen liegen (vgl. Kapitel 7.3 bzw. Tabelle 26).

7.7. Zusätzliche Auswertung nach Häufigkeit der Wertestufen 4 und 5

Eine zusätzliche Auswertung befasst sich mit der Antwort auf die Frage, ob eine Fläche nur in Hinblick auf eine Teilfunktion eine hohe bzw. sehr hohe Wertestufe einnimmt, oder ob dies sogar mehrfach zutrifft. In der folgenden Tabelle 37 sind die Flächen nach Anzahl der Teilfunktionen, für die sie eine hohe (Anzahl WS = 4) bzw. sehr hohe Wertestufe (Anzahl WS = 5) aufweisen, statistisch zusammengefasst. Dabei finden alle fünf im Rahmen der *digitalen Bodenfunktionsbewertung Kreis Recklinghausen* betrachteten Teilfunktionen gleichrangig Berücksichtigung.

Für eine Fläche von insgesamt 28,6 km² weisen mehrere Teilfunktionen eine sehr hohe Wertestufe auf; dies entspricht einem Anteil am Betrachtungsbereich von 5,9 %; für weitere 174,7 km² trifft dies lediglich für eine Teilfunktion zu; der Anteil am Betrachtungsgebiet beträgt dabei 36,2 %. Insgesamt weisen also 203,2 km² - mit einem Flächenanteil am Betrachtungsgebiet von 42,1 % - für mindestens eine Teilfunktion die Wertestufe 5 auf⁸.

Unter den übrigen Flächen beträgt der Anteil derjenigen mit einer hohen Wertestufe in Hinblick auf mehrere Teilfunktionen 15,0 % am Betrachtungsgebiet (72,1 km²). Hinzu kommt eine Fläche von insgesamt 152,3 km², auf der nur eine Teilfunktion die Wertestufe 4 einnimmt (Flächenanteil 31,6 %).

⁸ Diese Fläche liegt deutlich über der in Tabelle 36 genannten Fläche der Wertestufe 5 bzw. 5,5 von 61,2 km² (Flächenanteil am Betrachtungsgebiet 12,7 %). Der Grund dafür ist, dass im Falle der zusätzlichen Auswertung alle Bodenteilfunktionen gleichrangig berücksichtigt werden, im Falle der zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung (ZB) die Funktionen im Wasserkreislauf (hier AW und FP) nur nachrangig.

Für eine Fläche von 54,6 km² wird schließlich für keine der hier berücksichtigten Teilfunktion eine zumindest hohe Wertestufe erreicht. Dies entspricht einem Anteil von 11,3 % am Betrachtungsgebiet.

Die räumliche Verteilung der nach der Häufigkeit von Bodenteilfunktionen mit hoher / sehr hoher Wertestufe differenzierten Bereiche kann Anlage 5.7 entnommen werden.

Tabelle 37: Häufigkeit von Bodenteilfunktionen mit hoher / sehr hoher Wertestufe (Flächenstatistik)

Kennziffer	Anzahl WS = 5*	Anzahl WS = 4*	Anzahl Polygone	Fläche [km ²]	Anteil [%]	Zwischensumme [%]
0	0	0	6.936	54,59	11,32	11,32
1	0	1	14.120	152,27	31,57	31,57
2	0	2	8.430	57,61	11,95	
3	0	3	1.294	14,19	2,94	
4	0	4	60	0,31	0,06	
5	0	5	3	0,02	0,00	14,96
10	1	0	6.552	119,32	24,74	
11	1	1	7.093	44,59	9,25	
12	1	2	2.053	9,64	2,00	
13	1	3	255	1,05	0,22	
14	1	4	10	0,07	0,01	36,22
20	2	0	1.968	14,45	3,00	
21	2	1	1.002	5,74	1,19	
22	2	2	480	5,24	1,09	
23	2	3	29	0,32	0,07	
30	3	0	98	1,14	0,24	
31	3	1	163	1,31	0,27	
32	3	2	4	0,03	0,01	
40	4	0	39	0,34	0,07	5,93
Summe			50.589	482,24	100,00	100,00

* ohne Priorisierung bestimmter Bodenteilfunktionen (alle werden gleichrangig betrachtet)

8. Zusammenfassung und Fazit

Mit der Bodenfunktionskarte liegt dem Kreis Recklinghausen nun ein Planungsinstrument vor, das die vielfältigen Funktionen des Bodens mit transparenter Bewertung nachvollziehbar ins Bewusstsein rückt und den Stellenwert des Bodens im Kanon der anderen Schutzgüter unterstreicht.

Im vorliegenden Gutachten wird die Erstellung der Bodenfunktionskarte für den Kreis Recklinghausen, der sich insgesamt über eine Fläche von 761 km² erstreckt, dokumentiert. Nach der Darstellung der Rahmenbedingungen (Kapitel 1 und 2) werden die Datengrundlagen (Kapitel 3 mit Anlage 1) vorgestellt. Kapitel 4 befasst sich mit den verschiedenen gebietsbezogenen Teilbereichen im Kreisgebiet, weil diese im unterschiedlichen Umfang im Rahmen der Bodenfunktionsbewertung betrachtet werden können. Während im naturnahen Außenbereich (482 km²) alle Teilfunktionen berücksichtigt werden, wird im Siedlungsbereich (114 km²) vornehmlich die Naturnähe betrachtet. Ein Teil des Kreisgebietes bleibt vereinbarungsgemäß als Ausschlussfläche von der weiteren Bearbeitung ausgespart (ca. 165 km²). Hierbei handelt es sich insbesondere um Altlasten bzw. altlastverdächtige Flächen sowie um versiegelte Bereiche bzw. Oberflächengewässer.

Gegenstand von Kapitel 5 ist die Untersuchungskampagne im Rahmen der Bodenfunktionskarte, die dazugehörige Dokumentation findet sich in Anlage 3. In Kapitel 6 werden die verschiedenen Bodenkarten miteinander verglichen, mit dem Ziel zu entscheiden, welche Kartengrundlage am besten geeignet ist. Die Grundlagenkarte zur Bodenfunktionsbewertung stellt letztlich eine Verschneidung der unterschiedlichen Bodenkarten dar.

Auf die zur Anwendung kommenden Bewertungsmethoden für die einzelnen Bodenteilfunktionen sowie ihre konkrete Umsetzung im Untersuchungsgebiet wird in Kapitel 7 eingegangen. Jedes Unterkapitel enthält schließlich eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse für die einzelnen Bodenteilfunktionen anhand der jeweiligen Bodenfunktionskarte (Anlage 5) und ergänzenden flächenstatistischen Auswertungen. Dabei kommt allerdings nicht so sehr den gedruckten Übersichtskarten in Anlage 5 die zentrale Bedeutung zu, sondern den digitalen GIS-basierten Daten, die mit Abschluss des Projektes an den Kreis Recklinghausen

übergeben werden. So ist es möglich, sie effizient für die Zwecke der Planung und andere relevante Fragestellungen einzusetzen und somit den Fokus verstärkt und differenziert auf das Schutzgut Boden zu lenken.

Bodenfunktionsbewertung

Gegenstand der Betrachtung stellen abstimmungsgemäß die Bodenteilfunktionen *Natürliche Bodenfruchtbarkeit (BF)* (Kapitel 7.1), *Biotopentwicklungspotenzial (BP)* (Kapitel 7.2) und die *Archivfunktion* in Hinblick auf die Natur- und Kulturgeschichte (*AF*) (Kapitel 7.3) dar sowie – als nachrangig eingestuft – der Boden als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf (AW)* (Kapitel 7.4) und die *Filter- und Pufferfunktion* des Bodens (*FP*) (Kapitel 7.5). Abschließend mündet dies in eine *Zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung (ZB)* auf Basis der zuvor genannten Teilfunktionen (Kapitel 7.6).

Die Bewertung der einzelnen Bodenteilfunktionen bzw. der *Zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung* erfolgt in der Regel in fünf Wertestufen: von "sehr gering" bis hin zu "sehr hoch" (Wertestufen 1 bis 5).

Die *Zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung* ergibt für etwa 41 % des naturnahen Außenbereichs von insgesamt 482 km² eine sehr hohe (Gesamtfläche 60 km²) bis hohe (138 km²) Schutzwürdigkeit (vgl. Tabelle 36). Dies ist in erster Linie auf das Biotopentwicklungspotenzial zurückzuführen; der Anteil am naturnahen Außenbereich, den die Wertestufen 4 und 5 für diese Teilfunktion einnehmen, berechnet sich auf 22 % (vgl. Tabelle 19). Es folgen die natürliche Bodenfruchtbarkeit und die Archivfunktion in gleicher Größenordnung (mit Anteil der jeweiligen Wertestufen 4 und 5 am naturnahen Außenbereich von 15 % bzw. 14 %; vgl. Tabelle 13 und Tabelle 26).

Die auf die Teilfunktionen bezogenen jeweiligen Flächenanteile stehen somit im Verhältnis von 3 (*Biotopentwicklungspotenzial*) : 2 (*natürliche Bodenfruchtbarkeit*) : 2 (*Archivfunktion*). Zu betonen ist, dass die Gebiete mit hoher bzw. sehr hoher Wertestufe für die jeweilige Teilfunktion teilweise deckungsgleich sind. Dies gilt insbesondere für Flächen mit bestimmten Bodentypen mit hohem bzw. sehr ho-

hem *Biotopotenzial*, die zugleich eine hohe bzw. sehr hohe Schutzwürdigkeit in Hinblick auf die *Archivfunktion* aufweisen (z.B. Niedermoor oder Anmoorgley).

Für etwa 59 % des naturnahen Außenbereichs ergibt die zusammenfassende Auswertung eine mittlere Schutzwürdigkeit (283 km²; vgl. Tabelle 36). Bereiche mit insgesamt geringer bis sehr geringer Schutzwürdigkeit treten mit einer Fläche von zusammen unter 1 km² im Betrachtungsraum nur sehr untergeordnet in Erscheinung, wobei es sich im Wesentlichen um anthropogen entstandene bzw. stark anthropogen veränderte Böden handelt. Dass dieser Flächenanteil so gering ausfällt ist nachvollziehbar, da derartige Böden in der Regel nicht im naturnahen Außenbereich, sondern im Siedlungsbereich bzw. im Bereich der Ausschlussflächen zu finden sind.

Um im Zuge planerischer Abwägungsprozesse sicher zu stellen, dass besonders wertvolle Flächen nachhaltig geschützt werden, ist es aus Sicht des Bodenschutzes zu empfehlen, dass Eingriffe auf Flächen mit der Wertestufe 5 grundsätzlich zu vermeiden sind („Tabu-Flächen“). Bei diesem Vorgehen wären im naturnahen Außenbereich des Kreises Recklinghausen ca. 13 % (ca. 61 km²) (vgl. Tabelle 36) betroffen.

Bielefeld, den 23.10.2017



Gerald Krüger
(Dipl.-Geoökol.)



Dr. Lutz Makowsky
(Dipl.-Geogr.)

9. Literatur

AD-HOC-AG BODEN (2003): Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Gefahr der Entstehung schädlicher Bodenveränderungen sowie der Nutzungsfunktion "Rohstofflagerstätte" nach BBodSchG.- Arbeitshefte Boden, 2 (2), Seiten 1 – 73.

AD-HOC-AG BODEN der Staatlichen Geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2007): Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Nutzungsfunktion "Rohstofflagerstätte" nach BBodSchG sowie der Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Erosion und Verdichtung. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. – Hannover.

AG BODEN (1994) **[KA4]**: Bodenkundliche Kartieranleitung. – 4. Aufl., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

AG BODEN (2005) **[KA5]**: Bodenkundliche Kartieranleitung. – 5. Aufl., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

ahu AG (2011): Umweltauswirkungen der Versiegelung in urbanen Räumen - Kommunikation mit politischen Entscheidungsträgern - Vortrag auf der "Green Week 2011" in Brüssel; Zugriff 2012-06-13, <http://www.ahu.de/ahu/index/aktuelles/nachrichten/2011/110503.html>

AfB [Amt für Bodenforschung] (1955): Erläuterungen zur geologisch-bodenkundlichen Kartierung des Stadtkreises Recklinghausen für Zwecke der Stadtplanung, Krefeld

BBodSchG (1998): Bundes-Bodenschutzgesetz; Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Artikel 101 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474)

BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 102 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474)

BETZER, H. J., ELHAUS, D., HORNIG, W., SCHREY, H.-P., SCHULTE-KELLINGHAUS, S. (2007): Auswertung der Bodenschätzungsdaten in NRW – ein Methodenvergleich im Stadtgebiet Münster. Mittl. Dt. Bodenkdl. Gesellschaft).

BNatSchG (2009): Bundesnaturschutzgesetz; Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 19 des Gesetzes vom 13. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2258)

- BOSCH, C. (1988): Versuch einer "Roten Liste natürlicher Böden" zum Schutz von Seltenheit und Naturnähe von Böden; In Rosenkranz et al.: Bodenschutz, Nr. 7050; Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- BRAHMS, M., HAAREN, C. & JANSSEN, U. (1989): Ansatz zur Ermittlung der Schutzwürdigkeit der Böden im Hinblick auf das Biotopentwicklungspotenzial – Landschaft & Stadt, Heft 3, S. 110-114.
- BVB [Bundesverband Boden e. V.] (Hrsg.) (2001): Bodenschutz in der Bauleitplanung. Vorsorgeorientierte Bewertung. – Berlin.
- BWaldG: Bundeswaldgesetz; Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft vom 2. Mai 1975 (BGBl. I S. 1037), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Januar 2017 (BGBl. I S. 75)
- DVWK [Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.] (1996): Sanierung kontaminierter Böden. DVWK-Schriften 116. Gas und Wasser, Bonn.
- FELDWISCH (2008): Endbericht Modellvorhaben zur Harmonisierung der Bodenfunktionsbewertung auf Grundlage großmaßstäbiger Bodenkarten; Werkvertrag 125/07; Bearbeitung Ingenieurbüro Feldwisch in Bergisch Gladbach im Auftrag des LANUV NRW.
- GD [Geologischer Dienst NRW] (2001): Fachinformationssystem Bodenkunde – Richtlinien für die großmaßstäbige Bodenkartierung. – Krefeld.
- GD [Geologischer Dienst NRW] (2004): Karte der schutzwürdigen Böden in NRW 1 : 50.000.- 2. Auflage, Bodenschutz-Fachbeitrag für den Gebietsentwicklungsplan, textliche Erläuterungen zur digitalen Karte, Krefeld.
- GLA BW [Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, jetzt Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) im Regierungspräsidium Freiburg] (1995): Symbolschlüssel Bodenkunde. – Online im Internet unter: http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/download_pool/bodsym.pdf.
- GLA NRW [Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen; jetzt Geologischer Dienst NRW] (1995): Geologie im Münsterland, Krefeld.
- GREITEN, U. und MEUSER, H. (2009): Kartier- und Bewertungsschlüssel für die Bodenfunktionen in Osnabrück; Hrsg.: Stadt Osnabrück, Umweltberichte; 2. Auflage.
- HOCHFELD B., GRÖNGRÖFT, A., MIEHLICH G. (2003): Großmaßstäbige Bodenfunktionsbewertung für Hamburger Böden – Verfahrensbeschreibung und Begründung. – i. A. der Behörde für Umwelt und Gesundheit Hamburg.
- IFUA & FH OS [IFUA-Projekt-GmbH und FH Osnabrück] (2006a): Konzept zur Bodenfunktionsbewertung in Münster – Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Stadt Münster. – Bielefeld.

- IFUA & FH OS [IFUA-Projekt-GmbH und FH Osnabrück] (2006b): Digitale Bodenbelastungskarte Münster – Abschlussbericht Siedlungsbereich. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Stadt Münster. – Bielefeld.
- IFUA [IFUA-Projekt-GmbH] (2011): Erstellung von Bodenfunktionskarten für die Stadt Göttingen – Abschlussbericht; unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Stadt Göttingen; Bielefeld.
- IFUA [IFUA-Projekt-GmbH] (2012): Bodenfunktionskarte für die Stadt Hamm – Projektbericht; unveröffentl. Gutachten im Auftrag der Stadt Hamm; Bielefeld.
- ISB [Institut für Stadtökologie und Bodenschutz] (2002): Kreis Recklinghausen, Digitale Bodenbelastungskarte - Verdichtungsuntersuchung; unveröffentl. Gutachten im Auftrag des Kreises Recklinghausen, Witten.
- ISB [Institut für Stadtökologie und Bodenschutz] (2004): Kreis Recklinghausen, Digitale Bodenbelastungskarte; unveröffentl. Gutachten im Auftrag des Kreises Recklinghausen, Witten.
- Kreis Steinfurt (2009): Bodenfunktions-, Eingriffs- und Kompensationsbewertung für den Kreis Steinfurt.- Kreis Steinfurt – Umweltamt – Untere Bodenschutzbehörde, Steinfurt
- LABO [Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz] (2003): Zusammenfassung und Strukturierung von relevanten Methoden und Verfahren zur Klassifikation und Bewertung von Bodenfunktionen für Planungs- und Zulassungsverfahren mit dem Ziel der Vergleichbarkeit – Endbericht. – Hannover.
- LABO [Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz] (2006): Orientierungsrahmen zur zusammenfassenden Bewertung von Bodenfunktionen. LABO-Projekt 3.05. – Bergisch Gladbach/Herne.
- LABO [Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz] (2008): Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der Umweltprüfung nach BauGB. LABO-Projekt B 1.06. – Ober-Mörlen/Gunzenhausen. (in Vorber.)
- LABO [Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz] (2010): Böden und Klimawandel – Positionspapier - Zugriff 2012-06-13
<http://www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen.html>
- LABO [Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz] (2011): Archivböden - Empfehlungen zur Bewertung und zum Schutz von Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte.- Vorhaben: B 1.09: Bodenfunktion "Archiv der Natur- und Kulturgeschichte"; gefördert durch das Länderfinanzierungsprogramm; Wasser, Boden, Abfall, Teil Boden - Zugriff 2012-06-18
http://www.labo-deutschland.de/documents/Leitfaden_Archivboeden_335.pdf

- LANUV NRW [Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen] (2010): Berücksichtigung der Naturnähe von Böden bei der Bewertung ihrer Schutzwürdigkeit; LANUV-Arbeitsblatt 15, Recklinghausen
- LBEG [Niedersächsisches Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie] (2008): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. Geoberichte 8. – Hannover.
- LBodSchG (2000): Landesbodenschutzgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen, vom 09.05.2000 (GV. NRW S. 439); zuletzt geändert am 11.12.2007 (GV. NRW S. 662)
- LUA Brandenburg [Landesumweltamt Brandenburg] (1998): Anforderungen des Bodenschutzes bei Planungs- und Zulassungsverfahren im Land Brandenburg – Handlungsanleitung. – Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Titelreihe Nr. 29.
- LUA NRW [Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen] (2005): Bodendauerbeobachtung in NRW – Konzeption und Sachstand; Essen, 9/2005.
- LfU [Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt] (1998): Bodenschutz in der räumlichen Planung. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz, Heft 29. – Halle/S.
- LUBW [Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg] (2010): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit; Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren; Bodenschutz Nr. 23; Karlsruhe
- LWK [Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen] (2007): Bodenerosion durch Wasser. Ursachen, Bedeutung und Umgang in der landwirtschaftlichen Praxis von NRW. – Münster.
- LWK [Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen] (2011): Einteilung der Bodenarten - Ratgeber 2011. Zugriff 2012-06-18, <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/basisinfos/einteilung-bodenarten-pdf.pdf>
- MÜLLER, U. (2004): Auswertungsmethoden im Bodenschutz – Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS), 7. erweiterte und ergänzte Auflage. Arbeitshefte Boden 2004/2. – Hannover.
- MUNLV [Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW] (2007): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen – Wege zu einer Anpassungsstrategie. – Düsseldorf.
- PG ÖKOLOGIE + UMWELT [PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE + UMWELT GmbH] (2003): Zusammenfassung und Strukturierung von relevanten Methoden und Verfahren zur Klassifikation und Bewertung von Bodenfunktionen für Planungs- und Zulassungsverfahren mit dem Ziel der Vergleichbarkeit – Endbericht. Im Auftrag der LABO. – Hannover.

- RECKERMANN, C. (2008): Vergleich von Auswertungsmethoden für das Biotopentwicklungspotenzial von Böden zur funktionalen Bodenbewertung auf Basis großmaßstäbiger Bodenkarten und Bodenschätzungsdaten in Münster. – unveröffentl. Dipl.-Arb., FH Osnabrück.
- RFNP [Regionaler Flächennutzungsplan] (2010): Methodendokumentation zur Ermittlung Schutzwürdiger Böden im Gebiet des Regionalen Flächennutzungsplanes der Städte Bochum, Essen, Gelsenkirchen, Herne, Mülheim an der Ruhr und Oberhausen; Verfasser: Arbeitsgruppe des Fachteams Boden aus Vertreterinnen und Vertretern der Unteren Bodenschutzbehörden der Städte Oberhausen, Gelsenkirchen, Essen, Bochum und Herne und des Referates VI Umwelt, Planen und Bauen der Stadt Mülheim an der Ruhr
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde.- 16. Auflage; neu bearbeitet von BLUME, H.P., BRÜMMER; G.W., HORN, R., KANDLER; E., KÖGEL-KNABNER, I., KRETZSCHMAR, R., STAHR, K., WILKE, B.M, SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P., WELP, G. & THIELE-BRUHN, S.; Spektrum, Akademischer Verlag, Heidelberg.
- SCHRAPS, W.G. & SCHREY, H.P. (1997): Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen - Bodenkundliche Kriterien für eine flächendeckende Karte zum Bodenschutz.- Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 160, 3, Seiten 407 - 412.
- UBA [Umweltbundesamt] (Hrsg.) (2007): Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2. Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH; Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 204 41 138. – Dessau.
- UBA (Umweltbundesamt) (2010): Klimalotse – Leitfaden zur Anpassung an den Klimawandel.- Zugriff 2012-06-13, http://www.klimalotse.anpassung.net/klimalotse/DE/02_Intensivdurchlauf/1_einfuehrung_und_erste_schritte/1_der_klimalotse/klimalotse_node.html
- UBA (Umweltbundesamt) (2012): Klimaschutz - Klimafolgen und Anpassung (Letzte Änderung: 12.06.2012).- Zugriff 2012-06-13, <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/klimafolgen/index.htm>
- UM Baden-Württemberg [Umweltministerium Baden-Württemberg] (2006): Das Schutzgut Boden in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung -Arbeitshilfe.- 1. Auflage, Stuttgart
- UM Baden-Württemberg [Umweltministerium Baden-Württemberg] (1995): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit – Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. Luft, Boden, Abfall Heft 31. – Stuttgart.