

Bodenfunktionskarte für den Rhein-Kreis Neuss



Dokumentation

Stand: Mai 2011

Auftraggeber:	Rhein-Kreis Neuss Amt für Umweltschutz Auf der Schanze 4 41515 Grevenbroich
Sachbearbeitung:	Dipl.- Geogr. Karl-Heinz Olk Telefon: (02181) 601-6823 mail: Karl-Heinz.Olk@rhein-kreis-neuss.de
Auftragnehmer:	Institut für Stadtökologie und Bodenschutz Dorstener Str. 137 44809 Bochum www.isb-reinirkens.de
Bearbeiter:	Dr. Martin Hütter Dipl.- Umweltwiss. Dietmar Twer Dr. Peter Reinirkens
Stand:	Mai 2012

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
2	Grundlagen der Erstellung von Bodenfunktionskarten	8
2.1	<i>Automatisiertes Liegenschaftskataster – Folie 42</i>	8
2.2	<i>Bodenkundliche Detailkartierungen im Maßstab 1: 5.000</i>	11
2.3	<i>Bodenkundliche Landesaufnahme Nordrhein-Westfalen (1: 50.000 = BK 50dig.)</i>	12
2.4	<i>Digitale Bodenbelastungskarte Rhein-Kreis Neuss (ca. 1: 25.000) mit Auswertungskarten</i>	12
2.5	<i>Digitales Geländemodell (DGM 10)</i>	13
2.6	<i>Ergänzende bodenkundliche Untersuchungen</i>	14
2.6.1	Untersuchungen zur Übertragung der Bodenart	14
2.6.2	Untersuchungen zur Schadstoffbelastung in der Erftaue	16
3	Bewertung von Bodenfunktionen für den Rhein-Kreis Neuss	18
3.1	<i>Allgemeine Grundsätze der Bodenfunktionsbewertung für den Rhein-Kreis Neuss</i>	21
3.2	<i>Lebensraumfunktion I: Lebensraum und Lebensgrundlage für Pflanzen, Tiere und Bodenorganismen sowie des Menschen (Biotopbildungs- und Biotopentwicklungsfunktion)</i> ..	25
3.2.1	Verfahren der Ableitung der Lebensraumfunktion I	26
3.2.2	Die nutzbare Feldkapazität	29
3.2.3	Nährstoffspeicherung	33
3.2.4	Modifikationen der Bewertung	35
3.2.5	Regionale bzw. überregionale Seltenheit und Hemerobie.....	37
3.3	<i>Lebensraumfunktion II: Natürliche Bodenfruchtbarkeit</i>	37
3.3.1	Verfahren der Ableitung der Lebensraumfunktion II	39
3.3.2	Technische Umsetzung der Integration des Vorsorgewertvergleichs	42
3.3.3	Tiefgründige Störungen des natürlichen Profilaufbaus.....	42
3.3.4	Berücksichtigung von deutlich erhöhten Schadstoffgehalten (Prüfwertniveau)	43
3.4	<i>Boden als Ausgleichskörper im Wasserhaushalt</i>	44
3.5	<i>Boden als Filter und Puffersystem für Schadstoffe</i>	49
3.5.1	Informationen zur Herleitung der Bewertungsparameter	51
3.5.1.1	Humusmasse	51
3.5.1.2	Tonmasse	53
3.5.1.3	Säure-/Basen-Status.....	55
3.5.1.4	Mikrobieller Abbau	57
3.6	<i>Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte</i>	59
3.6.1	Archiv der Naturgeschichte:	59
3.6.2	Böden als Archiv der Kulturgeschichte	61
3.7	<i>Aggregation der Bodenteilfunktionen</i>	62
3.8	<i>Einbeziehung von deutlich erhöhten Bodenschadstoffbelastungen in die Gesamtbewertung</i> .	64
4	Zusammenfassung und Fazit	69
5	Literatur:	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Differenzierung der Klassenzeichen nach Nutzung in der Bodenschätzung	9
Tabelle 2:	Übersicht über die BK5 Verfahren des GD NRW im Rhein-Kreis Neuss.....	11
Tabelle 3:	Übertragung des „bodenartigen Gesamtcharakters“ (DGK5Bo) in die Referenzbodenart der aktuellen Klassifikation der Bodenart (AG Boden 2005)	15
Tabelle 4:	Gliederung der Bodenfunktionen in Bodenteilfunktionen und deren Differenzierung in Kriterien.	20
Tabelle 5:	Übersicht über die 5-stufige Bewertung der Bodenfunktionen	24
Tabelle 6:	Differenzierung der bodenkundlichen Feuchtestufe.....	28
Tabelle 7:	Einstufung der Klimabereiche.....	28
Tabelle 8:	Klassifikation von bodenkundlicher Feuchtestufen durch nutzbarer Feldkapazität (nFK) und Klimabereich.....	29
Tabelle 9:	Böden mit und ohne Grundwassereinfluss im Klimabereich 2:.....	31
Tabelle 10:	Böden mit und ohne Grundwassereinfluss im Klimabereich 3:.....	32
Tabelle 11:	Differenzierung der Nährstoffspeicherung von Böden nach der KAK [mol _c /m ²].....	33
Tabelle 12:	Bewertung der Bodenfunktion „Biotopentwicklungsfunktion“ (Standort für die natürliche Vegetation“) nach bodenkundlicher Feuchtestufe (BFS) und Nährstoffspeicherung.....	34
Tabelle 13:	Bewertung der Bodenfunktion (Biotopentwicklungsfunktion) „Standort für die natürliche Vegetation“ für Moorböden.....	35
Tabelle 14:	Schwermetallgehalte der Vorsorgewerte der BBodSchV und der Gruppe der sehr gering belasteten Sande [mg/kg].....	41
Tabelle 15:	Bewertung der Bodenfunktion „Ausgleichkörper im Wasserhaushalt“	47
Tabelle 16:	Abschläge zur Wertzahl in Abhängigkeit des Grund- oder Stauwassereinflusses.....	48
Tabelle 17:	Bewertung der von Niedermoorböden als Ausgleichkörper im Wasserhaushalt.....	48
Tabelle 18:	Mediane von TOC und Humusgehalten differenziert nach Nutzungen und Lithologie nach Daten der BBKdig.	51
Tabelle 19:	Ableitung der Klasse der Humusmasse für die Areale der DGK5Bo	52
Tabelle 20:	Ableitung der Klasse der Humusmasse für die Areale der BK5-Verfahren.....	53
Tabelle 21:	Zuordnung der Tonmasse zu den Referenzbodenarten	54
Tabelle 22:	Errechnung der Tonmasse für die Bodenartengruppen des GD NW (verändert)	54
Tabelle 23:	Mediane der pH-Werte für einzelnen Nutzungen der BBKdig.; differenziert nach homogenen Raumeinheiten	56
Tabelle 24:	pH-Wert-Bereiche von Böden verschiedener Raumeinheiten	57
Tabelle 25:	Einstufung des mikrobiellen Abbauvermögens	58
Tabelle 26:	Übersicht über die Aggregation der Teilbewertungen	63
Tabelle 27:	Leistungen des Bodens zur Reduzierung der Umweltauswirkungen von Schadstoffeinträgen.....	64
Tabelle 28:	Schwellenwerte für eine deutlich erhöhte Bodenbelastung.....	65

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Bodenartendreieck mit Darstellung der ökologischen Bodenartengruppen.....	16
Abbildung 2:	Übersicht über wesentliche Einflussgrößen zur Ableitung der Biotopentwicklungsfunktion	27
Abbildung 3:	Übersicht über wesentliche Einflussgrößen zur Ableitung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit	39
Abbildung 4:	Übersicht über wesentliche Einflussgrößen zur Ableitung der Funktion des Bodens als Ausgleichkörper im Wasserhaushalt.....	46
Abbildung 5:	Übersicht über wesentliche Einflussgrößen zur Ableitung Filter- und Pufferfunktion des Bodens.....	50

1 Einführung

Böden sind als zentrales Umweltmedium Lebensgrundlage und Lebensraum für Pflanzen, Tiere und nicht zuletzt auch für den Menschen. Sie sind damit grundlegend für die Ausbildung und Aufrechterhaltung terrestrischer Lebensgemeinschaften aus Pflanzen und Tieren (Biozönosen) und nicht zuletzt auch durch das Zusammenspiel von natürlicher Fruchtbarkeit und dem Vermittlungsvermögen zugeführter Nährstoffe auch Grundlage für die menschliche Ernährung.

Böden sind Regelungssysteme im Landschaftswasserhaushalt, indem sie Niederschlagswasser speichern, den in ihnen wurzelnden Pflanzen teilweise zur Verfügung stellen und durch Abflussbildung verzögert den Oberflächengewässern zuleiten bzw. die Neubildung von Grundwasser ermöglichen. Diese wasserhaushaltliche Regelungsfunktion ist auch damit essenziell für einen effektiven Hochwasserschutz.

Böden sind zugleich Regelungssysteme im Nährstoff- und Schadstoffhaushalt der Landschaft. Sie sind aufgrund ihrer natürlichen Mineral- und Humusbestandteile zugleich Träger von Nährstoffen als auch Transfersystem von Nährstoffen, die durch Landbewirtschafteter ergänzt werden müssen. Dadurch sind Böden Grundlage der Nahrungs-, Futtermittel- und Holzproduktion.

Nicht zuletzt sind Böden auch Filter- und Speichersysteme für Schadstoffe, die über verschiedene Quellen in den Boden eingetragen werden. So werden z.B. Schwermetalle häufig sehr effektiv im Boden gespeichert, so dass der Transfer in das Grundwasser bzw. in Nahrungspflanzen stark herabgesetzt ist. Organische Schadstoffe können durch Bodenorganismen sogar nach und nach abgebaut und damit unschädlich gemacht werden.

Aber auch abgesehen von den vielfältigen Leistungen von Böden für den Menschen ist die Bedeutung des Bodens für die Biodiversität und den Landschaftshaushalt in besonderer Weise herauszustellen.

Da die Entwicklung von Bodenkörpern durch langsam voranschreitende Verwitterung ihrer Ausgangsgesteine und die Anreicherung mit Humus durch Abbau- und Aufbauprozesse in aller Regel sehr lange Zeiträume umfasst, die sich oft in Hunderten bis Tausenden von Jahren bemessen, sind Böden kurzfristig nicht vermehrbare und in der Regel nur sehr schwierig wiederherstellbare Systeme. Damit ist evident, dass der Schutz existierender Böden aufgrund ihrer vielfältigen Funktionen im Landschaftshaushalt von besonderer Relevanz ist.

Über diese landschaftshaushaltlichen Funktionen des Bodens hinaus sind Böden schließlich aufgrund ihrer langen Entwicklungsdauer auch Archive der Natur- und der Kulturgeschichte. Diese Archivfunktionen des Bodens werden im §2, Abs. 2 BBodSchG (1998) explizit herausgestellt und sind grundsätzlich nicht wiederherstellbar.

Angesichts dieser vielfältigen Funktionen bildet der vorsorgende Bodenschutz einen Schwerpunkt des Schutzauftrages, der rechtlich im Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG 1998), im Landes-Bodenschutzgesetz NRW (LBodSchG 2000), im Bundes-Naturschutzgesetz (2009) und im Baugesetzbuch (BauGB 2004) verankert ist.

Da Böden in ihrem Aufbau, ihren physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften sehr unterschiedlich sind, ist es auch ihr landschaftshaushaltliches Leistungsvermögen. Methoden zur spezifischen Bewertung von Teilfunktionen von Böden sind z.T. zwar schon vor vielen Jahrzehnten entwickelt worden, wie die Ergebnisse der landwirtschaftlichen Bodenschätzung zeigen, doch sind umfassendere Bewertungssysteme für zahlreiche Teilfunktionen und deren Aggregation vergleichsweise jung. So gab es erst seit den 1980er Jahren aus geoökologischer Sicht (Landschaftsanalyse und Landschaftsbewertung) und bodenkundlicher Sicht (bodenkundliche Landesaufnahme) systematische Zugänge zur Bodenfunktionsanalyse und -bewertung. Die Ergebnisse dieser Methodenentwicklungen sind seit gut 30 Jahren in ausgewählten Raumbeispielen angewandt und visualisiert worden.

Flächenhaft sind in Nordrhein-Westfalen für die mittlere Maßstabsebene auf der Basis der Bodenkarte 1: 50.000 für Böden mit naturnahem Bodenaufbau Bewertungen von Bodenteilfunktionen vorgelegt worden, deren Bewertungsgrundsätze auch auf großmaßstäbliche Bodenkarten (z.B. 1: 5.000) übertragen werden. Auch die bodenkundlichen Landesbehörden vieler anderer Bundesländer haben fachlich ähnlich ausgerichtete Verfahren zur Bodenfunktionsbewertung entwickelt.

Bodenfunktionskarten der mittleren Maßstabsebene sind vor allem aufgrund der Notwendigkeit zur maßstabsbedingten Generalisierung und Abstraktion zur Verwendung in der Regionalplanung geeignet.

Um Belange des Bodenschutzes jedoch in die Bauleitplanung (Flächennutzungsplan, Bebauungsplan) einfließen lassen zu können, sind großmaßstäbliche Informationen zur Bodenfunktionsbewertung notwendig. Flächendeckende großmaßstäbliche Bodenkartierungen liegen jedoch bislang nur für sehr wenige Gebietskörperschaften in Deutschland vor. Für das Gebiet des Rhein-Kreises Neuss liegt eine flächendecken-

de großmaßstäbliche Bodenkarte nicht vor, wohl gibt es einige räumlich eng begrenzte bodenkundliche großmaßstäbliche Spezialkartierungen für Landwirtschafts- oder Forstflächen im Maßstab 1: 5.000 und Karten der Landwirtschaftlichen Bodenschätzung, die nach bodenkundlicher Fachauswertung hilfsweise herangezogen werden können, um eine solche Informationsgrundlage zu schaffen. Hinzu kommt, dass der Rhein-Kreis Neuss mit der digitalen Bodenbelastungskarte (BBKdig.) ein umfangreiches Informationssystem zur stofflichen Bodenbelastung zur Verfügung hat, welches die Rauminformationen der Bodenkarten ergänzt. Aus diesem Grunde hat sich der Rhein-Kreis Neuss entschlossen, all die vorliegenden Bodeninformationen zu bündeln, um daraus ein erweiterbares Bodeninformationssystem zur Bodenfunktionsbewertung in hoher räumlicher Auflösung zu entwickeln, in das erstmals auch für naturnahe Böden flächendeckend die Bodenbelastung integriert ist.

Nutzen aus dem Informationssystem Bodenfunktionsbewertung sollen nicht nur die Untere Bodenschutzbehörde und darüber hinaus untergeordnet die Untere Wasserbehörde und die Untere Landschaftsbehörde des Kreises ziehen, sondern im Besonderen auch die Planungsbehörden der kreisangehörigen Kommunen, die damit weitere Grundlageninformationen zur Operationalisierung einer umweltverträglichen, nachhaltigen Siedlungsentwicklung erhalten, um gesetzlichen Abwägungsgeboten auf einer soliden Grundlage nachkommen zu können und damit im Ganzen gesehen Verfahrensabläufe beschleunigen zu können.

So ist eine umweltverträgliche Siedlungsentwicklung zweifelsohne auch mit der Verpflichtung zum bodenschonenden Umgang in der Planung verbunden, die grundlegend in der sog. Bodenschutzklausel des Baugesetzbuches (§ 1a (2) BauGB), dem Bundes-Bodenschutzgesetz (§ 1 BBodSchG 1998) und dem Bundesnaturschutzgesetz (§2 (1) Nr. 3 BNatSchG 2009) verankert ist. Die Bodenschutzklausel legt fest, dass

- die Inanspruchnahme von Böden auf das unerlässliche Maß zu beschränken (Vermeidung bzw. Minimierung der (Neu-)Inanspruchnahme) ist,
- im Falle einer unumgänglichen Inanspruchnahme einerseits vorrangig solche Bodenareale zu wählen sind, die vergleichsweise die Bodenfunktionen in geringerem Maße erfüllen (Vermeidung der Inanspruchnahme hochwertiger Böden) und andererseits bei Inanspruchnahme die Beeinträchtigung von Bodenfunktionen so weit wie möglich zu vermeiden ist.

Die vorliegende Studie stellt das Verfahren zur Bewertung von Bodenteilfunktionen und zur Aggregation der Wertzahlen für Teilfunktionen zu einer Gesamtwertzahl vor. Es ist auf die naturhaushaltlichen Spezifika des Niederrheinischen Tieflandes bzw. der Niederrheinischen Bucht zugeschnitten und berücksichtigt soweit wie möglich die vielfältigen aktuellen anthropogenen Veränderungen des Landschaftshaushaltes.

2 Grundlagen der Erstellung von Bodenfunktionskarten

Für die Bearbeitung von Bodenfunktionskarten für den Rhein-Kreis Neuss standen folgende Informationsgrundlagen zur Verfügung.

- Automatisiertes Liegenschaftskataster – Folie 42 (Bodenschätzungskarten DGK5 Bo 1: 5.000)
- Bodenkundliche Detailkartierungen des Geologischen Dienstes Nordrhein-Westfalens (1: 5.000)
- Bodenkundliche Landesaufnahme Nordrhein-Westfalen (1: 50.000) = BK 50 digital
- Digitale Bodenbelastungskarte Rhein-Kreis Neuss (ca. 1: 25.000) mit Auswertungskarten
- Digitales Geländemodell (DGM 10)
- Ergänzende bodenkundliche Untersuchungen (2011)

2.1 Automatisiertes Liegenschaftskataster – Folie 42

Insgesamt liegen für das Gebiet des Rhein-Kreises Neuss 193 Bodenkarten auf Grundlage der Bodenschätzung (DGK5 Bo) vor. In diesen sind Bodeninformationen für landwirtschaftlich genutzte Flächen dargestellt, die auf der Grundlage des Bodenschätzungsgesetzes vom 16. Oktober 1934 erhoben worden waren. Die Umsetzung der Bodenschätzungsdaten in Karten der Bodenschätzung begann in Nordrhein-Westfalen im Jahre 1952 (Mückenhausen u. Mertens 1988). Mit den sog. Bodenschätzungskarten liegen somit für landwirtschaftlich genutzte Böden flächenhaft Informationen zum Bodenaufbau vor. Von besonderem Wert sind die Bodeninformationen noch heute, da die zugrunde liegende Dichte der Bodenaufnahmen sehr groß ist (je 50x50 m 1 Bohrung). Der Bodenaufbau ist bis in eine Tiefe von 1m in der zur damaligen Zeit gültigen Aufnahmevorschrift beschrieben worden. Charakteristische

Leitbodenprofile wurden unterhalb der Bodenschätzungskarte in Profilschnitten (Profilsäulen) visualisiert, wobei das zugrunde liegende Bodenprofil durch ergänzende Interpretation z.B. von geologischen Karten für den Tiefenbereich 1-2 m ergänzt wurde.

Da die Bearbeitung bzw. die Überarbeitung der Bodenschätzungskarten über einen sehr langen Zeitraum erfolgte, sind die heute zur Verfügung stehenden Bodenschätzungskarten inhaltlich von einer sehr unterschiedlichen Qualität.

Ihnen gemeinsam ist, dass die abgegrenzten Bodeneinheiten mit einer sog. Klassenbezeichnung und Wertzahlen zur landwirtschaftlichen Ertragsfähigkeit gekennzeichnet sind. Die **Klassenbezeichnung** setzt sich wie in Tabelle 1 ersichtlich aus den folgenden Parametern zusammen:

Tabelle 1: Differenzierung der Klassenzeichen nach Nutzung in der Bodenschätzung

Klassenzeichen Ackernutzung	Klassenzeichen Grünlandnutzung
Bodenartengruppe	Bodenartengruppe
Zustandsstufe	Bodenstufe
Entstehungsart	Klimastufe
Wertzahlen	Wasserstufe
	Wertzahlen

Für Auswertungszwecke im Hinblick auf die Erfüllung von Bodenfunktionen spielt von allen Parametern der Klassenbezeichnung sicherlich die **Bodenart** die größte Rolle. In der Klassenbezeichnung werden acht Mineralbodenarten und der Torf (bezeichnet als Moor) unterschieden, wobei als Bodenart der „bodenartige Gesamtcharakter“ des obersten Meters beschrieben wird. Dies bedeutet, dass Bodenartenschichtungen innerhalb des ersten Meters zu einer vermittelnden Gesamtbodenart (Referenzbodenart) zusammengeführt werden. Des Weiteren ist bei der Auswertung der Bodenart des Klassenzeichens zu berücksichtigen, dass die Klassifikation der Bodenart stark von der heute gültigen Klassifikation abweicht und nicht nach einem überregional gültigen Transformationsverfahren ineinander überführt werden kann. Dies ist im Wesentlichen dem Umstand geschuldet, dass die der Bodenschätzung zugrunde liegende Klassifikation nur zwei Körnungsklassen des Feinbodens unterscheidet: den Sand 2 mm-0,01 mm Äquivalentdurchmesser und die sog. abschlämmbaren Bestandteile (<0,01mm Äquivalentdurchmesser). Damit ist die Körnung der Schluffe

(0,063-0,002 mm) noch nicht ausdifferenziert und wird teilweise dem Sand (gU, mU), teilweise den „abschlämbbaren Anteilen“ zugeordnet (mU, fU).

Die fachlich fundierte Transformation von Bodenarten der Bodenschätzung in die moderne Nomenklatur stellt aufgrund der vielfältigen Steuerungsfunktionen der Bodenart im Landschaftshaushalt einen sehr wichtigen Prozess für die Erstellung von Bodenfunktionskarten dar (s. Kap. 2.6.1).

Die **Bodenzustandsstufe**, die die Bodenentwicklungsstufe widerspiegelt, ist im Besonderen zusammen mit dem Bodentyp eine Komplexgröße, die im Hinblick auf ihre Verwendung zur Erstellung von Bodenfunktionskarten Zusatz- und Kontrollparameter verwendet werden kann. Ihr entspricht in der Grünlandschätzung die gröber differenzierte Bodenstufe.

Die **Entstehungsart** ist eine wichtige Hilfsgröße bei der Transformation der Bodenart in die moderne Bodenartenklassifizierung, da im Besonderen die schluffreichen Löss- und Sandlöss- über die Entstehungsarten selektiert werden können.

Die **Wasserverhältnisse** (nur Grünland) geben Aufschluss über die standörtliche Wasserverfügbarkeit von zeitweilig auftretendem Wassermangel bis hin zur starken Bodenvernässung, so dass sie im Zusammenhang mit der Bodenart auch für Zwecke der Bodenfunktionsbewertung interpretiert werden können.

Trotz des hohen Detaillierungsgrades von Bodenschätzungskarten und der damit verbundenen Informationsdichte zu den Merkmalen und Ausprägungen der anstehenden Böden muss betont werden, dass die Bodenschätzungskarte keine Bodenkarte darstellt, die nach bodenkundlichen Kriterien sog. Pedotope charakterisiert und gegeneinander abgrenzt, sondern eine Bodenbewertungskarte, die die Ertragsfähigkeit landwirtschaftlich genutzter Flurstücke bewertet, um eine steuerliche Veranlagung vorzubereiten. Dementsprechend verlaufen Grenzlinien oft nicht entlang pedologischer Grenzen sondern entlang von (historischen) Flurstücks- bzw. Besitzgrenzen.

Des Weiteren ist zu beachten, dass aufgrund der sehr lange zurückliegenden Erhebungen zur Bodenschätzung (meist 1935-1950) einige Bodeninformationen, z.B. indirekte Angaben zur Grundwasserbeeinflussung, heute nicht mehr zutreffend sein müssen.

2.2 Bodenkundliche Detailkartierungen im Maßstab 1: 5.000

Großmaßstäbliche Bodenkarten im Maßstab 1: 5.000 liegen für das Gebiet des Rhein-Kreises Neuss für eine Fläche von ca. 97 km² vor. Das ist mit ca. 27% gut ein Viertel der Summe aus landwirtschaftlich und forstlich genutzter Fläche des Kreisgebietes. Diese Bodenkarten sind zu verschiedenen Anlässen kartiert worden und beschränken sich daher häufig auf Bodenareale, die unter bestimmten Nutzungen stehen.

Diesen Bodenkarten ist gemeinsam, dass sie jüngeren Aufnahmedatums sind, die Ausweisung und innere Abgrenzung der Bodeneinheiten nach rein bodenkundlichen Merkmalen erfolgt und die meisten für die Erstellung von Bodenfunktionskarten relevanten Bodeneigenschaften aufgenommen und nach aktuell gültigen Klassifikationssystemen gestuft sind.

Die Erstellung dieser Bodenkarten erfolgte durch den Geologischen Dienst NRW.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die bis 2010 vorliegenden und digital aufgearbeiteten bodenkundlichen Detailkartierungen. Alle Kartierungen sind in diesem Projekt ausgewertet worden.

Tabelle 2: Übersicht über die BK5 Verfahren des GD NRW im Rhein-Kreis Neuss

Kennung	Name	Bemerkung
F 9402	Hilden	Forstbodenkundliches Verfahren, geringer Flächenanteil im Rhein-Kreis Neuss
F 9703	GVBm Nörvenich	Forstbodenkundliches Verfahren, meist Rekultivierungsflächen
L 9710	Ilverich/Büderich	Landwirtschaftliche Standorterkundung, Deichrückverlegung
LA 562	Vinkenpütz	Landwirtschaftliche Standorterkundung
N 0306	Lantumer Bruch	Naturschutzverfahren, Landwirtschafts- u. Forstflächen
N 9605	Erftaue	Naturschutzverfahren, Landwirtschafts- u. Forstflächen
W 0102	Darderhöfe	Wasserschutzgebietsverfahren
W 0405	Broichhof	Wasserschutzgebietsverfahren
W 9701	Büttgendriesch	Wasserschutzgebietsverfahren
W 9706	Fellerhöfe	Wasserschutzgebietsverfahren
F 8705	Garzweiler II	Forstbodenkundliches Verfahren, Monitoring des Grundwasserstandes
F 8806	Garzweiler II	Forstbodenkundliches Verfahren, Monitoring des Grundwasserstandes
F 8905	Garzweiler II	Forstbodenkundliches Verfahren, Monitoring des Grundwasserstandes

2.3 Bodenkundliche Landesaufnahme Nordrhein-Westfalen (1: 50.000 = BK 50dig.)

Für Nordrhein-Westfalen liegt für die nicht im starken Maß anthropogen überprägten Gebiete (z.B. Siedlungsgebiete, Deponien, Halden etc.) eine flächendeckende Bodenkarte im Maßstab 1: 50.000 vor. Somit existiert auch für den Rhein-Kreis Neuss eine solche mittelmaßstäbige Bodenkarte. Diese gibt die Verbreitung und wichtige Eigenschaften der kartierten Bodeneinheiten in der maßstabseigenen Generalisierung und Aggregation wieder. Die BK 50dig. ergänzt die vorliegenden Inselkarten der BK 5 (s.o.), mit der sie die moderne Bodenklassifikation, die Grundprinzipien der Arealbegrenzungen von Bodeneinheiten und die Klassifikation von Bodenmerkmalen gemeinsam hat.

Da die Bodeninformationen der Bodenschätzungskarte (DGK5 Bo, ALK Folie 42) auf landwirtschaftlich genutzte Böden beschränkt sind und zudem Grundwasserstände in ihr nicht in hinreichender Detaillierung dargestellt werden, wird die BK50 dig. als mittelmaßstäbige Karte zur einzigen flächenhaften Grundlagenkarte des Grundwasserflurabstandes. Dieser Parameter ist im Kreisgebiet deswegen von besonderer Bedeutung, da der Grundwasserstand in großen Flächenanteilen durch den Braunkohlentagebau, durch Trinkwassergewinnung oder Flächenwiedervernässung anthropogen verändert ist. Die BK50 dig. ist jedoch ca. 15 Jahre alt, so dass es im Detail schwierig ist, die aktuelle Gültigkeit der Informationen zum Grundwasserstand sicher zu beurteilen.

Darüber hinaus kann die BK50 dig. für Überprüfungen herangezogen werden, ob Informationen aus der großmaßstäblichen Bodenschätzung in plausibler Weise in die moderne Nomenklatur bzw. Klassifikation überführt worden sind.

2.4 Digitale Bodenbelastungskarte Rhein-Kreis Neuss (ca. 1: 25.000) mit Auswertungskarten

Im Rahmen der Erstellung der digitalen Bodenbelastungskarte und ergänzender Detailuntersuchungen für den Rhein-Kreis Neuss sind an über 250 Standorten Bodenprofile feldbodenkundlich beschrieben Mischproben von landwirtschaftlich oder forstlich genutzten Oberböden gesammelt und analysiert worden, die für folgende Parameter eine wichtige Informationsgrundlage darstellen:

- Bodenbelastung mit Arsen, Schwermetallen und PAK
- Humusgehalt
- pH-Wert
- Bodenart

Die Messwerte zur Bodenbelastung sind hinsichtlich ihrer Lage im Raum (Immissionseinfluss) sowie ihrer Beeinflussung durch die Faktorenkonstellation bodenbildende Ausgangssubstrat, Nutzung und Überschwemmungseinfluss untersucht worden. Auf der Basis dieser Messwerte ist durch Interpolation ein kreisweites Kartenwerk der stoffspezifischen Bodenbelastung erzeugt worden (ISB 2002). Gewissermaßen als Nebenprodukt zur Erstellung der digitalen Bodenbelastungskarte konnte ein guter Überblick über die Humusgehalte und pH-Werte der Oberböden unter unterschiedlichen Nutzungen, Substraten und Bodenwasserregimen gewonnen werden.

Die in diesem Rahmen unternommenen Feldansprachen und Laboranalysen zu Bodenarten und Bodenartenschichtungen konnten herangezogen werden, um Bodenartenausweisungen der DGK5 Bo in die aktuelle Nomenklatur zu transkribieren.

Weiterhin können die Auswertungskarten der BBK dig., die aus einem Wertevergleich der Bodenbelastung mit gesetzlichen Schwellenwerten der BBodSchV (1999) resultieren, benutzt werden, um den Bodenbelastungsstatus zu bewerten und in Bodenfunktionskarten einzubinden.

Von besonderem Augenmerk sind dabei Karten der Überschreitung bzw. Unterschreitung von Vorsorgewerten der BBodSchV, denn durch Vorsorgewerte werden Gehaltsniveaus definiert, bei deren Überschreitung Einschränkungen in der Funktionsfähigkeit von Böden im Landschaftshaushalt (schädliche Bodenveränderungen) in der Regel zu besorgen sind (§9 BBodSchV 1999). Die Integration von Bodenbelastungen in das System der Bodenfunktionsbewertung ist eine wesentliche Erweiterung bisher veröffentlichter Methodenzusammenstellung und ist im Rhein-Kreis Neuss auch nur deswegen möglich, da für das Kreisgebiet eine diesbezüglich geeignete BBKdig. vorliegt.

2.5 Digitales Geländemodell (DGM 10)

Digitale Geländemodelle (DGM) bilden das natürliche Relief der Erdoberfläche ab. Künstliche Objekte werden nicht dargestellt. Grundlage des digitalen Geländemodells ist ein flugzeuggestütztes Laserscanning.

Das DGM 10, das vom Rhein-Kreis Neuss zur Verfügung gestellt werden konnte, besitzt eine Gitterweite von 10 m. Die Genauigkeit der Wiedergabe der Geländehöhe erreicht etwa ± 5 dm.

Mit Hilfe des digitalen Geländemodells sind Überprüfungen möglich, ob Grenzziehungen in Bodenkarten oder Bodenschätzungskarten gut an die Oberflächengestalt angepasst sind. So weisen z.B. Gleyareale häufig eine enge Beziehung zu Geländehohlformen und können mit Hilfe eines DGM oft recht genau abgegrenzt werden. Leider konnte für dieses Projekt nur auf das DGM 10 zurückgegriffen werden, nicht aber auf das detailliertere DGM1, das mittlerweile ebenfalls bei der Bezirksregierung Köln – allerdings zu weit höheren Kosten – bezogen werden kann.

2.6 Ergänzende bodenkundliche Untersuchungen

Der Schwerpunkt der ergänzenden bodenkundlichen Untersuchungen lag in der Überprüfung der Bodenarten; darüber hinaus wurde in einem Gebiet allgemein erhöhter stofflicher Bodenbelastung untersucht, ob Räumuster unterschiedlicher Bodenbelastungsniveaus in diesem Gebiet herausgearbeitet werden können.

2.6.1 Untersuchungen zur Übertragung der Bodenart

Die Übertragung der Bodenart bzw. die Interpretation der Bodenartenschichtung aus den Bodenschätzungskarten in das aktuelle Klassifikationssystem ist von so großer Bedeutung, dass die räumliche Dichte der Übertragungspunkte vergrößert werden musste.

Der Schwerpunkt dieser Aufnahmen lag räumlich im Gebiet der Rheinaue und Rheinniederterrasse, so dass im Besonderen Böden der Entstehungsart „A“ (Alluvium = Holozän) und „D“ (Diluvium = Pleistozän) und deren „Mischformen“ (A/D) untersucht wurden. Da diese kleinräumigen Wechsel bereits aus den Bodenschätzungskarten ersichtlich waren, folgten die Bodenprofilaufnahmen Transekten durch Gebiete besonders großer Heterogenität.

Darüber hinaus wurden die Ausweisungen von Bodenarten in Bodeneinheiten der BK5-Verfahren, bei denen es Überschneidungen mit DGK5Bo-Karten gab, genutzt, um Bodenartenübertragungsverfahren weiter abzusichern.

Insgesamt sind im Zuge dieser Verdichtungsuntersuchungen insgesamt 75 Bodenansprachen bis 1 m Bodentiefe vorgenommen worden. Die Feldaufnahmen orientieren sich methodisch und in der Klassifikation der Parameter an den Vorgaben der

AG Boden (2005) und sind im Anhang II dokumentiert. Über die Bodenarten hinaus sind die folgenden Parameter feldbodenkundlich aufgenommen worden (Auswahl):

- Skelettgehalt
- Humusgehalt
- Carbonatgehalt
- Grund-/bzw. Stauwassereinfluss

Zusammen mit den Profilaufnahmen der BBK.dig. und mit modernen großmaßstäblichen Bodenkarten (s.o.) wurde eine hinreichend abgesicherte Grundlage für einen Übertragungsalgorithmus von Bodenarten der Bodenschätzung in Bodenarten der aktuellen Nomenklatur geschaffen, der auch für Bodenfunktionsbewertungen tragfähig ist.

So gelang auf dieser Basis die Übertragung der acht Bodenartengruppen (incl. Moor neun Bodenartengruppen) der Bodenschätzung in die moderne Nomenklatur der Bodenart. Tabelle 3 zeigt das Ergebnis dieser Übertragung.

Tabelle 3: Übertragung des „bodenartlichen Gesamtcharakters“ (DGK5Bo) in die Referenzbodenart der aktuellen Klassifikation der Bodenart (AG Boden 2005)

Bodenart (Bodenschätzung)	Entstehung						
	A/ ALö	AD	D/Dg	LöD/DLö ¹⁾	Lö	LöA	Ohne Entstehung ²⁾
S	Ss	Su2	Ss	Ss	-	-	Ss
SI	Su2	SI2	Su2	Su2	Ut3	-	Su2
IS	Su3	SI3	Su3	Su3	Ut3	Su3	Su3
SL	SI4	Ls3	Slu	Slu	Ut3	SI4	SI4
sL	Ls2	Ls2	Ls2	Uls	Ut3	Lu	Ls2
L	Lu	Lu	Lu	Ut3	Ut3	Ut3	Lu
LT	Lt2	Lt2	Tu3	-	-	-	Lt2
T	Tu2	Tu2	Tu3	-	-	-	Lt3

1. Für die Bodenarten S-SL wie D/Dg ausgewertet, für sL und L analog zum Löss (Lö).t

2. Zusammengeführt aus A und D

Die in der Tabelle 3 angegebene Bodenart nach AG Boden (2005) steht als Referenzbodenart für eine bodenökologisch definierte Bodenartengruppe. Grundlage der Aggregation von ökologischen Bodenartengruppen sind Ähnlichkeiten der Parameterkombination aus nutzbarer Feldkapazität und potenzieller Kationenaustauschkapazität (KAKp). Die Abgrenzung und Benennung der Bodenartengruppen ist dem nachfolgenden Bodenartendreieck zu entnehmen.

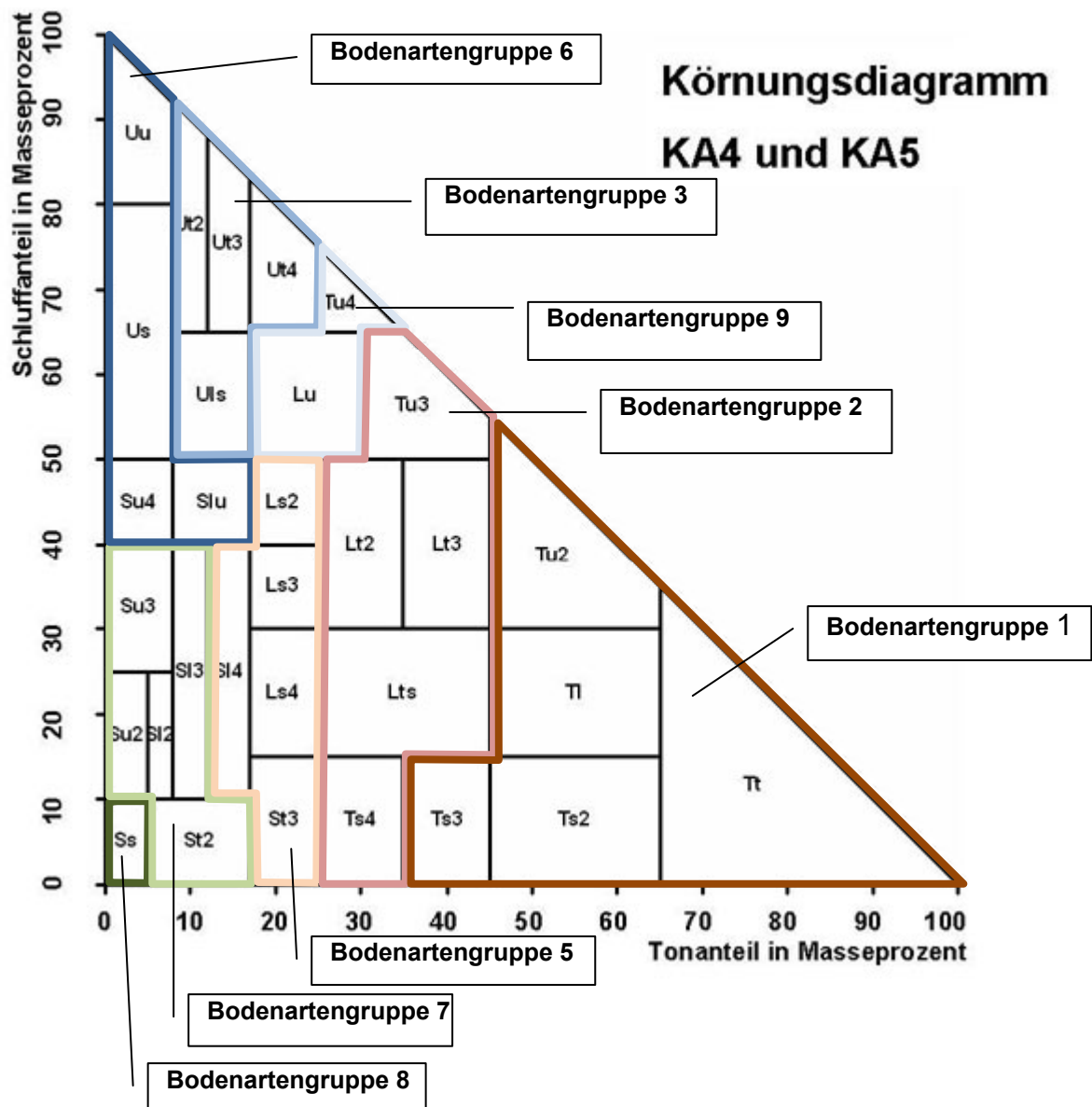


Abbildung 1: Bodenartendreieck mit Darstellung der ökologischen Bodenartengruppen

2.6.2 Untersuchungen zur Schadstoffbelastung in der Erftaue

Ein weiterer Aspekt der ergänzenden Bodenuntersuchungen war, die stoffliche Bodenbelastung in einem Gebiet, das bekanntermaßen eine geogen/bergbaulich bedingt erhöhte Bodenbelastung aufweist, in einer besseren räumlichen Differenzierung zu erheben. Dies ist auch deswegen besonders wichtig, da der Rhein-Kreis Neuss der Integration der Bodenbelastung in die Bodenfunktionsbewertung einen hohen Stellenwert eingeräumt.

Aus diesem Grunde wurde das bestehende Messnetz der BBK dig. in der Erftaue zwischen Neuss-Gnadental und Grevenbroich-Wevelinghofen durch weitere 16 Messpunkte ergänzt, an denen die Bodenbelastung mit Schwermetallen und Arsen quantifiziert wurde. Im Besonderen galt es der Frage nachzugehen, ob zwischen den Sedimenten der in die Aue eingesenkten Altarmrinnen und den dazwischen liegenden Auenflächen Belastungsunterschiede festzustellen sind, die dann das räumliche Bild der Bodenbelastung in der Erftaue besser gefasst werden könnte.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind im Anhang II zusammengetragen.

Sie zeigen, dass in den Gleyen und Niedermoorböden der Erft-Altarme das höchste Belastungsniveau an Schadstoffen gefunden werden kann, das stellenweise sogar an das besonders hohe Belastungsniveau der Erftböden nahe der Einmündung in den Rhein (Neuss-Gnadental) heranreicht. An den örtlich sehr hohen Gehalten an Blei, Cadmium, Nickel und Kobalt wird deutlich, dass die Belastungsursache in einem sehr engen Zusammenhang mit den geologischen Bedingungen und dem Erzabbau in den Mechernichen Lagerstätten steht. Mitunter liegt das Maximum der Bodenbelastung nicht im Oberboden, sondern ist durch Ablagerungen von jüngeren, schadstoffärmeren Sedimenten überdeckt.

Beidseits der in die Aue eingetieften Altarme zeigen die Auenböden regelhaft einen signifikant niedrigeren Schadstoffgehalt, so dass die Wirkung der belasteten Erftsedimente auf den Belastungsstatus der Normalstandorte in der Aue wesentlich geringer ist. Dennoch wird auch auf in diesen Böden verbreitet das Belastungsniveau der Vorsorgewerte der BBodSchV (1999) überschritten. Mit Hilfe der neu erhobenen Daten zur Bodenbelastung wird es in Zukunft möglich sein, die Aussagegenauigkeit der Bodenbelastungskarte in diesem Raum mit besonders kleinräumigem Wechsel der Bodenbelastung zu schärfen.

An allen in diesem Zusammenhang untersuchten Probenahmestellen sind die Bodenprofile feldbodenkundlich angesprochen worden, so dass zugleich wichtige Grundlageninformationen (z.B. Bodenarten, Humusgehalt und pH-Wert) zur Erstellung der Bodenfunktionskarten erhoben bzw. überprüft werden konnten.

3 Bewertung von Bodenfunktionen für den Rhein-Kreis Neuss

Das Bundesbodenschutzgesetz §2 Abs. 2 unterscheidet die Funktionen des Bodens in

Natürliche Bodenfunktionen als

- Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen
- Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen
- Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers

Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte

Nutzungsfunktionen des Bodens

- als Rohstofflagerstätte
- als Fläche für Siedlung und Erholung
- als Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung
- als Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr- und Entsorgung.

Im Rahmen dieses Auftrags wird der Schwerpunkt auf die Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen gelegt. Unter natürlichen Bodenfunktionen werden in einer ersten Untergruppe zwei sich ergänzende Bodenfunktionen verstanden, die mit dem Boden als Lebensgrundlage verbunden sind:

Der Boden mit seiner Fähigkeit durch ein sehr unterschiedliches Zusammenspiel aus Wasser- Nährstoff- und Wärmehaushalt sehr unterschiedliche natürliche Voraussetzungen für die Ausbildung spezifischer Lebensgemeinschaften aus Pflanzen und Tieren (Biozönosen) hervorzubringen und mithin Grundlage der Herausbildung von sehr unterschiedlichen Biotopen zu sein (kurz: Biotopbildungsfunktion oder Biotopentwicklungsfunktion) und andererseits der Boden, der vermöge seiner natürlichen Fruchtbarkeit die Grundlage der Biomassenerzeugung ist (natürliche Bodenfruchtbarkeit).

Eine zweite Untergruppe innerhalb der natürlichen Bodenfunktionen, die hier näher bewertet wird, besteht aus der Regulation des Bodenkörpers im Landschaftswasser-

haushalt, die die Infiltration von Niederschlagswasser in den Boden und die anschließende Wasserspeicherung in den Focus setzt und der Filter-, Puffer- und Transformationsfunktion, durch die Böden in der Lage sind, Schadstoffe zu binden und Veränderungen im Säure-/Basen-Status entgegenzuwirken.

Über die natürlichen Bodenfunktionen hinaus wird geprüft, welche Informationen zur Archivfunktion von Böden vorliegen und ob die vorliegenden Informationen ausreichen, um ergänzend Schutzwürdigkeiten abzuleiten.

Eine Übersicht über die vereinbarungsgemäß zu bewertenden Bodenfunktionen, deren Untergliederung in Bodenteilfunktionen sowie deren Differenzierung in Kriterien gibt Tabelle 4.

Tabelle 4 Gliederung der Bodenfunktionen in Bodenteilfunktionen und deren Differenzierung in Kriterien.

Natürliche Bodenfunktionen und Archivfunktionen	Bodenteilfunktionen	(Komplex-) Kriterien
Lebensgrundlage für Pflanzen, Tiere, Menschen	Biotopbildungs- und Biotopentwicklungsfunktion	besondere, in intensiv genutzten Landschaften seltene Standorteigenschaften (Extremstandorte) Naturnähe
Lebensgrundlage für Pflanzen, Tiere, Menschen	natürliche Bodenfruchtbarkeit	Wasser- und Nährstoffangebot Bodenschadstoffgehalt
Bestandteil des Wasserkreislaufs und des Nährstoffkreislaufs	Abflussregulationsfunktion (z.B. Wasserspeicherung, Grundwasserneubildung) Nährstoffspeicher, Nährstoffmittler	Infiltrationskapazität (kf-Wert) nutzbare Feldkapazität Luftkapazität (bes. Stauwasserböden) (s. Bodenteilfunktion „natürliche Bodenfruchtbarkeit“)
Aufbau-, Abbau- und Ausgleichsmedium für stoffliche Einwirkungen (Filter- und Pufferfunktion)	Filterung (Bindung) von anorganischen sorbierbaren Schadstoffen (z.B. Schwermetallen) Filterung (Bindung) und Abbau von organischen Schadstoffen (z.B. PAK, PCB) Pufferung von Säuren	Bindungsvermögen abhängig vom/n pH-Wert Carbonatgehalt Humusgehalt Bodenart Skelettgehalt Bindungs- und Abbauvermögen abhängig vom/von der Humusform Humusgehalt pH-Wert Carbonatgehalt Bodenart Säureneutralisationsvermögen abhängig von der/vom Bodenart Basensättigung Carbonatgehalt Humusgehalt
Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Naturgeschichtliche Urkunde	Seltenheit der Bodenentwicklung Paläoboden seltene reliktsche Bodenbildungen Dauerbeobachtungsflächen (evtl. Geotope)
	Kulturgeschichtliche Urkunde	Besondere Kulturosole (Plaggenesch, Wölbäcker etc.) Bodendenkmäler (z.B. Grabanlagen, Befestigungen)

3.1 Allgemeine Grundsätze der Bodenfunktionsbewertung für den Rhein-Kreis Neuss

Bislang gibt es keinen umfassenden spezifischen Leitfaden zur Bodenfunktionsbewertung für die Landschaftsräume in Nordrhein-Westfalen, der es gestattet, Bodenfunktionen als Grundlage kommunaler Planungen und damit in der geforderten Detailschärfe einer Großmaßstäbigkeit zu bewerten. Allerdings ist es möglich, diesbezügliche methodische Ansätze, die für andere Bundesländer entwickelt worden sind, landschaftsraumspezifisch anzupassen. Für die hier entwickelte Bodenfunktionsbewertung wird in zahlreichen methodischen Ansätzen dem Leitfaden des Umweltministeriums Baden-Württemberg (MUBW 1995) gefolgt. Im Detail gibt es Veränderungen oder Erweiterungen dieses Leitfadens, auf die in der Methodendarstellung im Detail eingegangen wird. Die methodischen Ansätze des MUBW (1995) weisen starke Gemeinsamkeiten mit dem Verfahren des Geologischen Dienstes NRW auf, nach dem die Auswertungskarten zur BK50 erstellt werden, so dass die Ergebnisse zwar nicht identisch, aber vergleichbar sind.

Das für den Rhein-Kreis Neuss von ISB angewandte und weiterentwickelte Bewertungsverfahren folgt den generellen Anforderungen, die von Hochfeld et al. (2003) zusammengestellt wurden. Zu diesen gehören:

- **Eindeutiger Rechtsbezug:** Bodenfunktion bzw. -teilkfunktion müssen fachlich zweifelsfrei aus den Formulierungen von §2 BBodSchG abgeleitet werden können
- **Vollständigkeit:** Boden(teil-)funktionen sollen mit den herangezogenen Kriterien und Verknüpfungsverfahren umfassend zu bewerten sein. Voraussetzung ist eine hinreichende fachliche Fundierung der Differenzierung und Zusammenführung von Kriterien. Dabei sollte es das Ziel sein, das gesamte Spektrum der möglichen Grade der Funktionserfüllung erfassen zu können.
- **allgemeingültige Anwendbarkeit:** Das Bewertungssystem muss für alle Bodenausprägungen des Untersuchungsgebietes anwendbar sein. Infolgedessen müssen Bewertungen sowohl für naturnahe als auch für anthropogen veränderte Böden möglich sein. Selbst Bodenausprägungen, die aufgrund anderer Rechtsgrundlagen (z.B. BNatSchG) bereits einen hohen Schutzstatus innehaben und deren Überprägung unwahrscheinlich ist, sollten bewertet werden.

- **Reproduzierbarkeit und Transparenz:** Die Erhebung und Differenzierung von Kriterien, das Verknüpfungsverfahren und die Herleitung einer Wertstufe müssen eindeutig beschrieben sein, damit das Einpflegen neuer Basisinformationen (Aktualisierung) ohne methodische Brüche im Gesamtsystem möglich ist. Sofern Methoden oder Klassifikationen aus gängigen Standardwerken (z.B. AG Boden 2005) übernommen werden, ist der Hinweis darauf ausreichend.
- **maßstabsgerechte Differenzierungsfähigkeit:** die Differenzierung soll dem Betrachtungs- und Anwendungsmaßstab angemessen sein. Problematisch ist, wenn z.B. für einen Anwendungsfall kleinräumige Differenzierungen notwendig sind, die i.d.R. die Verwendung großmaßstäbiger Basisinformationen bedingen, einzelne Kriterien im Bewertungsverfahren jedoch nur aus mittelmaßstäbigen Informationsschichten abgeleitet werden können.
- **inhaltliche Differenzierungsfähigkeit:** Bewertungsergebnisse müssen für planerische Anwendungen dadurch praktikabel gemacht werden, dass sie in eine handhabbare Anzahl von Klassen differenziert werden sollten. Hier ist ein Kompromiss zwischen der Notwendigkeit zu einer inhaltlich differenzierten Darstellung und einer praktischen Handhabbarkeit zu finden.
- **Darstellung des aktuellen Zustandes:** Da geplante Eingriffe i.d.R. vor dem Hintergrund der Veränderung des ist-Zustandes beurteilt werden müssen, ist der aktuelle Zustand naturgemäß die Basis, an der die Auswirkung eines Eingriffes (einer Veränderung) zu bemessen sind.
- **Prognosefähigkeit:** Das Bewertungsverfahren muss die Prognose ermöglichen, welcher Art und welchen Ausmaßes Folgewirkungen auf den Erfüllungsgrad von Bodenfunktionen sind.
- **Praktikabilität:** Der Aufwand zur Erhebung von Bodenmerkmalen für Bodenfunktionsbewertungen muss in einem vernünftigen Verhältnis zum Planungsaufwand stehen. Daher ist es wichtig, vor einer Neukartierung bereits vorhandene Bodeninformationen zu sichten und deren Brauchbarkeit für eine Bodenfunktionsbewertung zu prüfen. Ist der Aufwand, aus Altdaten eine gute Datenbasis zu schaffen, angemessen, so fördert dies die Bereitschaft der Anwendung.

Das für dieses Projekt entwickelte Verfahren zur Bodenfunktionsbewertung versucht, so weitgehend wie möglich den oben genannten Grundsätzen zu genügen.

Alle gesetzlich definierten Teilaspekte der Bodenfunktionsbewertung werden, sofern Daten vorhanden sind bzw. die Datenqualität hinreichend ist, betrachtet (***eindeutiger Rechtsbezug, Vollständigkeit***), doch können einzelne Teilfunktionen nur in Aggregation mit anderen bewertet werden. Beispielsweise wird die Funktion des Bodens als Lebensgrundlage und Lebensraum für Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen nicht einzeln bewertet, sondern zusammengefasst und dann kurz als „Biotopentwicklungsfunktion“ bezeichnet. Hintergrund dieser Aggregation ist, dass es einerseits bis heute keine anerkannten Verfahren für separate Bewertungen gibt, und andererseits die vermutlichen Mehraufwände in der Entwicklung von Kriterien und kriterienverknüpfenden Verfahren in keinem günstigen Verhältnis zum Mehrertrag stünden.

Eine Bewertung der naturgeschichtlichen oder der kulturgeschichtlichen Archivfunktionen des Bodens ist daher besonders schwierig, weil es große Erkenntnisdefizite zur räumlichen Verbreitung von Archivböden gibt. So liegen zwar lokale Einzelbefunde kulturgeschichtlich bedeutsamer Böden vor, doch fehlen bislang flächendeckende und systematische Untersuchungen, aus denen feinjustierbare Abstufungen herzuleiten sind.

Das für den Rhein-Kreis Neuss erstellte Verfahren zur Bodenfunktionsbewertung ist grundsätzlich anwendbar auf natürlich gelagerte als auch anthropogen stark überprägte Böden (***allgemeingültige Anwendbarkeit***). Da die vorliegenden Grundlageninformationen zur Charakteristik und zur Verbreitung von Bodeneinheiten jedoch auf naturnah gelagerte Böden beschränkt sind, widmet sich die hier vorgestellte Anwendung im Besonderen dieser Gruppe.

Alle angewendeten Klassifikationen und Bewertungsschemata werden ausführlich beschrieben und angewandte Bewertungsmatrices dokumentiert (***Reproduzierbarkeit und Transparenz***). Somit wird nicht nur sichergestellt, dass die Bewertungsverfahren transparent und reproduzierbar sind, sondern auch, dass das Einpflegen neuer Basisinformationen (Aktualisierung) ohne methodische Brüche im Gesamtsystem möglich ist.

Die Differenzierung der Einzelfunktionen erfolgt für die meisten Bodenfunktionen fünfstufig. Diese von dem Auftraggeber gewünschte Abstufung stellt einen guten Kompromiss zwischen dem Streben nach Differenziertheit und der Notwendigkeit zur

Übersichtlichkeit dar. In dieser 5-stufigen Skalierung werden die Wertzahlen wie folgt zugeordnet:

Tabelle 5: Übersicht über die 5-stufige Bewertung der Bodenfunktionen

Wertzahl	Stufe der Funktionserfüllung bzw. Leistungsfähigkeit
5	sehr hohe Funktionserfüllung / Leistungsfähigkeit
4	hohe Funktionserfüllung / Leistungsfähigkeit
3	mittlere Funktionserfüllung / Leistungsfähigkeit
2	geringe Funktionserfüllung / Leistungsfähigkeit
1	sehr geringe Funktionserfüllung / Leistungsfähigkeit

Die Basisdaten für die Bodenfunktionsbewertungen sind Kartierungen unterschiedlicher Maßstäbe und Bodendaten unterschiedlicher Erhebungsalter und -methoden zu entnehmen. Zwar liegen die zugrunde liegenden Bodenkartierungen grundsätzlich im Maßstab 1: 5.000 vor, doch mussten für die großen Flächenanteile, für die lediglich Bodenschätzungskarten zur Verfügung standen, einzelne Bodenparameter (z.B. Grundwasserstände) aus der Bodenkarte 1: 50.000, also einer mittelmaßstäbigen Karte, übernommen werden.

Auch die ebenfalls für die Integration der stofflichen Bodenbelastung verwendete BBKdig. beruht auf einem Messnetz, das im räumlichen Mittel eine Erhebungsdichte aufweist, die auf einen Betrachtungsmaßstab von ca. 1: 25.000 ausgerichtet ist. Dies ist hinsichtlich der Interpretation von dargestellten Arealgrenzen zu berücksichtigen. Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass das Maß der Differenzierung im Hinblick auf die Anwendung optimiert ist, dass es auf der Basis der zugrunde liegenden Detailgenauigkeit der bodenkundlichen Grundlagen aber wünschenswerte Optimierungen gibt (***maßstabsgerechte und inhaltliche Differenzierungsfähigkeit***).

Die vorzunehmenden Bewertungen sollen den aktuellen Bodenzustand in den Focus setzen, sofern er aus den vorliegenden Grundlageninformationen abgeleitet werden kann. Dies bedeutet zum Beispiel, dass für Böden nicht unmittelbar deutschlandweite Normalgehalte, angesetzt werden dürfen, sondern dass dort, wo die regionalspezifische Datenbasis ausreicht, Anpassungen vorgenommen werden sollten. Dies ist im Untersuchungsgebiet im Besonderen für den Säure/-Basen-Status und den Humusgehalt dadurch möglich, dass zu diesen Parametern ein großer Datenbestand aus der Erstellung der BBKdig. vorliegt.

Deutlich schwieriger war es angesichts weiträumiger anthropogener Veränderungen des Grundwasserstandes im Kreisgebiet, die aktuelle bodenkundliche Feuchtestufe abzuleiten. Die hier vorliegenden Informationen aus den BK5-Verfahren bzw. der BK50 dig. sind z.T. schon mehr als 10 Jahre alt, so dass nicht auszuschließen ist, dass sich Grundwasserstände seither verändert haben. Veränderungen von Grundwasserständen sind besonders in den Bodeneinheiten relevant, in denen Grundwasserstände auf rezente Bodenentwicklungen Einfluss nehmen bzw. nehmen können (**Darstellung des aktuellen Zustandes**).

In dem Maße, in dem der aktuelle Bodenzustand und damit die aktuelle Leistungsfähigkeit des Bodens verlässlich ausgewiesen und differenziert werden kann, ist auch die wesentliche Voraussetzung für prognostische Aussagen zu Veränderungen der Leistungsfähigkeit von Böden durch anthropogene Eingriffe erfüllt (**Prognosefähigkeit**).

Im Folgenden werden die Kriterien und die Bewertungsschemata zur Ableitung der Bodenteilfunktionen zusammengestellt und erläutert. Anschließend wird das Verknüpfungsschema vorgestellt, in dem die Bodenteilfunktionen zu einer aggregierten Gesamtbewertung zusammengeführt werden.

3.2 Lebensraumfunktion I: Lebensraum und Lebensgrundlage für Pflanzen, Tiere und Bodenorganismen sowie des Menschen (Biotopbildungs- und Biotopentwicklungsfunktion)

Grundsätzlich ist jeder Boden definitionsgemäß stets auch Lebensraum und Lebensgrundlage von Biozöosen (Lebensgemeinschaften) aus Pflanzen und Tieren. Die Intensivierung der Bodennutzung durch den Menschen, die mit der regelmäßigen Bodendüngung, dem Einsatz maschineller Landtechnik, der Systemflächendrainage und standörtlichen Meliorationsmaßnahmen verbunden war, führte in Mitteleuropa zu einer regional unterschiedlich starken Abnahme der Vielfalt an Biotopen und damit auch zu einer starken Artenverarmung in der Landschaft. So sind örtlich sogar ehemals stark vernässte, z.T. vermoorte Flächen durch Drainagen zu Ackerflächen oder Intensivgrünländer umgewandelt worden, so dass solche Biotoptypen und deren Flora und Fauna in der heutigen Kulturlandschaft selten geworden sind.

Flächen in der Kulturlandschaft, die noch keiner tiefgreifenden standörtlichen Veränderung unterzogen wurden, sind selten geworden. Ihre Böden wurden zu seltenen Bodenausprägungen und „Pedotopen“ (bodenkundlich definierte Raumeinheiten) und

diese schließlich wurden zu Lebensräumen (Biotope) für selten gewordene Pflanzen und Tiere, denen heute ein besonderer, auch gesetzlich festgeschriebenen Schutz zukommt (§ 30 BNatSchG). Zu diesen gesetzlich geschützten Biotopen gehören u.a. naturnahe Auen, Altarme, Moore, Sümpfe, offene Binnendünen, Trockenrasen, Wälder- und Gebüsche trockenwarmer Standorte. Aus dieser Aufzählung wird deutlich, dass es sich um Biotope mit i.d.R. extremen Standorteigenschaften handelt, z.B. nasse oder besonders trockene Böden mit zugleich auch extremem Nährstoffangebot (sehr nährstoffarm oder naturgemäß sehr nährstoffreich).

Diese Bodenfunktion beschreibt folglich das „Leistungsvermögen des Bodenkörpers“ geeigneter Standort für das Fortbestehen oder Weiterentwicklung selten gewordener Pedo- und Biotope zu sein (Biotopbildungs- und Biotopentwicklungsfunktion). Im Folgenden wird für diese Funktion der zusammenfassende Begriff „Biotopentwicklungsfunktion“ verwendet.

3.2.1 Verfahren der Ableitung der Lebensraumfunktion I

Eine Übersicht über wesentliche Einflussgrößen zur Ableitung der Biotopentwicklungsfunktion gibt Übersicht 1.

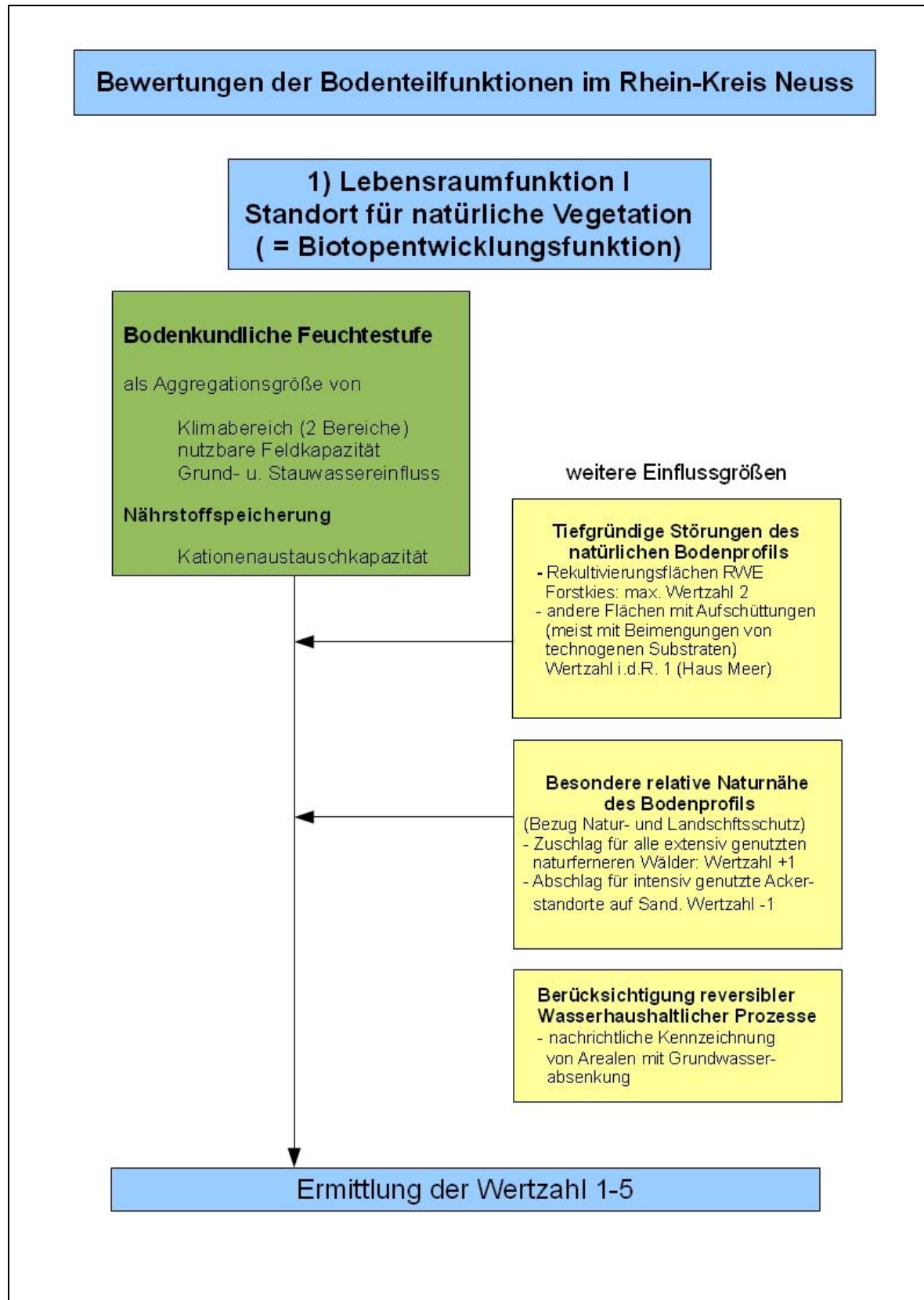


Abbildung 2: Übersicht über wesentliche Einflussgrößen zur Ableitung der Biotopentwicklungsfunktion

Die zentralen Komplexgrößen der Ableitung der Biotopbildungsfunktion sind die „Bodenkundliche Feuchtestufe“ und die „Nährstoffspeicherung“. Beide Komplexgrößen setzen sich aus der Aggregation von Einzelparametern zusammen.

Die **bodenkundliche Feuchtestufe** definiert die standörtliche Gesamtwirkung des Bodenwassers auf die Lebewelt eines Bodens. Sie ist wie folgt differenziert:

Tabelle 6. Differenzierung der bodenkundlichen Feuchtestufe

0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
dürr	stark trocken	mittel trocken	schwach trocken	schwach frisch	mittel frisch	stark frisch	schwach feucht	mittel feucht	stark feucht	nass

Die Ermittlung der bodenkundlichen Feuchtestufe erfolgt auf der Basis des MUBW (1995), die durch die Studien von Hauffe et al. (1998) und Hauffe u. Augenstein (1996) ergänzt wurde, im Wesentlichen aber die Auswertungsmethoden des NLFb (1992) aufgreift.

Die folgenden Einzelparameter konstituieren diese Komplexgröße:

Klimabereich: mit dem Klimabereich wird die klimatische Wasserbilanz im hydrologischen Sommerhalbjahr Mai-Oktober beschrieben (hier: Verhältnis von Niederschlag zur Verdunstung (als Evapotranspiration nach HAUDE)). Im Klimabereich kommt zum Ausdruck, ob es während des verdunstungsstärksten Zeitraums der Vegetationsperiode im langjährigen Mittel im Verhältnis zwischen Niederschlag und Verdunstung einen Wasserüberschuss oder eher einer zu einer angespannten Wasserversorgung kommen kann. Die dazu notwendigen Klimadaten wurden vom Deutschen Wetterdienst in Klimakarten umgesetzt und sind im Klimaatlas NRW (MURL NRW 1989) veröffentlicht. Die Klassifizierung der sog. Klimatischen Wasserbilanz folgt der Einteilung des NLFb (1992) bzw. NLFb (2004) und ist der Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: Einstufung der Klimabereiche

Klimabereich	Klimatische Wasserbilanz (Mai-Oktober) [mm]
1	< -100
2	-99 - (-50)
3	-49 - 0
4	1 - 50
5	51 - 100
6-10	101 - >400

Im Rhein-Kreis Neuss können flächenhaft zwei Klimabereiche differenziert werden: der trocknere Klimabereich 2 (stärker negative Wasserbilanz im Betrachtungszeitraum), der die Rheinaue und Niederterrasse umfasst und der westlich gelegene leicht weniger trockene Klimabereich 3, der im Wesentlichen die Mittelterrassenflächen des Rheins einnimmt.

Kleinräumig kann die Zuordnung in den Klimabereich noch weiter differenziert werden, indem die geländeklimatischen Differenzierungen durch das Zusammenspiel von Hangneigung und Hangexposition wasserhaushaltlich umgesetzt werden (s. MUBW 1995). Da die Geländeneigung im Rhein-Kreis Neuss, von künstlich aufgeschütteten Haldenkörpern abgesehen, gemäß den Auswertungen des digitalen Geländemodells nahezu flächenhaft unter 10% liegt, konnte auf kleinräumige geländeklimatische Korrekturen der Klimabereiche verzichtet werden.

3.2.2 Die nutzbare Feldkapazität

Die nutzbare Feldkapazität ist das Maß für die Speicherung von pflanzenverfügbarem Wasser im Bodenkörper. Dieser Bodenwasservorrat wird gespeist durch das Niederschlagswasser und verringert durch Verdunstungsverluste (Evapotranspiration). So kommt dem Zusammenwirken von klimatischer Wasserbilanz während der Vegetationsperiode (Klimabereich) und dem Wasserspeichervermögen (i.S. von nutzbarer Feldkapazität) im Hinblick auf die Wasserversorgung von Pflanzen eine große Bedeutung zu. Folgende Tabelle 8 verdeutlicht die Klassifikation von bodenkundlicher Feuchtestufen durch das Zusammenwirken von nutzbarer Feldkapazität (nFK) und Klimabereich.

Tabelle 8: Klassifikation von bodenkundlicher Feuchtestufen durch nutzbarer Feldkapazität (nFK) und Klimabereich

nutzbare Feldkapazität		Bezeichnungen der bodenkundl. Feuchtestufe	
nFK [l/m ²]	Bezeichnung	im Klimabereich 2	im Klimabereich 3
> 200	sehr hoch	V = mittel frisch	V = mittel frisch
140 - 200	hoch	IV = schwach frisch	IV = schwach frisch
90 - 140	mittel	II = mittel trocken	III = schwach trocken
50 - 90	gering	I = stark trocken	II = mittel trocken
< 50	sehr gering	0-I = dürr-stark trocken	I = stark trocken

Die nutzbare Feldkapazität (nFK) eines Bodenkörpers wird i.d.R. aus Bodenmerkmalen einer Kartierung abgeleitet. Konstituierende Größen sind:

- Bodenart
- Bodenskelettgehalt
- Trockenrohdichte
- Humusgehalt
- Gründigkeit (effektiver Wurzelraum f. Ackerkulturen/sog. „Schöpftiefe“)

Die Ableitung der nFK aus diesen Teilgrößen erfolgt nach AG Boden (2005). Dabei war es besonders wichtig, die zentrale Steuergröße der nFK von Böden im Rhein-Kreis Neuss, die Bodenart, hinreichend sicher flächenhaft abzuleiten. Während für die nach modernen Aufnahmeverfahren kartierten Areale (BK5-Verfahren) repräsentative Bodenarten bzw. Bodenartengruppen vorliegen, wurden für die Areale, für die ausschließlich Bodenschätzungskarten vorhanden waren, Bodenarten moderner Klassifikation abgeleitet (s. Kap. 2.6.1).

In dem Klimaregime der Klimabereiche 2 u. 3 wird die bodenkundliche Feuchtestufe „mittel frisch“ dann erreicht, wenn der Bodenkörper eine sehr hohe nFK aufweist. Dabei bedeutet „mittel frisch“, dass aufgrund der sehr hohen nFK des Bodens die Wasserversorgung der Pflanzen während der gesamten Vegetationsperiode nahezu ohne Einschränkung aus dem Haftwasservorrat möglich ist. Während normaler sommerlicher Trockenperioden wird mithin nur selten und kurzfristig Wassermangel die Wasserversorgung von Pflanzen beschränken.

Mit Abnahme der nFK-Klasse verringert sich die Wasserversorgung während der Vegetationsperiode und Zeiten des Wassermangels für die Pflanzen werden länger und häufiger (schwach trocken bis dürr).

Bodenkundliche Feuchtestufen, die feuchter als „mittel frisch“ sind, sind in der Einflussphäre der Klimabereiche 2 u. 3 grundsätzlich durch einen standörtlichen Wasserzuschuss geprägt. Dieser ist im Rhein-Kreis Neuss in den Auen und Niederungsgebieten von Rhein, Erft, Norf und Niers besonders durch den Einfluss von Grundwasser gegeben. Bedingt durch die orographischen Verhältnisse im Rhein-Kreis Neuss spielt der Wasserzuschuss durch Hangwasser nur auf geringen Flächenanteilen (Unterhangkolluvien) eine Rolle.

Der Wasserzuschuss, den ein Bodenkörper durch Grundwasser erhält, bemisst sich durch den Grundwasserflurabstand und die kapillare Aufstiegsrate. Informationen zu Grundwasserständen liegen flächenhaft für die Kartiergebiete der BK5-Verfahren vor, nicht aber für die Gebiete, für die allein die Bodenschätzungskarte die großmaßstäbliche Basis der Bodeninformation darstellt. Für diese Areale muss hilfsweise auf die Ausweisung des Grundwasserflurabstandes aus der BK50dig., also einer

mittelmaßstäbigen Grundlage, zurückgegriffen werden. Dabei geht die zum Zeitpunkt der Bodenaufnahme kartierte „aktuelle“ Grundwasserstufe in die Bewertung ein. Grundwasserstände, die heute gegenüber einem natürlichen Grundwasserstand anthropogen abgesenkt sind, gehen dem Aktualitätsprinzips folgend mit ihrem heutigen Grundwasserstand ein. Damit die Areale sichtbar bleiben, auf denen nach dem heutigen Kenntnisstand relevante Grundwasserabsenkungen stattgefunden haben, sind diese Areale in einem eigenen „Layer“ gesondert gekennzeichnet.

Die Übertragung der BK50dig.-Geometrien des Grundwasserstandes auf die Geometrien der Bodenschätzungskarte (DGK5Bo) erfolgte in der Weise, dass die Grundwasserstufenzuordnung der Mittelpunktskoordinaten der Geometrien der Bodenschätzungskarte die Grundwasserstufe der gesamten Bodeneinheit der Bodenschätzung bestimmt.

Die kapillare Aufstiegsrate aus dem Grundwasser wird vom Porengerüst des Bodens und damit im Besonderen von der Bodenart beeinflusst. Tabelle 9 stellt differenziert nach den zwei Klimabereichen 2 und 3 die Verknüpfung von Bodenart und Grundwasserflurabstand zum Parameter bodenkundliche Feuchtestufe dar.

Tabelle 9: Böden mit und ohne Grundwassereinfluss im Klimabereich 2:

KAK	Bodenkundliche Feuchtestufen (BFS)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
sehr gering	1 Ss	1 GW5		1 GW4		2 GW3		2 GW2	1 GW1		
			1 Su2		2 GW4		3 GW3		2 GW2	1 GW1	
gering			2 Sl2		3 GW4		3 GW3		2 GW2	1 GW1	
					3 Su3, Sl3		3 GW3		2 GW2	1 GW1	
mittel					4 Sl4, Slu, Ls2-3		4 GW4	3 GW3	2 GW2		1 GW1
						5 Uls, Ut3	5 GW4	3 GW3		1 GW2	1 GW1
hoch					5 Lt2, Lu		5 GW4	3 GW3	2 GW2		1 GW1
sehr hoch					4 Tu3		4 GW4	3 GW3	2 GW2		1 GW1
			3 Lt3	4 GW5		4 GW4	4 GW4	2 GW3	2 GW2		1 GW1
			3 Tu2	4 GW5		4 GW4	3 GW3	2 GW3	2 GW2		1 GW1

Auenböden, deren Grundwasserstufe > GWS3 ist, erhalten einen Bewertungszuschlag von einem Punkt.

Tabelle 10: Böden mit und ohne Grundwassereinfluss im Klimabereich 3:

KAK	Bodenkundliche Feuchtestufen (BFS)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
sehr gering <4		1 Ss			2 GW5	2 GW4		2 GW3	1 GW2	1 GW1	
				1 Su2	2 GW5	3 GW4		2 GW3	2 GW2	1 GW1	
gering 4-8				2 Sl2	3 GW5	3 GW4		3 GW3	2 GW2	1 GW1	
					3 Su3, Sl3	4 GW4		3 GW3	2 GW2	1 GW1	
mittel 8-12					4 Sl4, Slu, Ls2-3		4 GW4	3 GW3	2 GW2		1 GW1
						5 Uls, Ut3	5 GW5	4 GW4	3 GW3	2 GW2	1 GW1
hoch 12-20					5 Lt2, Lu		5 GW4	3 GW3	2 GW2		1 GW1
sehr hoch >20					4 Tu3		4 GW4	3 GW3	2 GW2		1 GW1
				3 Lt3, Tu2			4 GW4	2 GW3	2 GW2		1 GW1

Auenböden, deren Grundwasserstufe > GWS3 ist, erhalten einen Bewertungszuschlag von einem Punkt

Das Verknüpfungsschema folgt der Ableitung des MUBW (1995), das seinerseits auf dem Methodenkatalog des NLFB (1992) basiert. Als Bodenarten gehen hier die transkribierten Referenzbodenarten aus der Bodenschätzung, bzw. die den obersten Meter repräsentierenden Bodenartengruppen der BK5-Kartierung des geologischen Dienstes NRW ein. In Einzelfällen wurden Zusammenfassungen von Bodenarten zu Bodenartengruppen des Geologischen Dienstes NRW, wo dies aus Gründen der ökologischen Ähnlichkeit notwendig war, modifiziert (Lu, Tu4 und Su3 siehe Abbildung 1).

Die Klassifikation des Grundwasserstandes entspricht dabei den auch heute noch gültigen Stufen der AG Boden (2005).

Böden, die in starkem Maße durch Stauwasser beeinflusst sind, sind im Rhein-Kreis Neuss eher im geringen Maße verbreitet. Dies ist u.a. der vergleichsweise nur gering positiven klimatischen Wasserbilanz geschuldet. Für die kartierten Böden mit Stauwassereinfluss kann nach einem alternativen Verfahren des MUBW (1995) ebenfalls die bodenkundliche Feuchtestufe ermittelt werden. Dabei ist zwischen der vernässungsgeprägten „Frühjahrszahl“ und der nFk-geprägten, aber durch einen verminderten Wurzelraum gekennzeichneten „Sommerzahl“ zu differenzieren.

Die Frühjahrzahl leitet sich aus der Staunässestufe und dem Bodentyp ab (s. Tabelle A.8 im Anhang), die Sommerzahl aus der Spalte „GW 7“ der Tabellen A.2 bis A.5 (s.o.).

3.2.3 Nährstoffspeicherung

Hilfsgröße der Nährstoffspeicherung ist die mittlere Menge an austauschbar gebundenen Kationen (Kationenaustauschkapazität) im durchwurzelbaren Bodenkörper, maximal jedoch bis 1m Bodentiefe [mol_c/m^2]. Für Unterböden ohne Stauwasserbeeinflussung und humusarme Oberböden wird zur Berechnung des Vorrates austauschbarer Kationen eine Rohdichte (trocken) von $1,4 \text{ g/cm}^3$ angenommen; ansonsten werden die Orientierungswerte der Rohdichte nach MUBW (1995, Anlage 3, Tafel 4) übernommen. Tabelle 11 verdeutlicht die Klassifizierung der Nährstoffspeicherung.

Tabelle 11: Differenzierung der Nährstoffspeicherung von Böden nach der KAK [mol_c/m^2]

Kak [mol_c/m^2]	Klasse
<30	I – sehr gering
30 - 100	II – gering
100 - 300	III – mittel
300 - 400	IV – hoch
>400	V – sehr hoch

(aus: MUBW 1995, S. 20, leicht verändert)

Die KAK des Bodens kann für den weit überwiegenden Teil überschlagsmäßig durch folgende Formel errechnet werden:

$$\text{KAK} [\text{cmol}_c/\text{kg}] = 0,5^* \times \text{Tongehalt} [\%] + 0,05 \times \text{Schluffgehalt} [\%] + 2 \times \text{Humusgehalt} [\%]$$

* Faktor 0,5 gilt für dominierend illitische Tonminerale (für den Rhein-Kreis Neuss zutreffend)

Das Maß der Nährstoffspeicherung (K, Mg, Ca) wird auf den größten Flächenanteilen des Rhein-Kreises Neuss dominant durch die Kationenaustauschkapazität der mineralischen Substanz gesteuert. Daher gibt es für Böden, die keine außergewöhnliche Humusakkumulation aufweisen, einen engen Zusammenhang zwischen Bodenart und Einstufung der KAK (s. Tabelle A.6 und A.7 in Anhang).

Maßgeblich für die Einstufung der KAK sind für Areale, für die die Bodenschätzungsdaten heranzuziehen sind, die hergeleiteten Referenzbodenarten, für Areale der BK5-Verfahren die für die Bodentiefe 0-1 m umgerechneten KAK-Werte des Geolo-

gischen Dienstes NRW. Die KAK-Werte beider Herleitungen sind entsprechend Tabelle 11 klassifiziert.

Ausnahmen bilden besonders humusreiche Böden, die aufgrund starker Vernässung (z.B. Grundwasserstufe 1 oder 2) eine deutliche Humusakkumulation bis hin zum **Anmoor- oder Moorgley** aufweisen. Sie erhalten eine Erhöhung des Klassenwertes der Tabelle 11 um 1.

Ebenso wird mit **Auenböden** verfahren, bei denen weniger der erhöhte Humusgehalt sondern vielmehr die tiefreichende Humosität im Bodenkörper einen Zuschlag zum Klassenwert 1 bewirkt.

Nach dem Verfahren des MUBW (1995) würden auch **Hangkolluvien** einen Zuschlag zum KAK-Klassenwert erhalten, doch fehlen den großmaßstäblichen Bodenkarten der Bodenschätzung diesbezügliche typologische Ausweisungen. Auch muss bezweifelt werden, dass die Kolluvien hinreichend humusreich sind, um eine höhere Einstufung zu rechtfertigen.

Moorböden erreichen unabhängig von der Mineralbodenart die höchste Stufe der KAK.

Von dieser Aufwertung wurden auch die in den BK5dig.-Verfahren kartierten **Aufschüttungen oder Abgrabungen** („>“ oder „<“ - Zeichen vor der bodensystematischen Einheit) ausgenommen.

Tabelle 12 verdeutlicht, in welcher Weise Nährstoffspeicherung und bodenkundliche Feuchtestufe zur Bewertungsstufe der Leistungsfähigkeit der Böden im Hinblick auf die Biotopentwicklungsfunktion zusammengeführt werden. Das Bewertungsschema entspricht bis auf die in kursiver Schrift dargestellten Zahlen dem Verknüpfungsschema des MUBW (1995).

Tabelle 12: Bewertung der Bodenfunktion „Biotopentwicklungsfunktion“ (Standort für die „natürliche Vegetation“) nach bodenkundlicher Feuchtestufe (BFS) und Nährstoffspeicherung

Nährstoffspeicherung	BFS 0/1	BFS 2/3	BFS 4/5/6	BFS 7/8	BFS 9/10
1	5	4	4	4	5
2	5	4	3	4	5
3	5	3	3	3	4
4	5	3	3	3	4
5	5	3	3	3	5

Das Verknüpfungsschema berücksichtigt im Besonderen die herausragende Bedeutung von Böden mit extremen Ausprägungen des Wasser- und des Nährstoffhaushaltes für die Biotopbildungs- und Biotopentwicklungsfunktion. So kommt den nassen nährstoffreichen und nassen nährstoffarmen Böden und den sehr trockenen nährstoffreichen und nährstoffarmen Böden eine herausragende Stellung zu.

Sofern die Nassstandorte Moorböden, im Rhein-Kreis Neuss i.d.R. Niedermoore, tragen, erhalten diese ebenfalls die höchste Bewertungsstufe (s. Tabelle 13).

Tabelle 13: Bewertung der Bodenfunktion (Biotopentwicklungsfunktion) „Standort für die natürliche Vegetation“ für Moorböden

Moorböden mit	Abschlag	Bewertungsstufe
Grundwasserstufen 1 und 2	0	5
Grundwasserstufen 3 und 4	1	4
Grundwasserstufen 5 und 6	2	3
Grundwasserstufe > 6	3	2

In den Fällen, in denen Moorböden infolge einer (anthropogenen) Absenkung des Grundwasserspiegels nicht mehr den zur Bildung und Aufrechterhaltung notwendigen Vernässungsgrad (Grundwasserstufe 1 oder 2) aufweisen, wird die Funktionsbewertung mit Abschlägen belegt (siehe Tabelle 13).

3.2.4 Modifikationen der Bewertung

Modifikationen des o.g. Bewertungsschemas sind notwendig, wenn durch anthropogene Beeinflussungen die Bodeneigenschaften oder der Bodenaufbau in stärkerem Maße verändert sind. Im Rhein-Kreis Neuss waren folgende diesbezügliche Fallkonstellationen zu betrachten:

Sandböden der bodenkundlichen Feuchtestufe 0/1 „sehr trocken“, die sehr verbreitet eine sehr geringe KAK besitzen, werden im Bewertungssystem mithin als sehr nährstoffarm bzw. nährstoffarm eingestuft und infolgedessen mit der höchsten Wertstufe (5) belegt. Sofern diese Sandböden allerdings unter einer konventionellen ackerbaulichen Bewirtschaftung stehen, muss eine Nährstoffanreicherung angenommen werden, die von dem natürlichen Zustand stark abweicht. Diese Abweichung vom natürlichen Zustand (hohe Hemerobie) führt zu einer Abwertung von 1 Wertpunkt. Diese moderate Korrektur der Wertstufe drückt aus, dass dieser Pedotopotyp trotz der hohen Hemerobie noch immer ein verhältnismäßig hohes Potenzial aufweist, sich zu einem Lebensraum von hoher Güte für die Ansiedlung von

spezialisierten Lebensgemeinschaften zu entwickeln (langfristige Entwicklung zur potentiellen natürlichen Vegetation).

Für Grünlandnutzungen werden im Untersuchungsraum niedrigere Düngungsintensitäten angenommen, so dass sie ähnlich wie Extensivweiden, Brachen, Heiden, Gebüsche und Wälder keine generellen Abzüge erhalten.

Keinen Abzug erhalten jedoch o.g. Sandböden unter Ackernutzung, wenn sie als Folge ihrer Lage im Rhein-Überschwemmungsgebiet natürlicherweise pH-Werte im schwach sauren bis neutralen pH-Bereich aufweisen und damit reich an spezifischen Nährstoffen (z.B. Calcium) sind.

Böden im Überschwemmungsgebiet des Rheins erhalten zumindest auf allen Standorten ohne regelmäßige Bodenbearbeitung aufgrund ihres hohen Natürlichkeitsgrades im Profilaufbau einen Zuschlag von 1 Wertpunkt.

Den renaturierten Böden im Südosten des Kreisgebietes (z.B. Frimmersdorfer Höhe und Gürather Höhe) werden für diese Teilfunktion 2 Wertpunkte zugewiesen (Aufschüttung aus natürlichem Lockergestein). Dies ist ein lediglich 1 Wertpunkt weniger als für naturnah entwickelte Lössböden, auf deren ursprünglichem Areal sie angelegt worden sind. Die grundsätzliche Abwertung beruht darauf, dass sie erstens eine anthropogene Profilgenese besitzen (Abstufung aufgrund erhöhter Hemerobie) und zweitens in ihnen die bedeutsamen Wechselwirkungsprozesse zwischen Bodenlebewelt und Bodenfestphase noch in der Entwicklungsphase sind.

Etwas anders stellt sich der Sachverhalt im Falle von Rekultivierungsböden aus sog. „Forstkies“ dar. Dieses Bodenmaterial ist häufig zur Herstellung der Böschung von Haldenkörpern der Braunkohlegewinnung verwendet worden. Es ist als Sand/Schluff-Gemenge örtlich stark sandig ausgebildet und besitzt z.T. einen hohen Kiesanteil. Sofern diese Böschungen zwischen Südwest und Südost exponiert sind, besteht das Potential zur langfristigen Entwicklung von Waldböden der Trockenstandorte, so dass Böden dieses Standorttyps (z.B. an der Neurather Höhe) in Zukunft ein hohes Biotopentwicklungspotential zur Etablierung spezialisierter Lebensgemeinschaften aufweisen können. Aufgrund der anthropogenen Profilgenese und der noch geringen Dauer einer ungestörten Bodenentwicklung wird für dieses Bodenareal noch eine vergleichsweise geringe Einstufung der Biotopentwicklungsfunktion als gerechtfertigt angesehen.

3.2.5 „Regionale bzw. überregionale Seltenheit“ und „Hemerobie“

Die oben aus den Merkmalen bodenkundliche Feuchtestufe und Nährstoffspeicherung zusammengeführte Bewertung der Bodenfunktion „Standort für natürliche Vegetation - Biotopentwicklungsfunktion“ kann nach MUBW (1995) abschließend hinsichtlich der Parameter „regionale/überregionale Seltenheit“ und „Hemerobie von Standorten“ noch modifiziert werden.

Während die Grundlagen zur Einbeziehung des Parameters „**regionale/überregionale Seltenheit**“ nach Recherchen des Gutachters weder für das administrative Gebiet des Rhein-Kreises Neuss noch für den Naturraum des Niederrheinischen Tieflandes bzw. der Niederrheinischen Bucht vorliegen, sind wesentliche Parameter des Grades der anthropogenen Beeinflussung (**Hemerobie**) für bestimmte Fallkonstellationen eingeflossen. Beispielhaft sind hier Störungen des natürlichen Profilaufbaus, z.B. auf den Rekultivierungsflächen des Braunkohlenabbaus und an deren Haldenböschungen zu nennen, aber auch kartierte Absenkungen des natürlichen Grundwasserspiegels.

Darüber hinaus ist mit der Unteren Bodenschutzbehörde des Rhein-Kreises Neuss vereinbart worden, dass Flächen, die eine im Vergleich zur traditionell intensiven ackerbaulichen Bodennutzung im Rhein-Kreis Neuss deutlich extensivere Nutzung aufweisen (Waldflächen), einen Zuschlag von +1 Wertpunkt erhalten.

Dennoch bleibt zur Einbeziehung des Parameters **Hemerobie** hervorzuheben, dass die Grundlagen zur kriterienkonsistenten, flächengenauen Abgrenzung von Stufen zur Hemerobie angesichts des Zielmaßstabes noch als recht lückenhaft bezeichnet werden müssen.

3.3 Lebensraumfunktion II: Natürliche Bodenfruchtbarkeit

Die natürliche Bodenfruchtbarkeit die eine Grundvoraussetzung für die menschliche Ernährung. Gerade im Rhein-Kreis Neuss, der zu großen Flächenanteilen zur fruchtbaren nordwestdeutschen Bördenzone (bören: tragen; eine Landschaft, die Feldfrüchte trägt) gehört und damit sehr früh besiedelt wurde, spielte der Anbau von Lebensmitteln, die Bewirtschaftung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit, seit jeher eine große Rolle. Zwar schien angesichts moderner Agrartechnik und Standortmelioration das Potential groß, auch auf schwierigen Standorten eine beachtliche landwirtschaftliche Produktion zu erreichen, doch zeigt sich im langjährigen Ertragsmittel, dass die natürliche Bodengüte langfristig und mit vergleichsweise geringen Schwankungen

der beste Garant nachhaltigen Ertrags ist. Auch kann der notwendige Betriebsmitteleinsatz auf natürlicherweise produktiven Böden deutlich niedriger ausfallen als auf natürlicherweise ungünstigen Böden. Was in den vergangenen Zeiten angesichts starker landwirtschaftlicher Überproduktion in Vergessenheit zu geraten schien, heute aber u.a. durch die Diskussion um eine regional stärker wachsende Konkurrenz zwischen Nahrungsmittelproduktion und Energiepflanzenproduktion zurecht in den Fokus öffentlicher Diskussion kam, ist das Bewusstsein um den Wert und mithin die Erhaltung ertragreicher Böden.

Die natürliche Ertragsfähigkeit des Bodens beschreibt seine natürliche Fähigkeit zur Produktion von Biomasse und damit auch von landwirtschaftlichen wie forstlichen Produkten.

Die Bewertung der natürlichen Ertragsfähigkeit kann prinzipiell auf der Basis des explizit für diesen Zweck entwickelten Verfahrens der landwirtschaftlichen Bodenschätzung durchgeführt werden. Dieses Verfahren ist seit langem anerkannt und seine prinzipielle Anwendbarkeit unumstritten. In diesem Verfahren werden die Bodenart, die Zustandsstufe, die Entstehungsart, bei Grünlandflächen explizit die Wasserverhältnisse in Bewertungsmatrizes (sog. Schätzrahmen) zusammengeführt, wobei einzelne Parameter bereits integrierende Komplexfaktoren darstellen. Auch Zu- und Abschläge für klimatische und morphologische Einflussfaktoren werden vergeben.

Nichtsdestoweniger wurde entschieden, dieses Bewertungssystem nicht unmittelbar zu verwenden, da es ausschließlich auf landwirtschaftlich genutzte Flächen anwendbar ist und sich damit z.B. Waldböden generell einer Bewertung entzögen. Darüber hinaus erlauben Transformationen der Bodenartengruppierungen der Bodenschätzung in moderne, feindifferenzierte Bodenarten eine im Detail besser nachvollziehbare und begründbare Bodenbewertung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit. Daher wurde entschieden, dieses existierende Bewertungssystem nicht zu übernehmen, es aber für Zwecke der Plausibilitätsprüfung des hier entwickelten und angewandten Verfahrens zu nutzen.

3.3.1 Verfahren der Ableitung der Lebensraumfunktion II

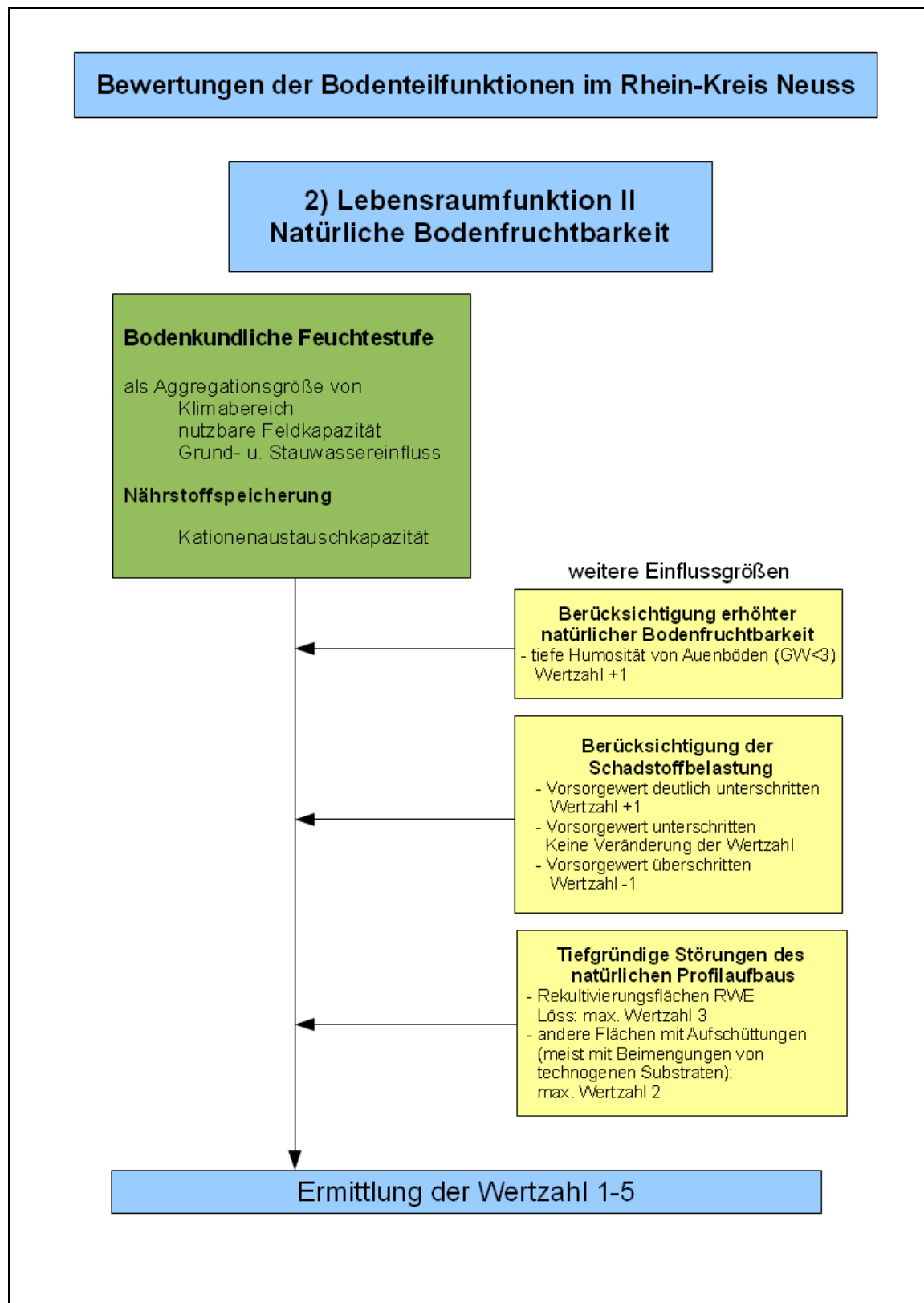


Abbildung 3: Übersicht über wesentliche Einflussgrößen zur Ableitung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit

Abbildung 3 visualisiert das zur Bewertung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit entwickelte Verfahren. Im grün unterlegten Kasten die zwei wichtigsten Komplexfaktoren, die die natürliche Bodenfruchtbarkeit konstituieren, erkennbar: die **bodenkundliche Feuchtestufe** und die **Nährstoffspeicherung**. Beide Komplexfaktoren waren auch hinsichtlich der Ableitung der „Lebensraumfunktion I - Biotopentwicklungsfunktion“ die am stärksten steuernden. Im Bewertungsverfahren für diese Bodenfunktion geht es jedoch nicht um eine Herausstellung von i.d.R. ertragsarmen Extremstandorten, sondern im Gegenteil darum, Böden nach ihrer natürlichen Biomassenproduktion zu differenzieren. Hoch produktive Böden, bei denen ein optimales Angebot von Nährstoffen und Wasser für das Pflanzenwachstum besteht, erhalten demgemäß die höchste Wertzahl. Insofern gibt es eine tendenzielle Gegenläufigkeit der Bewertungssysteme der Lebensraumfunktionen I und II.

Die Ableitung der bodenkundlichen Feuchtestufe erfolgt entsprechend den im Kapitel 3.2.2 ausführlich dargestellten Verknüpfungen aus nutzbarer Feldkapazität, Grundwasserzuschuss und Stauwassereinfluss (s. Tab. A.2 bis A.5 im Anhang). Analog ist auch hier eine Differenzierung in die zwei Klimabereiche vorzunehmen. Gegenüber dem Bewertungssystem des MUBW (1995), das die bodenkundliche Feuchtestufe als integralen und alleinigen Komplexparameter zur Bewertung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit heranzieht, wird hier die Nährstoffspeicherung (als KAK) als zweiter Komplexparameter mit betrachtet. Dies wird als notwendig erachtet, um zum Beispiel differenzieren zu können, ob bei gleicher oder ähnlicher Bodenfeuchte die Böden als sandige Böden ein eher geringes nachlieferbares Nährstoffangebot besitzen und damit im besonderen Maße auf die Zufuhr von Düngemitteln angewiesen sind oder aber als tonreiche Böden einen hohen eigenen Nährstoffvorrat besitzen, so dass eine Düngung eher extensiver erfolgen kann.

Die Stufung der Nährstoffspeicherung ist mit der zur Bewertung der Lebensraumfunktion I dargestellten identisch (s. Tabelle 11).

Die Wertstufe, die sich aus der Matrix aus bodenkundlicher Feuchtestufe und Nährstoffspeicherung ergibt (siehe Tabellen A.11 bis A.18 im Anhang), wird durch weitere Einflussgrößen modifiziert. Hinsichtlich der natürlichen Bodenfruchtbarkeit kann der **Schadstoffgehalt** des Bodens relevant werden, wenn bestimmte Schwellenwerte überschritten sind und zudem Nahrungspflanzen kultiviert werden. Der §8 Abs. 2 BBodSchG (1998) definiert als erstes Belastungsniveau sog. „Vorsorgewerte“. Überschreiten Böden das Belastungsniveau eines Vorsorgewertes, so ist „...in der

Regel davon auszugehen, dass die **Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung** besteht“. Infolgedessen beschränkt der Gesetzgeber ab dieser Schwelle zulässige Zusatzbelastungen von Böden (s. BBodSchV 1999), indem er zum Beispiel verfügt, dass Biokomposte auf Flächen mit Vorsorgewertüberschreitungen nicht mehr appliziert werden dürfen. Die **Schwelle**, ab der eine **Besorgnis zu bejahren** ist, ist jedoch niedriger als die Schwelle, ab der eine Gefahr im Sinne des Ordnungsrechts begründet werden kann. Für den Kontext der natürlichen Bodenfruchtbarkeit bedeutet dies, dass bei Überschreitung eines Vorsorgewertes die Schwelle der Besorgnis, nicht aber die einer Gefahr (z.B. der Qualitätsminderung von Ernteprodukten durch Schadstoffbelastung) überschritten ist.

Tabelle 14: Schwermetallgehalte der Vorsorgewerte der BBodSchV und der Gruppe der sehr gering belasteten Sande [mg/kg]

Bodenartenhauptgruppe	Cd	Pb	Cr	Cu	Hg	Ni	Zn
Ton	1,5	100	100	60	1	70	200
Lehm/Schluff	1,0	70	60	40	0,5	50	150
Sand	0,4	40	30	20	0,1	15	60
Sehr gering belasteter Sand	0,25	25	20	15	0,075	10	40

Wird folglich ein *Vorsorgewert* oder werden mehrere Vorsorgewerte der BBodSchV (1999) **überschritten**, so sieht das hier entwickelte Bewertungsverfahren eine Minderung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit um eine **Wertzahl (-1)** vor.

Ist der Boden jedoch so niedrig mit Schadstoffen belastet, dass Vorsorgewerte nicht nur geringfügig sondern sogar **erheblich unterschritten** werden, so wird dies als besonderes Qualitätsmerkmal mit einer Erhöhung der ursprünglichen **Wertzahl (+1)** um eine Stufe bewertet.

Tabelle 14 gibt einen Überblick über die Vorsorgewerte der BBodSchV. Ein Boden soll dann als **besonders unbelastet** gelten, wenn er die Vorsorgewerte der nächst „grobkörnigeren“ Bodenartengruppe unterschreitet (z.B. ein Tonboden die Vorsorgewerte für Lehm-/Schluffböden). Für Sandböden wurde eine Unterschreitung von ca. 2/3 des Vorsorgewertes festgelegt (Ausnahme: Hg).

Demgemäß verändert sich die Wertzahl bei einer nur geringfügigen Unterschreitung des Vorsorgewertes nicht.

3.3.2 Technische Umsetzung der Integration des Vorsorgewertvergleichs

Die Gebiete mit Überschreitungen von Vorsorgewerten sind aus der BBKdig. des Rhein-Kreises Neuss übernommen worden. Die Zuweisung der Sachinformationen zur Über- oder Unterschreitung von Vorsorgewerten auf die großmaßstäbigen Bodenkarten (DGK5Bo bzw. BK5dig.) erfolgte nach folgendem Verfahren:

Liegt die Mittelpunktskoordinate der bodenkundlich definierten Einheit im Vorsorgewertüberschreitungsgebiet, so wird das Areal der gesamten Bodeneinheit zunächst entsprechend eingestuft.

Dieses Verfahren allein würde allerdings für diejenigen Gebiete, auf denen BK5-Kartierungen vorlagen, zu sehr starken Veränderungen der ursprünglichen Geometrien der Auswertungskarte „Vorsorgewertevergleich“ führen. Aus diesem Grunde wurden die Geometrien aus den BK5-Verfahren zuvor mit den Nutzungsgeometrien aus dem ALK verschnitten. Um die Anzahl der Polygone zu begrenzen, wurden zunächst die Informationen über Zu- bzw. Abschläge aus dem Vorsorgewertvergleich auf die Geometrien der ALK-Nutzung übertragen. Anschließend wurden Geometrien gleicher Konstellation aus Nutzung und gleichartiger Wertzahlveränderung nach Vorsorgewertvergleich wieder vereinigt („gemergt“). Das Verschneiden der BK5-Geometrien mit den ALK-Nutzungen hatte einen „Verlust“ von Flächen zur Folge, die nach den gegenwärtigen ALK-Informationen mittlerweile versiegelt sind, bzw. mittlerweile anderen Nutzungen zuzuordnen sind. Darüber hinaus wurden Splitterpolygone bis zu einer Flächengröße von 500 m² automatisch bereinigt.

3.3.3 Tiefgründige Störungen des natürlichen Profilaufbaus

Sofern aus den bodenkundlichen Grundlagenkarten abzuleiten war, dass der Bodenaufbau durch Bodenreueanlage (Rekultivierungsflächen des Braunkohlenabbaus), Abtragung oder tiefgründige Veränderung des natürlichen Bodenprofils grundlegend anthropogen verändert worden ist, führten diese Störungen des Bodenaufbaus zu einer maximal möglichen Wertzahl von 3 für die natürliche Bodenfruchtbarkeit.

Die maximale Wertzahl von 3 erscheint möglicherweise für die mit großer Sorgfalt rekultivierten Böden aus Löss als niedrig bemessen, ist aber dem Umstand geschuldet, dass der Aufbau des Humuspegels, eines stabilen Bodengefüges und der Porenkontinuität trotz sorgfältiger Ausführung einiger Jahrzehnte bedarf und somit diese

Böden ohne weitere Detailkenntnisse zunächst nicht höher eingestuft werden können.

Andere Aufschüttungsflächen, die oft auch höher Anteile an technogenen Beimengungen (z.B. Ziegel, Mörtel, Straßenaufbruch, Aschen, Schlacken etc.) aufweisen, erhalten eine maximale Wertzahl von 2.

Auch die Aufschüttungsflächen werden dem Vergleich mit den Vorsorgewerten unterzogen, so dass auch auf diesen Flächentypen Zuschläge oder Abschläge resultieren können. Selbst die Böden aus Rekultivierungslössen, die i.d.R. arm an anthropogenen Schadstoffeinträgen sind, überschreiten in seltenen Fällen aufgrund ihrer geogenen Gehalte mitunter den Vorsorgewert für Nickel, allerdings nur dann, wenn die Alkalinität für pH-Werte >6 nicht ausreicht und damit der Vorsorgewert für Sand angesetzt werden muss. Viel verbreiteter ist es jedoch, dass die Rekultivierungsböden freie Carbonate enthalten und damit pH-Werte >6 aufweisen.

3.3.4 Berücksichtigung von deutlich erhöhten Schadstoffgehalten (Prüfwertniveau)

Ursprünglich wurde im Zusammenhang mit erhöhten Schadstoffgehalten von Böden auch diskutiert, ob oberhalb der Schwelle der Vorsorgewerte das Prüfwert-/Maßnahmewertniveau für den Wirkungspfad Boden-Pflanze als weiteres Qualitätsniveau zur Bewertung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit herangezogen werden soll. Führte dies allerdings grundsätzlich zu einem (weiteren) Abzug im Bewertungsverfahren zur natürlichen Bodenfruchtbarkeit, so könnte gefolgert werden, dass Prüf- und Maßnahmenwerte nicht nur Schwellenwerte eines behördlichen Prüfauftrages sind, sondern Grenzwerte im Sinne des Bestehens einer Gefährdungslage darstellen.

Demgemäß könnte alternativ wenigstens nachrichtlich und ohne Bewertungsabzug die Überschreitung des Belastungsniveaus von Prüf- bzw. Maßnahmenwerten den betreffenden Flächen als „Zusatzlayer“ zugeordnet werden. Damit wären Überschreitungsgebiete lediglich kenntlich gemacht. Dies ist zwar grundsätzlich möglich, doch müssen dabei zwei weitere Gesichtspunkte bedacht werden.

Der erste bezieht sich darauf, dass eine Bodenfunktionsbewertung möglichst den aktuellen Landschaftszustand berücksichtigen soll. Da sich Prüf- und Maßnahmenwerte im Zusammenhang mit der natürlichen Bodenfruchtbarkeit entweder auf Acker- oder auf Grünlandnutzung beziehen, führt ein Wechsel zwischen beiden Nutzungs-

typen zu einer Veränderung der Bewertungsgrundlagen, wodurch es schwierig ist, die Aktualität der Bewertungskarte zu gewährleisten.

Die zweite Schwierigkeit in der praktischen Umsetzung liegt darin begründet, dass die zwei besonders relevanten Schwellenwerte für ackerbaulich genutzte Böden, der Prüfwert für Blei und die Maßnahmenwerte für Cadmium, hinsichtlich des Wirkungspfad Boden-Pflanze auf der Basis von Gehalten im Ammoniumnitrat-Extrakt definiert wurden. In ähnlicher Weise sind die Prüfwerte für Arsen, Kupfer und Zink zu diskutieren. Auch diese Schwellenwerte sind auf der Grundlage von Ammoniumnitrat-Extrakten definiert und verdeutlichen den Zusammenhang zwischen Schadstoffgehalten und Verminderungen der Bodenfruchtbarkeit (Wachstumseinschränkungen). Für die Metallgehalte in Ammoniumnitrat-Extrakten liegen allerdings keine bzw. nicht hinreichend belastbaren Ergebnisse zur flächenhaften Bodenbelastung im Rhein-Kreis Neuss vor.

Diese Überlegungen leiteten zu dem Schluss, dass für diese Bodenteilfunktion allein ein weiteres Belastungsniveau auf der Basis der Prüf- bzw. Maßnahmenwerte nicht eingeführt und umgesetzt wird.

3.4 Boden als Ausgleichskörper im Wasserhaushalt

Weitere sehr bedeutsame Leistungen des Bodens im Landschaftshaushalt ist die Steuerung von Parametern des Wasserhaushaltes: der Grundwasserneubildung, des Zwischenabflusses (interflow) und des Oberflächenabflusses.

Oberflächenabfluss findet nur dort statt, wo Niederschlagswasser nicht vollständig in den Bodenkörper eindringen kann, sondern wenigstens teilweise auf dem Boden abfließt und dabei Bodenmaterial abschwemmt (erodiert). Die Folgen sind neben Abflussspitzen im Kanalsystem oder im Oberflächengewässer, die zu Überschwemmungen mit volkswirtschaftlich relevanten Schäden führen können, auch erosionsbedingte Verminderungen der Leistungsfähigkeiten der Böden. Die wasserhaushaltliche Funktion von Böden ist im Besonderen dort eingeschränkt, wo Böden oberflächlich oder oberflächennah verdichtet oder gar impermeabel versiegelt sind.

Die damit verbundene Bodenerosion verringert gleichzeitig nachhaltig die Bodenfruchtbarkeit und abgeschwemmte Böden können in Fließgewässern und stehenden Gewässern Eutrophierungsprozesse auslösen bzw. verstärken. Aus diesen Gründen ist Oberflächenabfluss unerwünscht und

- **Infiltration** (Fähigkeit zur Einsickerung von Niederschlagswasser),
- **Speicherung** (Fähigkeit, Wasser z.B. für den Pflanzenwuchs zur Verfügung zu stellen)
- **langsame Durchleitung** (Fähigkeit zur Grundwasserneubildung; auch zur Trinkwassernutzung)

sind hoch zu bewertende Leistungen von Böden.

Wie gut Bodenkörper diese Leistungen erfüllen können, hängt vom Porensystem der Böden ab.

Für die Infiltration von Wasser sind die groben Poren des Bodens verantwortlich. Sie bestimmen die „Verdaulichkeit“ von Starkniederschlägen und leiten das Wasser durch den Bodenkörper bis zum Grundwasser.

Für die Aufspeicherung von Wasser und die Wasserversorgung der Pflanzen sind im Wesentlichen die Mittelporen von Bedeutung.

Das Porensystem eines Bodenkörpers hängt außer von der Größenverteilung der mineralischen Bodenpartikel und deren Aggregation u.a. auch von der Durchwurzelung durch den Pflanzenbestand ab. Darüber hinaus kann durch mechanische Verdichtung das Porensystem des Bodens oberflächlich oder in tieferen Horizonten ungünstig beeinflusst werden.

Abbildung 4 zeigt die Parameter, die zur Bewertung dieser Bodenfunktion herangezogen werden. Es sind die nutzbare Feldkapazität, die gesättigte Wasserleitfähigkeit (K_f) und bei stauwasserbeeinflussten Böden die Luftkapazität. Die Verknüpfung dieser Parameter erfolgt im Wesentlichen nach den Grundsätzen des MUBW (1995).

Dabei ist zu beachten, dass die K_f -Werte für die Areale, für die als großmaßstäbliche Bodenkarte allein Bodenschätzungskarten vorliegen, ausschließlich aus Schätztabellen der AG Boden (2005) abgeleitet werden konnten, wobei für nicht stauwasserbeeinflusste Böden im gesamten Bodenprofil mit einer mittleren Lagerungsdichte gerechnet wurde. Aber auch die verwendeten Schätztabellen bilden die realen, im Ganzen sehr variablen Bedingungen nur mit recht großen Unsicherheiten ab. Aus diesem Grunde verwenden Hochfeld et al. (2003) nicht bodenkundliche Merkmale, sondern die Nutzung und den Biotoptyp als Steuergrößen der Fähigkeit des Oberbodens zur Wasseraufnahme. Mit diesem Parameter kann dann jedoch die Abflussverminderung durch Wasserspeicherung nicht berücksichtigt werden. Aus diesem Grunde wird dem Ansatz von Hochfeld et al. (2003) hier nicht gefolgt.

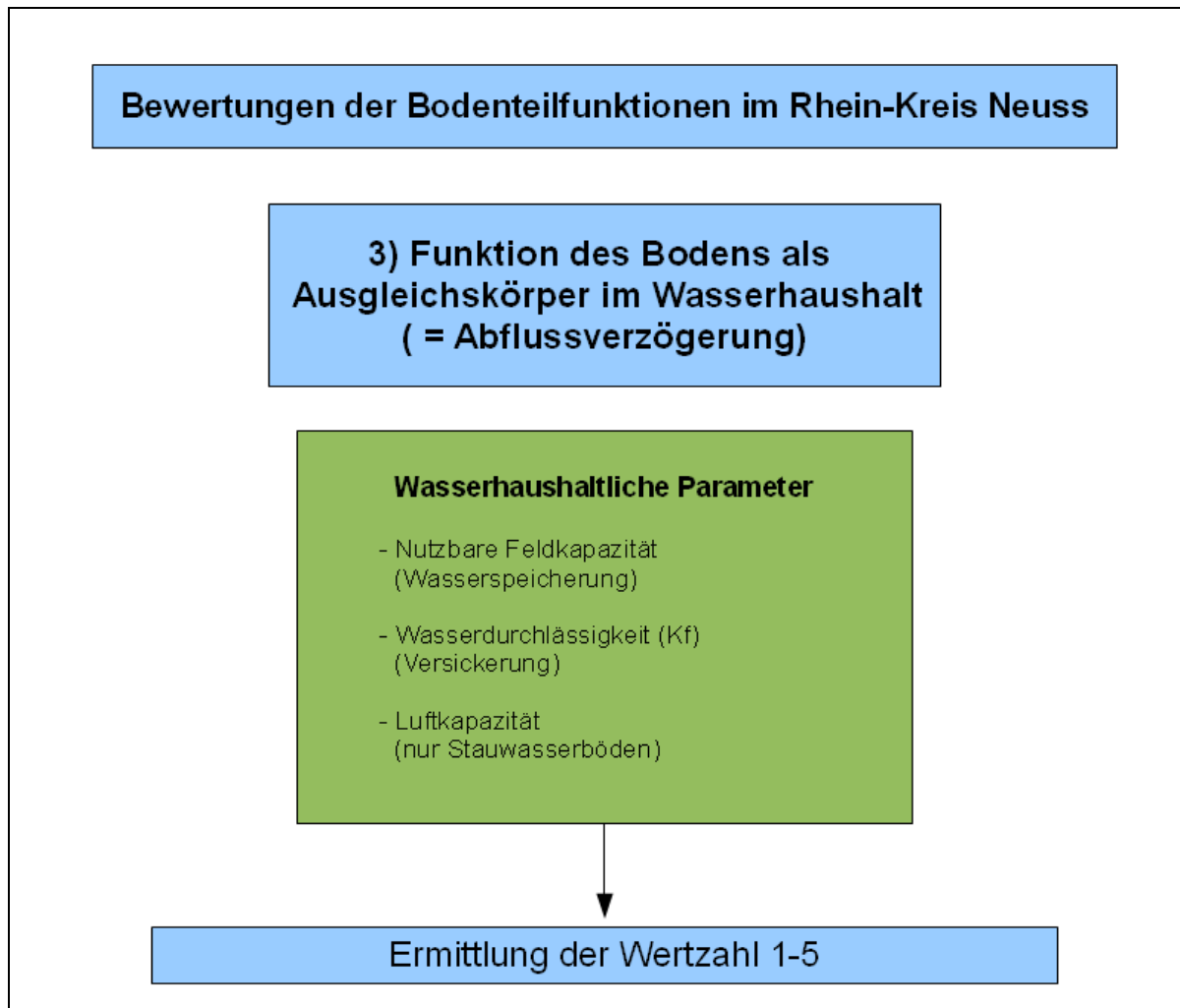


Abbildung 4: Übersicht über wesentliche Einflussgrößen zur Ableitung der Funktion des Bodens als Ausgleichskörper im Wasserhaushalt

Die Einstufung der Kf-Werte für die Gebiete, in denen ausschließlich Bodenschätzungskarten als bodenkundliche Grundlagenkarten vorliegen, erfolgt auf der Grundlage der abgeleiteten Referenzbodenart.

Für Gebiete, für die BK5-Kartierungen des Geologischen Dienstes NRW vorliegen, wurden die dort vorgenommenen Einstufungen übernommen. Für einige Polygone dieser Kartierungen fehlte allerdings eine Zuordnung der Kf-Klasse, so dass dann die Kf-Klasse aus der Bodenartengruppe zugewiesen wurde. Tabelle A.19 in Anhang stellt für diese insgesamt wenigen Fälle die Zuordnung zusammen.

Tabelle 15 dokumentiert die Verknüpfung von Kf-Klasse und Klasse der nutzbarer Feldkapazität für Standorte ohne Stauwassereinfluss und einer Grundwasserstufe >GW4

Tabelle 15: Bewertung der Bodenfunktion „Ausgleichkörper im Wasserhaushalt“

kf-Wert	nFkWe				
	sehr gering <50	gering 50 - 90	mittel 90 - 140	hoch 140 - 200	sehr hoch >200
gering 1 - <10	1	2	2 Lt3, Tu2	2 Tu3	3
mittel 10 - <40	2	2	2	3 Lt2,Slu, Ls2-3 Lu	4 Ut3, Uls
hoch 40 - <100	2	2	3 Sl2	4 Sl3-4, Su3	4
sehr hoch < 100	2 Ss	3	3 Su2	4	5

Ein hohes bis sehr hohes Leistungsvermögen besitzen nach den hier zugrunde gelegten Wertmaßstäben solche Böden, die eine hohe Infiltration (Messgröße Kf-Wert) und eine hohe bis sehr hohe Wasserspeicherung (Messgröße nFk) aufweisen. Diese Böden erzeugen demgemäß kaum Oberflächenabfluss, allerdings ist aufgrund des großen Wasserspeichervermögens auch die Grundwasserneubildung vergleichsweise gering. Dieses Bewertungssystem hat auch zur Konsequenz, dass Böden mit sehr hohen Kf-Werten über das gesamte Bodenprofil und geringer bis sehr geringer Wasserspeicherfähigkeit (z.B. Sandböden) bei einer sehr hohen Grundwasserneubildung eine geringe Bewertung für diese Teilfunktion erhalten.

Die Wertzahl muss jedoch reduziert werden, wenn der Infiltrationsraum für Niederschlagswasser bedingt durch Stauwasser oder Grundwasser vermindert wird. Sie vermindert sich umso mehr, je geringer der Grundwasserflurabstand bzw. je stärker die Stauwasserbeeinflussung des Bodens ist. Tabelle 16 gibt einen Überblick über die hier vorzunehmenden Abschläge zur Wertzahl. Die Abschläge müssen in Abhängigkeit der Grundbewertung nach Tabelle 15. (Ausgleichkörper im Wasserhaushalt) variiert werden.

Tabelle 16: Abschläge zur Wertzahl in Abhängigkeit des Grund- oder Stauwassereinflusses

Grundbewertung: Wertzahl 4 und 5	
Grundwasserstufe (GW) / Stauwasserstufe (SW)	Veränderung der Wertzahl
GW 4 / SW 2	- 1
GW 3 / SW 3	- 2
GW 2 / SW4	- 2
GW 1	- 3
Grundbewertung: Wertzahl 3	
GW 3 / SW 3 und 4	- 1
GW 1 und 2	- 2
Grundbewertung: Wertzahl 2	
GW 1 und 2 / SW 3 und 4	- 1

Eine Sonderstellung in der Bewertung nehmen Moore ein, die im Rhein-Kreis Neuss als Niedermoore ausgebildet sind und somit zu ihrer Bildung hoch anstehendes Grundwasser benötigen. Dementsprechend ist ähnlich den o.g. grundwasserbeeinflussten Mineralböden nur ein sehr eingeschränkter Porenraum vorhanden, der Niederschlagswasser zwischenspeichern kann. Da jedoch im Rhein-Kreis Neuss verbreitet Moorareale durch anthropogene Grundwasserabsenkungen beeinflusst sind, ist der Speicherraum künstlich vergrößert worden, so dass viele Niedermoore eine atypisch hohe Leistungsfähigkeit als Ausgleichskörper im Wasserhaushalt besitzen. Damit treten im Rhein-Kreis Neuss im Areal der Niedermoore folgende Grundwasserstände auf, die zu den in Tabelle 17 zusammengestellten Bewertungen führen.

Tabelle 17: Bewertung der von Niedermoorböden als Ausgleichskörper im Wasserhaushalt

Grundwasserstufe	Bewertung
Grundwasserstufen ≥ 5	Wertstufe 4
Grundwasserstufe 4	Wertstufe 4
Grundwasserstufe 3	Wertstufe 2
Grundwasserstufe ≤ 2	Wertstufe 1

Wäre die Einstufung von Moorböden analog zu Tabelle 17 Ausgleichskörper im WH vorgenommen worden, hätte bei einer Grundwasserstufe ≥ 5 aufgrund der sehr hohen nutzbaren Feldkapazität des Torfes eigentlich die Wertstufe 5 vergeben werden müssen. Davon wurde nicht Abstand genommen, weil der höchste Grad anthropogener Veränderung nicht mit der höchsten Wertstufe verbunden werden sollte, sondern weil nach einer Verbesserung der Durchlüftung des Torfes dessen Zersetzung be-

schleunigt wird und damit eine Sackung und Strukturverschlechterung einhergeht, die sich erniedrigend auf den Kf-Wert des Bodens auswirkt.

Mögliche Erweiterungen des Bewertungsverfahrens

Aus gutachterlicher Sicht erscheint es erwägenswert, den Einfluss der Vegetationsbedeckung auf die Infiltration stärker zu gewichten. So könnten Waldböden, wenn sie nicht stark vernässt sind, aufgrund ihrer starken und tiefgründigen Durchwurzelung und des hohen Humusgehaltes in der Auflage einen Zuschlag zur Wertzahl erhalten. Ein Zuschlag, möglicherweise in verringertem Ausmaß, ist auch bei Grünlandnutzung empfehlenswert, da auch diese Nutzung mit einer ganzjährigen Vegetationsbedeckung verbunden ist und der Oberboden bei intensiver Durchwurzelung eine hohe Infiltrationskapazität aufweist.

Des Weiteren erscheint es erwägenswert, Bodeneinheiten, die hohe bis sehr hohe Wasserdurchlässigkeiten und zugleich ein geringes bis sehr geringes Wasserspeichervermögen aufweisen und damit gegenüber Bodenverunreinigungen einerseits sehr empfindlich, andererseits aufgrund ihrer hohen Grundwasserneubildung für die Trinkwassergewinnung hochinteressant sind, besonders zu kennzeichnen. Diese Böden erhalten in den zurzeit üblicherweise angewandten Bewertungsverfahren aufgrund ihres geringen Wasserspeichervermögens im Hinblick auf ihre Funktion als Ausgleichskörper im Wasserhaushalt lediglich 2-3 von maximal 5 Wertpunkten.

3.5 Boden als Filter und Puffersystem für Schadstoffe

Böden sind spätestens seit dem industriellen Zeitalter großflächig dem Eintrag von Schadstoffen ausgesetzt. Zu den Schadstoffen, die aus toxikologischer Sicht von besonderer Relevanz sind, gehören viele Schwermetalle (z.B. Blei, Cadmium, Quecksilber) und persistente organische Verbindungen (PAK, PCB). Darüber hinaus werden in Böden auch Stoffe eingetragen, die das chemische Milieu des Bodens oder die natürliche stoffliche Zusammensetzung des Bodens kurz- bis langfristig verändern können. Dazu gehören beispielsweise Säurebildner bzw. Stickstoffverbindungen (z.B. NO_x , NH_3). Böden sind in der Lage, solche Stoffe zu binden, umzuwandeln oder zu neutralisieren.

Durch diese Leistungsfähigkeiten sind Böden in der Lage, das Sickerwasser zu reinigen und Grundwasserkörper vor Verunreinigung zu schützen. Sie erfüllen diese Leistung allerdings in einem unterschiedlichen Maße, da die Leistungsfähigkeit von zahlreichen physiko-chemischen Eigenschaften beeinflusst wird. Außer von der Fil-

terstrecke als Distanz zwischen Bodenoberfläche und Grundwasserkörper hängt die Leistungsfähigkeit des Bodens als Filter und Puffer für Schadstoffe vom Gehalt an Ton und Humus, den wichtigsten sorbierenden Kolloiden des Bodens, ab sowie von dem pH-Wert-Bereich und dem Carbonatgehalt, die zusammen mit Ton und Humus die Pufferkapazitäten beschreiben. Humusmasse und Humusform schließlich sind Indikatoren der biologischen Aktivität von Böden und damit auch des Vermögens, organische Schadstoffe abzubauen. Diese Kriterien gehen damit in das Bewertungssystem dieser Bodenteilfunktion ein (siehe Abbildung 5)

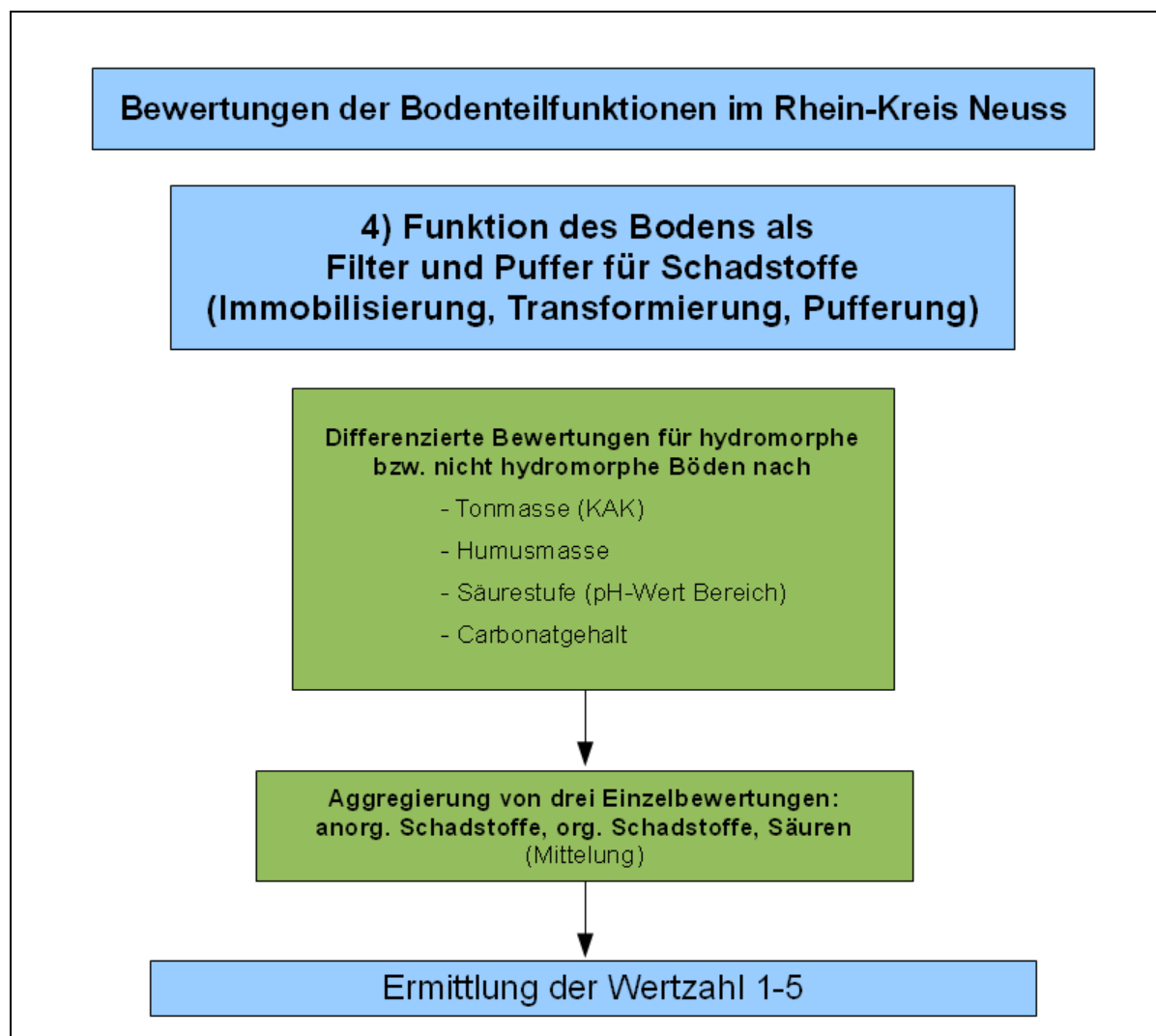


Abbildung 5: Übersicht über wesentliche Einflussgrößen zur Ableitung Filter- und Pufferfunktion des Bodens

Die Auswahl und Klassifizierung sowie die Verknüpfung der Parameter folgt mit kleineren Veränderungen dem Verfahren des MUBW (1995). Dabei wird diese Teilfunktion in drei weitere Unterfunktionen differenziert:

- Filterfunktion für anorganische Schadstoffe
- Filter- und Abbaufunktion für organische Schadstoffe
- Pufferfunktion für Säuren

3.5.1 Informationen zur Herleitung der Bewertungsparameter

3.5.1.1 Humusmasse

Grundlage der Ermittlung der Humusmasse sind die TOC-Gehalte der 449 Bodenproben, die im Rahmen der Erstellung der BBKdig. entnommen und analysiert worden sind. Diese sind hinsichtlich der Ausgangssubstrate der Bodenbildung, der Bodennutzung und dem Grad der Vernässung statistisch ausgewertet worden. Anschließend wurden die TOC-Gehalte von Mineralböden zur Errechnung des Humusgehaltes mit dem Faktor 1,72 multipliziert (s. AG Boden 2005, S. 111). Tabelle 18 stellt die Mediane der ausdifferenzierten Konstellationen zusammen.

Tabelle 18: Mediane von TOC und Humusgehalten differenziert nach Nutzungen und Lithologie nach Daten der BBKdig.

Lithologie	Acker				Grünland			
	TOC	Humus	Klasse	n	TOC	Humus	Klasse	n
Löss	1,1	1,9	1-2	76	2,7	4,6	4-8	12
Hochflutlehm	1,0	1,7	1-2	32	2,7	4,6	4-8	2
Sand	1,4	2,4	2-4	5	2,2	3,7	2-4	6
Moor	6,0	10,3	8-15	9	11,2	19,2	15-30	18
Fluviale Sedimente	1,3	2,2	2-4	28	4,5	7,7	4-8	14
Rekultivierung	0,9	1,5	1-2	10	-	-	-	-

Aus den Medianen wird ersichtlich, dass die Oberböden landwirtschaftlich genutzter Böden im Rhein-Kreis Neuss vergleichsweise geringe Humusgehalte aufweisen. Dies ist durch das Zusammenspiel zweier Einflussgrößen erklärlich: einerseits sind humuszehrende Kulturen in den typischen ackerbaulichen Fruchtfolgen des Rhein-Kreises Neuss in besonders starkem Maße vertreten und der Einsatz betriebseigener organischer Düngemittel vergleichsweise gering und andererseits begünstigen auch die klimatischen Bedingungen die Intensität der Mineralisierung der organischen Substanz.

Dass auch die Mediane des Humusgehaltes von grünlandwirtschaftlich genutzten Böden vergleichsweise niedrig liegen, ist jedoch ebenso nicht ausschließlich der Kli-

magunst geschuldet, sondern auch darin begründet, dass innerhalb der Menge der Grünländer Dauergrünländer nur eine geringe Rolle spielen. Ein periodischer Umbruch führt durch Krümmenvertiefung zur Verteilung der organischen Substanz und gleichzeitig zum Humusabbau. Beide Faktoren zusammen verringern den Humusgehalt.

Die Klassifizierung der Humusmasse [kg/m^2] wird nach MUBW (1995, Tab. 16) vorgenommen. Für eine Zuordnung in die vorgegebenen Klassen müssen die mittleren Humusgehalte der in Tabelle A.21 im Anhang zusammengefassten Raumeinheiten mit der Mächtigkeit des humushaltigen Oberbodens und der Lagerungsdichte des Bodenkörpers verrechnet werden (siehe Tabellen A.23 und A.24 im Anhang).

Die Lagerungsdichte (hier: Rohdichte trocken) wird den Bodeneinheiten entsprechend MUBW (1995, Anlage 3, Tafel 4) zugeordnet. Dabei konnte aus den Standortdaten der ergänzenden Bodenbeprobung für die BBKdig. die Setzung der Lagerungsdichte für den Oberboden geprüft und bestätigt werden.

Die Datenlage der Vorinformationen aus großmaßstäblichen Bodenkarten ist unterschiedlich. In den Gebieten, in denen die Bodenschätzungskarte (DGK5Bo) die einzige großmaßstäbliche Grundlagenkarte ist, liegen für die dargestellten Bodeneinheiten keine flächenhaften Informationen zum Humusgehalt vor.

Daher wurden auf der Grundlage statistischer Auswertungen (s.o.) folgende Zuordnungen gewählt:

Tabelle 19: Ableitung der Klasse der Humusmasse für die Areale der DGK5Bo

Nutzung	Bodenart (DGK5Bo)	Entstehung (DGK5Bo)	Grundwasserstufe (BK50dig)	Humusgehalt [Gew. %]	Humusmasse [kg/m^2] MUBW (1995)
Acker	L, LT, T	Al, D	> GW3	2-4	12-25
Acker	S, Si, IS, SL, sL	alle	> GW3	1-2	< 12
Acker	alle ohne Moor	alle	GW 1, 2, 3	2-4	12-25
Grünland	alle ohne Moor	alle	GW > 2	2-4	12-25
Grünland	alle ohne Moor	alle	GW 1, 2	15-30	25-50
Acker, Grünland	Moor XMo, Mo, MoX	alle	GW 4, 5	15-30	25-40
Acker, Grünland	Moor XMo, Mo, MoX	alle	GW 3	> 30	50-100
Acker, Grünland	Moor XMo, Mo, MoX	alle	GW 1, 2	> 30	> 100

Für Gebiete, in denen BK5-Kartierungen nach modernen bodensystematischen Grundsätzen vorlagen, sind entsprechende Zuordnungen vorgenommen worden.

Tabelle 20: Ableitung der Klasse der Humusmasse für die Areale der BK5-Verfahren

Nutzung	Bodenarten- gruppe (Nr.), Anmoor, Moor	Bodentyp (Beispiel)	Grundwasserstufe/ Schichtmächtigkeit (nach BK5)		Humus- gehalt [Gew. %]	Humusmasse [kg/m ²] MUBW (1995)
Acker	9, 2, 1		GW > 3		2-4	12-25
Acker	3,4,5,6,7,8		GW > 3		1-2	< 12
Acker	alle Nr.	(X-)Gley	GW 1, 2, 3		2-4	12-25
Grünland	alle Nr.	alle	GW > 2		2-4	12-25
Grünland	alle Nr.	Gley	GW 1, 2		15-30	25-50
Wald	alle Nr.		GW > 3		8-15	25-40
Wald	alle Nr.		GW 1, 2, 3		15-30	50-100
alle	Anmoor (GW 1-3) Moor (GW 4-6)	GM	GW 1-3	SM 1 dm	15-30	12-25
			bzw.	SM 2 dm	15-30	25-50
			GW 4-6	SM 3-5dm	15-30	50-100
alle	Moor (z.T. schwach entwässert)	GHn Hn	GW 1-3; SM 1dm		> 30	25-50
			GW 1-3; SM 2 dm		> 30	50-100
			GW 1-3; SM 3 dm		> 30	> 100
alle	Anmoor (entwässert)	GM	GW 4-6; SM 1dm		8-15	< 12
			GW 4-6; SM 2 dm		8-15	12-25
			GW 4-6; SM 3-4 dm		8-15	25-40
			GW 4-6; SM 5 dm		8-15	> 40

Hier liegen meist Angaben zum Humusgehalt der Bodeneinheiten vor. Hinzu kommt, dass aus den Angaben zur Schichtmächtigkeit (SM) die Humusmasse leicht errechnet und den Klassen nach MUBW (1995) zugeordnet werden kann.

3.5.1.2 Tonmasse

Tonminerale sind in vielen Böden neben den Humusstoffen die für die Filterung und Adsorption wichtigsten Bodenkolloide. Die Ermittlung der Tonmasse für jede Bodeneinheit fußt auf der Zuordnung der Referenzbodenart für alle die Gebiete, die nach den Informationen der DGK5Bo zu bewerten sind. Hierbei wird jeweils mit dem durchschnittlichen Tongehalt der profilbezogenen Referenzbodenart und typischen Lagerungsdichten für Ober- und Unterböden gerechnet. Gewisse Unsicherheiten existieren hinsichtlich der Zuordnung des Skelettgehaltes, der in der DGK5Bo nicht eindeutig differenziert ist. Angesichts allgemein niedriger Skelettgehalte im oberen

Meter der Böden im Rhein-Kreis Neuss erscheint diese Unsicherheit aber wenig problematisch.

Tabelle 21 ordnet die Tonmassen der Referenzbodenarten der Klassifizierung der Tonmassen nach MUBW (1995) zu.

Tabelle 21: Zuordnung der Tonmasse zu den Referenzbodenarten

Bodenart	Tongehalt (%)	Tonmasse [kg/m ²]	Klasse [kg/m ²]
Su2	2,5	35	<100
Su3,Su4,Us, Uu	4	56	<100
Sl2	6,5	91	<100
Sl3	10	140	100-300
Slu, Uls,Ut2	12	168	100-300
Sl4, Ut3	14,5	203	100-300
Ut4, Ls2-4, St3	21	294	100-300
Lu	23,5	329	300-450
Ts4,Lt2,Tu4	30	420	300-450
Lts	35	490	>450
Tu3	37,5	525	>450
Lt3	40	560	>450
Tu2,Tl,Ts2	55	770	>450
Tt	82,5	1155	>450

Für Gebiete, in denen modernere BK5-Kartierungen vorliegen, erfolgte die Errechnung der Tonmasse direkt aus der Bodenart bzw. bei mehreren Bodenarten für eine Bodeneinheit aus der durch den Geologischen Dienst interpretierten und zusammengefassten Bodenartengruppe.

Tabelle 22: Errechnung der Tonmasse für die Bodenartengruppen des GD NW (verändert)

Gruppe	Bodenart	Tongehalt (%)	Tonmasse [kg/m ²]	Bewertung
8	Ss	2,5	35	<100
7	Su2-3, Sl2-3	7	98	<100
6	Su4, Slu, Us, Uu	8	112	<100
5	Sl4, St3, Ls4	20	280	100-300
4	Ls2-3	20	280	100-300
3	Ut2-4, Uls	16	224	100-300
9	Lu	25	350	300-450
2	Lts, Lt2-3,Tu3	35	490	>450
1	Zu2, Tl, Ts2, Tl	45	630	>450

Sl3 aus der Bodenartengruppe 7 und Slu aus der Gruppe 6 werden mit 100-300 kg/m² bewertet

Die Tabelle 22 dokumentiert die Zuordnung von Bodenarten zu Bodenartengruppen des Geologischen Dienstes NRW und zur Einstufung in die Tongehaltsklassen des MUBW (1995).

Die in der Spalte 2 gesondert gekennzeichneten Bodenarten SI3 und Slu sind als Einzelbodenarten einer höheren Tongehaltsklasse (100-300 kg/m²) zuzuordnen als ihre Bodenartengruppe, in der sie zusammengefasst sind, so dass die Bodeneinheiten, in denen sie prägend sind, entsprechend dem höheren Tongehalt eingestuft und bewertet werden.

Die Einstufung des Tongehaltes ist zu verändern, wenn durch hoch anstehendes Grundwasser (z.B. Gw1, Gw2) der Filter- und Pufferraum verringert wird. Entsprechend verringert sich die filter- und pufferwirksame Tonmasse der Böden oberhalb des Gr-Horizontes. Im (Tabelle A.26, A.27 u. A.29 im Anhang) sind die Tabellen zusammengestellt, die die Tonmassenveränderungen verdeutlichen.

Sofern die BK5-Kartierung in der ersten Schicht „Torf“ (Bodenartengruppe 0) ausweist und eine mineralische Bodenart nicht zusätzlich verzeichnet ist, wird die Tonmasse aus der zweiten Schicht ermittelt und der ersten Schicht zugewiesen.

3.5.1.3 Säure-/Basen-Status

In Verbindung mit dem Gehalt an den Bodenkolloiden Ton und Humus spielt der Säure-/Basen-Status sowohl für die Pufferfähigkeit, das Filter- und Absorptionsvermögen, aber auch durch das Steuerungsvermögen der biologischen Aktivität für das Abbauvermögen für organische Schadstoffe eine große Rolle. So gibt es zwischen der Ionenbelegung der Kolloidoberflächen und dem pH-Wert des Bodens einen deutlichen Zusammenhang.

Da die vorliegenden großmaßstäblichen Bodenkarten keine flächenhaften Informationen zum pH-Wert geben, mussten vorliegende Punktinformationen mit allgemeinen Kenntnissen zu nutzungsbeeinflussten und grundwasser- bzw. überschwemmungsbedingten pH-Wert Niveaus zusammengeführt werden.

Die wichtigsten Punktinformationen zum pH-Wert für den Rhein-Kreis Neuss sind im Rahmen der Erstellung der BBKdig. zusammengetragen bzw. erhoben worden.

Tabelle 23 stellt die Mediane der pH-Werte für die in der BBKdig. differenzierten homogenen Raumeinheiten zusammen.

Tabelle 23: Mediane der pH-Werte für einzelnen Nutzungen der BBKdig.; differenziert nach homogenen Raumeinheiten

Lithologie	Acker		Grünland	
	pH (Median)	Anzahl	pH (Median)	Anzahl
gesamt	6,1	160	5,65	52
Löss	6,1	76	5,7	12
Hochflutlehm	5,75	32	5	2
Sand	5,9	5	4,95	6
Moor	5,7	9	5,7	18
Fluviale Sedimente	6,4	28	6,1	14
Rekultivierung	6,8	10	-	-

Aus Tabelle 23 ist ersichtlich, dass das pH-Wert Niveau einen starken Zusammenhang mit der Bodennutzung aufweist. So steigt auch im Rhein-Kreis Neuss der pH-Wert allgemein in folgender Reihung (siehe auch Tabelle 24):

pH Ackerboden > pH Grünlandboden > pH Waldboden

Diese Reihung spiegelt die Verringerung der nutzungsbedingten Düngungsintensität wider und steht grundsätzlich im Einklang mit den nutzungsdifferenzierten Empfehlungen der Landwirtschaftskammer hinsichtlich einer standortgerechten Bodenkalkung und Düngung. Aus diesem Grund können die landwirtschaftlichen Ziel-pH-Werte für Acker- und Grünlandböden für eine grobe Einstufung des Säure-/Basen-Status herangezogen werden. Bisherige systematische Vergleiche zwischen empfohlenen pH-Werten und tatsächlich gemessenen pH-Werten bestätigen das, wenngleich erfahrungsgemäß die Ziel-pH-Werte den oberen Rahmen des tatsächlichen Boden-pH-Wertes darstellen.

Das pH eines Bodens kann jedoch auch durch den Basengehalt des Grundwassers oder, im Falle von Auenböden, auch durch Ablagerung von Sedimenten zu Hochwasserphasen beeinflusst sein. Gerade der letztgenannte Fall spielt im Rhein-Kreis Neuss im Überschwemmungsgebiet des Rheines eine große Rolle.

Bodenareale, deren Legendeninformationen „freie Carbonate“ ausweisen, können hinsichtlich ihres Säure-/Basen-Status zweifellos als neutral bis schwach alkalisch eingestuft werden. Feldbodenkundliche Überprüfungen von Legendeninformationen der Bodenschätzung verdeutlichten, dass das Vorhandensein freier Carbonate nicht durchgängig konsistent kartiert worden ist, so dass im Überschwemmungsgebiet des Rheines die kartierten Bodenareale mit freien Carbonaten ergänzt wurden mit lage-

ähnlichen Bodenarealen, bei denen das Vorhandensein freier Carbonate zwar stichprobenhaft feldbodenkundlich gesichert aber nicht detailliert abgegrenzt werden konnte.

Tabelle 24: pH-Wert-Bereiche von Böden verschiedener Raumeinheiten

pH-Wert Bereich	Zugeordnete Raumeinheiten
< 4,2	Waldböden ohne Grundwasserbeeinflussung
	Waldböden mit Gw-Stufen 5, 6 (außer waldbestockte Niedermoorböden mit Gw-Absenkung)
4,2 - 5,0	Waldböden mit Gw-Stufe 4
	waldbestockte Niedermoorböden mit Gw-Absenkung (Gw-Stufen 5,6)
5,0 - 6,0	Waldböden mit Gw-Stufen 1-3;
	waldbestockte Niedermoorböden mit Gw-Stufen 1-4
6,0 - 7,0	alle Grünlandböden (ohne Hinweise auf freie Carbonate)
	Wald-, Acker-, Grünlandböden auf Rekultivierungsflächen (ohne Hinweise auf freie Carbonate)
> 7,0	alle Niedermoorböden in Gebieten mit freien Carbonaten
	Ackerböden außer Sand-Ackerböden (Bodenartengruppen 7, 8) (ohne Hinweise auf freie Carbonate)
	Böden aller Nutzungen mit freien Carbonaten ($\geq c_2$) im Bodenraum 0-1 m

3.5.1.4 Mikrobieller Abbau

Bisher ist kein Verfahren bekannt, um den Abbau organischer Schadstoffe mit Hilfe allgemeiner Bodenparameter, die als Standard feldbodenkundlich aufgenommen werden, in feiner Differenzierung abschätzen zu können. Deshalb geht man hilfsweise davon aus, dass die allgemeine biologische Aktivität des Bodens und deren Bestimmungsparameter eine gewisse Abstufung des mikrobiellen Abbauvermögens von Schadstoffen ermöglichen.

Zu den wichtigsten Parametern gehören ein ausgeglichener Wasser- und Lufthaushalt, ein bodenchemisches Milieu im schwach sauren bis neutralen pH-Wert-Bereich sowie ein Humusgehalt, der wenigstens 2-4% entsprechen sollte.

Für Waldböden ist die Humusform ein gutes Indikatormerkmal für die mikrobielle Aktivität; für Acker- und Grünlandböden sind die hauptsächlich auf morphologischen Merkmalen beruhenden Humusformendifferenzierungen weniger sicher abzuleiten. Daher wird hilfsweise folgende Differenzierung der mikrobiellen Abbauraten vorgenommen:

Tabelle 25: Einstufung des mikrobiellen Abbauvermögens

Mikrobielles Abbauvermögen	Beispiele
niedrig	Bodeneinheiten der Grundwasserstufen 1, 2 Waldböden mit Humusform Rohhumus
mittel	Acker-, Grünlandböden mit <i>niedrigen</i> Humusgehalten (Ackerboden <2% Humus), Grünlandboden (<4% Humus) Acker-, Grünlandböden mit <i>mittleren</i> Humusgehalten (s.u.) und sandiger Bodenart Waldböden mit Humusform Moder
hoch	Acker-, Grünlandböden mit <i>erhöhten</i> Humusgehalten Vererdete An- und Niedermoore (grundwasserabgesenkt; GW ≥ 3) Waldböden mit Humusform Mull

In Arealen mit Grundwasserabsenkung wird wie bei der Bewertung der anderen Bodenteilfunktionen der aktuelle (abgesenkte) Grundwasserstand die Basis der Bewertung. Im derzeitigen Zustand ist in der Regel das mikrobielle Abbauvermögen höher als es im natürlichen Zustand wäre. Insofern ist bei einem Anstieg des Grundwasserspiegels mit einer Verringerung des mikrobiellen Abbauvermögens zu rechnen, so dass die Empfindlichkeit gegenüber Einträgen mit organischen Schadstoffen eher zunähme.

Gegenüber dem allgemeinen System des MUBW (1995) für die Bewertung dieser drei Teilfunktionen zur Filterung, Transformation und Pufferung sind wenige Wertzahlen leicht verändert worden, um das Fußnotensystem der Originalmatrix tendenziell in die Bewertungsmatrix einzubeziehen (Tabelle A.33 und A.34 im Anhang). Darüber hinaus sind die drei Teilaspekte im Unterschied zum Bewertungssystem des MUBW (1995) als ganzzahlige arithmetische Mittelungen verrechnet worden.

Hinsichtlich sehr tiefgründiger Böden, wie sie im westlichen Teil der Lössverbreitzungszone üblich sind, sind die Bewertungen zum Bindungsvermögen anorganischer Schadstoffe und zur Pufferungsfähigkeit als Minimumwerte zu verstehen, da die tragende Säule der Bodenfunktionsbewertung der Bodenkörper bis zu einer Tiefe von ca. 1 m Tiefe ist. Erst wenn die Flächendeckung moderner BK5-Verfahren deutlich vergrößert worden ist, ließe sich auch die Tiefenstufe 1-2m in stärkerem Umfang in die Bewertung dieser Teilfunktionen einbeziehen.

3.6 Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte

Die Funktionen des Bodens eine Urkunde bzw. ein Archiv der Natur- oder Kulturgeschichte zu sein, werden vom Gesetzgeber gleichrangig zu seinen Funktionen im Landschaftshaushalt als schutzwürdig herausgestellt. Da alle Böden Spiegel ihrer natürlichen Entstehungsgeschichte und begleitender anthropogene Einflussnahmen sind, werden als spezifische Archivböden nur solche Böden herausgestellt, die diese Funktionen in besonderes typischer oder herausragender Ausprägung erfüllen.

Grundsätzlich kann die Archivfunktion von Böden in die naturgeschichtliche bzw. in die kulturgeschichtliche Archivfunktion differenziert werden.

Die Geologischen Dienste der Bundesländer haben in den vergangenen Jahren Listen von landesweit bedeutsamen Bodenbildungen und Bodenentwicklungen zusammengestellt, denen eine besondere Archivfunktion zugewiesen werden kann.

Für das Land Nordrhein-Westfalen werden folgende Böden aufgrund ihrer Archivfunktion als besonders schutzwürdig herausgestellt:

3.6.1 Archiv der Naturgeschichte:

- Tschernoseme und Tschernosemrelikte
- Böden aus Mudden oder Wiesenmergel
- Böden aus Quell- oder Sinterkalken
- Böden aus Vulkaniten
- Böden aus kreidezeitlichen Lockergesteinen
- Böden aus tertiären Lockergesteinen

Für den Rhein-Kreis Neuss hat es bislang noch keine systematische Aufnahme von Böden und Abgrenzungen von Bodenarealen unter dem Gesichtspunkt „Boden als naturgeschichtliche Urkunde“ gegeben, die in die Zielvorstellung eines umfassenden Bodenschutzes hätte aufgenommen werden können. Allgemein können jedoch den nachfolgend genannten Bodenarealen besondere Archivfunktionen zugewiesen werden.

Archivfunktion von Böden aus Löss

In den gebietsweise mehrere Meter bis über zehn Meter mächtigen Lössablagerungen über den Mittelterrassenschottern sind unterhalb der rezenten Bodenbildungen oft Reste weichselzeitlicher (interstadialer), eemzeitlicher oder noch älterer pleisto-

zäner Bodenbildungen erhalten geblieben. Diese Bodenbildungen geben als naturhistorische Archive klare Hinweise auf die Landschaftsgenese und die quartäre Klimaentwicklung (z.B. Klostermann 1992, Brunnacker 1978). Die mineralogische Zusammensetzung des Lösses lässt in vielen Fällen deutliche Zusammenhänge zwischen Deflations- und Akkumulationsraum erkennen. Die Befunde zur Abfolge unterschiedlich alter Lösssedimente und deren unterscheidbaren Bodenentwicklungen sind allerdings nicht das Ergebnis systematischer flächenhafter Untersuchungen, sondern ergeben sich aus einzelnen Profilsprachen an Standorten, an denen Bodenanschnitte, z.B. durch Abgrabungen, künstlich geschaffen worden waren. Somit gibt es keine generelle Kenntnis darüber, wo herausragend erhaltenen gebliebene Zeugnisse vorhanden sind. Dies macht eine wirkungsvolle Berücksichtigung der speziellen Archivfunktion von Teilarealen tiefgründiger Lössböden nahezu unmöglich.

Archivfunktion von Moorböden

Auch Moorböden konservieren in ihrem Bodenprofil, zumindest solange ihr Bodenaufbau nicht durch Kultivierungsmaßnahmen oder Abtorfungen grundsätzlich anthropogen verändert wurde, Informationen der Landschaftsgeschichte, denn im wassergesättigten, sauerstoffarmen Milieu sind stoffliche Umsetzungsprozesse extrem eingeschränkt. Moorböden sind im Rhein-Kreis Neuss genetisch als Niedermoores ausgebildet und naturräumlich auf Altarmreste in der Rheinaue und lokale Senken in den Auen von Niers, Erft und Norf beschränkt.

Informationen über die Verbreitung von Mooren sind in unterschiedlichem Detaillierungsgrad den verwendeten Bodenkarten zu entnehmen. Sofern die Moorareale einen naturnahen Wasserhaushalt aufweisen (z.B. Grundwasserstufe 1 oder 2), erlangen sie bei der Bewertung der Biotopentwicklungsfunktion bereits eine sehr hohe Wertstufe. Ist jedoch der Grundwassereinfluss heute geringer, so zersetzt sich nach und nach der Torf, und Bioturbation vermindert den Wert des Moores als landschaftsgeschichtliche Urkunde. Insofern laufen die Bewertungen zur Bodenentwicklungsfunktion und zur Archivfunktion parallel, so dass die zusätzliche Bewertung als landschaftsgeschichtliche Urkunde entbehrlich ist.

Archivfunktion von Böden mit natürlicher Stoffanreicherung

Natürliche Stoffanreicherungen durch Translokationsprozesse sind im Rhein-Kreis Neuss im Besonderen mit Anreicherungen von Eisen in Grundwasserböden verbunden. Hier finden sich lokal so starke Akkumulationen, dass sich sog. Raseneisenstei-

ne ausbilden konnten. Eine oberflächennahe Bildung ist jedoch nur dort möglich, wo Grundwasserstände hoch und mithin die Böden vernässt sind. Folglich „konkurriert“ auch hier die Bewertung der Archivfunktion mit der Biotopentwicklungsfunktion. Verkompliziert wird dieser Sachverhalt im Besonderen dann, wenn zusätzlich zum Eisen auch noch der Stoff Arsen umgelagert und zusammen mit Eisen akkumuliert wird, da Arsen trotz natürlicher Anreicherungs-genese auch als Schadstoff im Boden angesehen werden kann. Analog zum Falle der Moorböden ist aufgrund der gleichlaufenden Ausweisung der Biotopentwicklungsfunktion auf die zusätzliche Heraushebung der besonderen Archivfunktion für diese Gruppe an Böden verzichtet worden.

Sonstige Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Naturgeschichte

Weitere Böden aus der Liste des Geologischen Dienstes NRW von Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Naturgeschichte sind auf der Basis der derzeit vorhandenen Bodeninformationen nicht bekannt.

Von besonderer regionaler Relevanz können Bodenbildungen auf Festgestein herausgestellt werden, die im Rhein-Kreis Neuss einzigartig und auch nur kleinflächig am Liedberg (Stadt Korschenbroich) auftreten. Hierbei handelt es sich um Bodenbildungen aus Sandstein des Tertiärs („sog. Liedbergquarzit“). Teile des Liedberges waren in der Vergangenheit allerdings als Steinbruch genutzt worden, so dass nur auf kleineren Restflächen der Boden in seiner ursprünglichen Lagerung erhalten blieb. Eine hinreichend genaue Abgrenzung der Flächen mit naturnah gelagerten Böden liegt bislang nicht vor, so dass hilfswise und vorläufig die dort als „Naturschutzgebiet“ ausgewiesene Fläche als Gebiet mit besonderer naturgeschichtlicher Archivfunktion ausgewiesen werden könnte. Aus gutachterlicher Sicht wird dies jedoch nicht empfohlen, da die Ausweisungskriterien für Naturschutzgebiete oft andere sind als die naturnahe Ausprägung von Bodenprofilen.

3.6.2 Böden als Archiv der Kulturgeschichte

Zu den Bodeneinheiten, die aufgrund ihrer herausragenden Funktion als Archiv der Kulturgeschichte landesweit als besonders schutzwürdig gelten, sind z.B. Plaggenesche, Tiefpflugkulturen und Wölbäcker zu nennen (Geologischer Dienst NRW 2005).

Plaggenesche haben ihren Verbreitungsschwerpunkt auf den eher sandigeren Böden in Nordwestdeutschland und sind nur stellenweise auch für Lössgebiete beschrieben worden (Eckelmann 1980). Für den Rhein-Kreis Neuss gibt es auf der Grundlage der

vorhandenen Bodeninformationen bislang keine Belege für solche historischen Nutzungsformen.

Auch zur Verbreitung von Wölbäckern im Rhein-Kreis Neuss gibt es keine gesicherten Belege bzw. keine gesicherten Flächenabgrenzungen, so dass im Rahmen dieser Studie Wölbäcker als kulturgeschichtliche Urkunde nicht berücksichtigt werden konnten.

Verschiedentlich wurden auch Hohlwege als landschaftsgeschichtliche Urkunden zugleich auch als Archivböden der Kulturgeschichte herausgestellt. Ein herausragendes Beispiel eines Hohlweges im Rhein-Kreis Neuss erstreckt sich von Nettesheim-Butzheim (Stadt Rommerskirchen) nach Osten. Dieser Hohlweg ist 1,7 km lang und bis zu 8 m ins Gelände eingetieft (Biologische Station im Rhein-Kreis Neuss e.V. 2011, s. <http://www.biostation-neuss.de/hohlwege.html>.) Er ist zudem als Naturdenkmal (gefährdeter Biotoptyp) ausgewiesen. Aus Sicht des Bodenschutzes erscheint es daher verzichtbar zu sein, morphologische Formen, die aus anthropogen induzierten und prinzipiell zu vermeidenden Bodenerosionsprozessen resultieren, zusätzlich als schutzwürdig im bodenkundlichen Sinne einzustufen.

Zusammenfassend ist für das Untersuchungsgebiet des Rhein-Kreises Neuss hinsichtlich der natur- wie kulturgeschichtlichen Archivfunktion der Böden zu betonen, dass nach dem derzeitigen Kenntnisstand keine hinreichenden Grundlageninformationen für eine konsistente großmaßstäbliche Ausweisung von Bodenarealen mit besonderer Archivfunktion existieren. Bodeneinheiten, von denen bekannt ist, dass auch ihre Archivfunktion bedeutsam ist, weisen nur teilweise auch aus landschaftshaushaltlicher Sicht, z.B. hinsichtlich der Biotopentwicklungsfunktion (Moorböden), eine überdurchschnittliche Funktion auf, und „profitieren“ von dieser erhöhten Wertstellung mit. In anderen Fällen jedoch ist eine solche Parallelität in der Wertstellung nicht gegeben, so dass für eine vollständigere Berücksichtigung der Archivfunktionen weitergehende Untersuchungen notwendig sind.

3.7 Aggregierung der Bodenteilfunktionen

Die Aggregierung der Bodenteilfunktionen zu einer Gesamtbewertung folgt dem System des MUBW (1995). In diesem System werden die Wertzahlen der Teilbewertung nicht durch Mittelungen oder gewichtete Mittelungen miteinander verrechnet, sondern besonders stark ausgeprägte Funktionen (Wertstufe 5) bilden Dominanten und

verlieren ihre herausragende Stellung durch Aggregation nicht. Dieses Verfahren ist im Besonderen deshalb geboten, um Böden, die aufgrund extremer Standorteigenschaften eine herausragende Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz besitzen, nicht durch naturgemäß geringe bis sehr geringe Wertstufen für andere Bodenfunktionen (z.B. Filter- und Pufferfunktion) deutlich abwerten zu müssen. Auch antagonistische Effekte zwischen der hier spezifisch definierten Biotopentwicklungsfunktion (Biotope mit extremen Ausprägungen der Standortfaktoren) und natürlicher Bodenfruchtbarkeit, die bei Mittelwertbildungen zur systematisch durchschnittlichen Wertstufen führen würden, müssen bei der Wahl des Aggregationsverfahrens berücksichtigt werden.

Aus diesen Aspekten heraus wird das in Tabelle 26 dargestellte Aggregationssystem gewählt, um eine herausragende Erfüllung einer Bodenteilfunktion manifest werden zu lassen.

Tabelle 26: Übersicht über die Aggregation der Teilbewertungen

Bewertung der Teilfunktionen	Bewertung
1x5 (z.B. 5xxx)	5 - Böden mit sehr hohem Leistungsvermögen
2x4 (z.B. 4x4x)	4 - Böden mit hohem Leistungsvermögen
1x4 oder 2x3 (z.B. 4xxx oder xx33)	3 - Böden mit mittlerem bis hohem Leistungsvermögen
1x3 (z.B. xx3x)	2 - Böden mit niedrigem bis mittlerem Leistungsvermögen
< 5x 2 (z.B. 2222)	1 - Böden mit niedrigem Leistungsvermögen

Dieses Aggregationssystem setzt damit die grundlegenden Forderungen der ökologischen Landschaftsbewertung um, die seit den 1980er Jahren für die mittelmaßstäbige Arbeitsweisen von der Neefschens Schule (z.B. Haase et al. 1991) bzw. für die großmaßstäbliche Arbeitsweise von Leser u. Klink (1987) und Zepp u. Müller (1999) wissenschaftstheoretisch fundiert und z.B. von Marks et al. (1992) in der Anwendung exemplifiziert und weiterentwickelt wurde.¹

¹ Nach Veröffentlichung des BBodSchG (1998) wurden in vielen Bundesländern die Grundmethoden den Datengrundlagen und den jeweiligen naturräumlichen Verhältnissen sowie den länderspezifischen Problemstellungen angepasst, die von der Planungsgruppe Ökologie und Umwelt (2003) hinsichtlich ihrer Relevanz für Planungs- und Zulassungsverfahren strukturiert wurden. Die von Balla et al. (2008) gelieferte Zusammenstellung bereitet die bekannten Aggregationsmöglichkeiten noch einmal auf, gibt allerdings keine spezifischen Empfehlungen für definierte Anwendungsfälle

3.8 Einbeziehung von deutlich erhöhten Bodenschadstoffbelastungen in die Gesamtbewertung

Hinsichtlich der Teilfunktion „natürliche Bodenfruchtbarkeit“ war ein erster Abgleich mit Bodenschadstoffgehalten vorgenommen worden. Maßstab der Bodenbelastung war das Niveau von Vorsorgewerten der BBodSchV (1999) (s. Kap. 3.3.4). Demgemäß wurden Flächen mit der Besorgnis auf schädliche Bodenveränderungen (Vorsorgewertüberschreitung) einerseits von Flächen, bei denen eine solche Besorgnis nicht besteht (Vorsorgewertunterschreitung), unterschieden und andererseits wurden Flächen mit auffällig niedrigen Schadstoffgehalten identifiziert und für diese Teilfunktion durch Zugabe eines Wertpunktes aufgewertet.

Höhere Bodenschadstoffbelastungen

Treten deutlich höhere Bodenschadstoffbelastungen auf, so ist mit weiteren Einschränkungen in der Erfüllung von Bodenfunktionen zu rechnen. Diese können sich z.B. darin manifestieren, dass die Filterfunktion für Schadstoff bereits in dem Ausmaß eingeschränkt ist, dass ein deutlicher Transfer von Schadstoffen in die Pflanzen oder mit dem Sickerwasser in das Grundwasser festgestellt werden kann. Dass mit steigenden Schadstoffgehalten in Böden immer stärkere bodenfunktionale Einschränkungen resultieren, nahm der Gesetzgeber zum Anlass, Prüfwerte zu definieren, bei deren Überschreitung für Behörden gesetzliche Prüfverpflichtungen ausgelöst werden. Gesetzlich festgelegte Prüfwerte beziehen sich auf folgende Aspekte:

Tabelle 27: Leistungen des Bodens zur Reduzierung der Umweltauswirkungen von Schadstoffeinträgen

Wirkungspfad (Beispiele)	Leistung des Bodens	Wirkung
Boden-Grundwasser	(Schad-) Stofffilterung (Immobilisierung) und Pufferung zum Schutz des Grundwassers	Schutz des Umweltmediums Grundwasser vor Veränderung der natürlichen Qualität und Schutz des Grundwassers als Rohstoff für Trinkwasser
Boden-Pflanze	(Schad-) Stofffilterung (Immobilisierung), Abbau und Pufferung zum Schutz von Pflanzen vor der Aufnahme von Stoffen bzw. Stoffkonzentrationen mit Schadstoffcharakter	Schutz von Pflanzen gegenüber schadstoffbedingten Wachstumsbeeinträchtigungen und Schutz von Nahrungspflanzen vor Schadstoffanreicherung
Boden-Mensch	Filterung (Immobilisierung) und Abbau von (organischen) Schadstoffen	Schutz des Menschen vor schädlichen Wirkungen von Schadstoffen

Die in Tabelle 27 zusammengestellten Leistungen des Bodens zur Schadstoffimmobilisierung beziehen sich z.T. auf andere Umweltmedien (z.B. Grundwasser), sind

aber auch für die Lebensgemeinschaften im Boden selbst, für alle terrestrischen Ökosysteme und nicht zuletzt auch für den Menschen grundlegend.

Die festgesetzten Konzentrationswerte der Prüfwerte beschreiben ein Niveau, bei dem Gefährdungen des betroffenen Schutzgutes nicht mehr ausgeschlossen werden können. Die Konzentrationswerte sind auf der Basis von pfadspezifischen Extraktionsverfahren stoffspezifisch definiert worden. Für den Wirkungspfad Boden-Mensch sind zur Ableitung von Prüfwerten auf der Basis toxikologischer Grundparameter darüber hinaus bestimmte Annahmen zur Kontaktintensität getroffen worden. Dies alles macht es schwierig, ein Belastungsniveau für Schadstoffe zu definieren, bei dem mit weitergehenden Einschränkungen der Funktionserfüllung zu rechnen ist, zumal auch wenig Kenntnisse darüber bestehen, welche Wirkungen von bestimmten Kombinationen von Schadstoffgehalten ausgehen.

Aus diesen Erwägungen heraus wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber eine Schwelle der Bodenbelastung definiert, die ein Vielfaches der Vorsorgewerte beschreibt, aber Prüf- bzw. Maßnahmenwerte möglichst nicht überschreitet, so dass ein Abstand zu einer möglichen Gefahrenschwelle gewahrt ist. Tabelle 28 stellt die entsprechenden Schwellenwerte zusammen.

Tabelle 28: Schwellenwerte für eine deutlich erhöhte Bodenbelastung

Stoff [mg/kg]	As	Cd**	Cr	Cu	Ni***	Hg	Pb	Zn	B(a)P
Entspricht Faktor Vorsorgewert	3x VW S*	2x VW L/U	3x VW L/U	3x VW L/U	2x VW L/U	3x VW L/U	3x VW Ton	3x VW L/U	3x VW <8% Humus
Schwellenwert	30	2	180	120	100	1,5	300	450	0,9
Prüfwert Kinderspiel	25	10	200	-	70	10	200	-	2
Prüfwert Wohnen	50	20	400	-	140	20	400	-	4
Prüf- u. Maßnahmenwert Ackerbau	50 200	pH 6 ca. 3	-	-	-	5	pH 6 ca. 300	-	1
Maßnahmenwert Grünland	50	20	-	200 1300	1900	2	1200	-	-

*: die z.Zt. gültige BBodSchV legt keinen Vorsorgewert für Arsen (As) fest. In der derzeit diskutierten Novellierung wird ein Vorsorgewert von 10 mg/kg für Sandböden vorgeschlagen. Der im Raum stehende Vorsorgewert für Arsen für Lehm-/Schluffböden von 20 mg/kg wird als Basis nicht vorgeschlagen, da dessen 3-faches das Prüfwertniveau (redoximorphe Böden unter Acker-/Nutzgartennutzung, Wohnen) überschreitet.

** : hier bildet der Prüfwert für die Kombination aus Kinderspielnutzung und Nutzpflanzenanbau den Schwellenwert

***: der dreifache Vorsorgewert für Lehm-/Schluffböden hätte den Prüfwert für Böden unter Wohnnutzung überschritten

Bis auf wenige Ausnahmen konnte der Schwellenwert für deutlich erhöhte Belastungen, bei denen weitergehende Einschränkungen in der Erfüllung von Bodenfunktionen besorgt werden müssen, bei dem Dreifachen des Vorsorgewertes für Lehm-/Schluffböden angesetzt werden. Für Arsen ist derzeit kein Vorsorgewert festgesetzt, so dass ein derzeit in Diskussion befindlicher Wert basisbildend ist (s. Erklärung Tabelle 28).

Für Nickel hätte eine Verdreifachung des Vorsorgewerts zu einem mehrere Prüfwerte überschreitenden Schwellenwert geführt.

Für Blei wurde berücksichtigt, dass für Lehm-/Schluffböden die Filterwirkung landwirtschaftlich genutzter Böden ab diesem Schwellenwert kritisch wird (s.u.).

Die gewählten Schwellenwerte liegen ausnahmslos unter dem Prüfwert für Böden unter Wohnnutzung und sollten zu diesem einen gewissen Abstand besitzen. Lediglich für das Schwermetall Cadmium wurde exakt der (strenge) Prüfwert für Böden, die sowohl zum Kinderspiel als auch zum Nahrungspflanzenanbau genutzt werden (Szenario Wohngarten mit Kinderspiel), eingesetzt. Die Schwellenwerte liegen für die Stoffe Arsen, Nickel und Blei oberhalb des Prüfwertes für Böden von Kinderspielflächen, für Cadmium, Chrom, Quecksilber und Benzo(a)Pyren unter diesem Prüfwert.

Die gewählten Schwellenwerte berücksichtigen zudem die pH-abhängigen Filterwirkungen von landwirtschaftlich genutzten Böden gegenüber Schwermetallen. Bei Überschreitungen der Schwellenwerte kann die Filterwirkung bereits in so starkem Maße eingeschränkt sein, dass ein Transfer in Pflanzen bzw. in das Grundwasser nicht mehr ausgeschlossen werden kann. Da der Pflanzentransfer i.d.R. an Konzentrationen im Ammoniumnitratextrakt festgemacht wird, sind Umrechnungen notwendig. Setzt man für landwirtschaftlich genutzte Böden pauschal einen pH-Wert von 6 an, so ergibt sich für Blei ein Schwellenwert in der Größenordnung von 300 mg/kg, gemessen im Königswasserextrakt. Dies entspricht dem Schwellenwert als Dreifachem des Vorsorgewertes für Ton. Analoge Berechnungen für den Stoff Cadmium führen zu dem Umrechnungsergebnis 3 mg/kg und damit zu einem Betrag unterhalb des Schwellenwertes.

So ist zusammenfassend festzuhalten, dass durch das gewählte Schwellenwertniveau alle Prüf- oder Maßnahmenwerte, die der Gesetzgeber für landwirtschaftlich genutzte Böden vorsieht, unterschritten werden.

Werden die in Tabelle 28 zusammengestellten Schwellenwerte überschritten, so wird der zugeordneten Bodeneinheit 1 Wertpunkt in der Gesamtbewertung abgezogen. Gleiches muss für die Einzelbewertungen erfolgen, wenn sie unabhängig von der Gesamtbewertung eingesetzt werden sollen.

Berücksichtigung von Schadstoffgehalten in Böden oberhalb des „Prüfwertniveaus“

In insgesamt stärker belasteten Untersuchungsgebieten bzw. für Flächentypen, die oft schon nutzungs-/lagebedingt ein höheres Belastungsniveau aufweisen (z.B. Siedlungsböden), ist es angebracht, oberhalb des im 3.8 definierten Schwellenwertniveaus ein weiteres oder weitere Bodenbelastungsniveaus zu definieren, oberhalb derer zusätzliche Bewertungsabzüge erforderlich sind, da die Bodenfunktionen in noch stärkerem Maße eingeschränkt werden.

Für ein solches weitergehendes Belastungsniveau wird aus gutachterlicher Sicht das Niveau der Prüfwerte für Böden unter Wohnbaunutzung vorgeschlagen. Bei diesem Belastungsniveau werden auch zahlreiche Prüf- bzw. Maßnahmenwerte für landwirtschaftlich genutzten Böden überschritten.

Wird ein solches Bodenbelastungsniveau überschritten, werden im Besonderen die natürliche Bodenfruchtbarkeit und das Filtervermögen für Schadstoffe in stärkerem Maße eingeschränkt. Der Einflüsse auf die Biotopentwicklungsfunktion und die Abflussregulationsfunktion sind demgegenüber entweder geringer oder zumindest indirekter wirksam. Nichtsdestoweniger erscheint es gerechtfertigt, bei Überschreitung dieses Niveaus einen weiteren Abschlag von 1 Wertpunkt auf die Gesamtwertzahl der aggregierten Bodenfunktionsbewertung zu geben.

Im Rhein-Kreis Neuss wird ein solches, noch höheres Belastungsniveau nach dem derzeitigen Erkenntnisstand auf Böden mit naturnaher Lagerung nur sehr kleinflächig erreicht. Betroffen sind im Besonderen Böden im Bereich der Erftaue, vorrangig aber nicht ausschließlich in Neuss-Gnadental. Der Grund für die hohe Belastung dieser Bodenareale liegt in der fluvialen Akkumulation schwermetallhaltiger Sedimente, deren Ursprung die Erzreviere um Mechernich in der Eifel sind (Schalich et al. 1986). Da die betroffenen Flächen aufgrund des außerordentlichen Belastungsniveaus detailschärfer als nach der aktuellen BBKdig. möglich abgegrenzt werden müssen, wird in diesem Gutachten zunächst noch auf diesen weiteren Wertpunktabzug verzichtet.

Im Zusammenhang mit Schadstoffgehalten, die das Niveau von Prüf- bzw. Maßnahmenwerten für Böden unter Wohn- bzw. landwirtschaftlicher Nutzung überschreiten, sind im Rhein-Kreis Neuss auch Gebiete mit naturbedingt erhöhten Arsengehalten zu diskutieren. In diesen Gebieten wird Arsen im Kontakt zwischen Ausgangsgestein und Grundwasser gelöst, mit dem Grundwasser verlagert und im Oxidationshorizont von grundwassernahen Böden wieder angereichert. Dieser Prozess ist bodenkundlich vergleichbar mit der Bildung von Raseneisenstein - und läuft oft zu diesem parallel - und zur Bildung von Wiesenkalk als Sekundärausfällung von Kalk im Grundwasserbereich. Letztgenannter Prozess wird als besonderer Bodenbildungsprozess bereits landesweit herausgestellt, und charakteristische Ausbildungen als Bodeneinheiten mit besonderer Bedeutung als naturgeschichtliche Urkunde (Archivfunktion) hervorgehoben. Diskussionswürdig ist, ob auch natürliche Eisen-/Arsenanreicherungen mit oder ohne Konkretionsbildung prinzipiell diesem Kriterium genügen. Im Spektrum der von Geologischen Dienst (NRW) entwickelten Differenzierung wäre dieser Sonderfall als „bodenchemische Untergruppe“ von Archivböden einzuordnen. Er konkurriert ebenso wie Wiesenkalk- oder Wiesenmergelböden mit der Ausweisung von Niedermoor- und Gleyböden, die auch aufgrund ihres hohen Biotopentwicklungspotentials besonders herausgehoben werden. Somit fokussiert sich die Diskussion um Wertpunktabzüge im Falle natürlichen Bodenentwicklungsprozessen, da mit dem Arsen ein Stoff beteiligt ist, der auch als Bodenschadstoff eingeordnet wird. Nach dem bisher vorgestellten Verfahren wird aufgrund des Schadstoffcharakters von Arsen ab einem Gehalt von 30 mg/kg ein Wertpunkt abgezogen.

4 Zusammenfassung und Fazit

Das Umweltmedium Boden ist gemäß BBodSchG (1998) und BNatSchG (2009) ein zu schützender Naturkörper, mit dem auch deswegen besonders sparsam umgegangen werden muss, da es für seine Bildung und Entwicklung sehr langer Zeiträume bedarf. Insofern ist die natürliche Ressource „Boden“ kurzfristig nicht vermehrbar. Für flächenintensive Bodennutzungen wie der Land- und Forstwirtschaft ist die langfristige Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Bodens eine essentielle Grundlage.

Die vielfältigen Leistungsfähigkeiten des Bodens im Landschaftshaushalt, die sog. Bodenfunktionen, sind es daher, die den heute allgemein akzeptierten Bodenschutz begründen. Hinzu kommt, dass Böden aufgrund ihrer lang andauernden Entwicklung auch als natur- oder kulturhistorische Archive einen hohen gesellschaftlichen Wert besitzen.

Die Leistungsfähigkeit von Böden im Landschaftshaushalt ist jedoch nicht einheitlich ausgebildet, sondern genau so differenziert wie die Vielfalt von Böden in der Landschaft.

Daher hat sich der Rhein-Kreis Neuss entschlossen, die Leistungsfähigkeiten der naturnahen Böden im Kreisgebiet auf der Grundlage vorhandener Bodeninformationen zu bewerten.

Folgende komplexe Bodenfunktionen wurden differenziert:

- Lebensraumfunktion I: Biotopbildungs- und Biotopentwicklungsfunktion (Schwerpunkt Biotope mit extremen Standortbedingungen)
- Lebensraumfunktion II: natürliche Bodenfruchtbarkeit
- Steuerung des Wasserhaushaltes (Wasserspeicherung u. Abflussregulation)
- Filter, Puffer und Transformator von Schadstoffen (Grundwasserschutz)
- Archivfunktionen (naturgeschichtlich/kulturhistorisch)

Damit Bodenschutz adäquat in die kommunale Planungspraxis Eingang finden kann, müssen Bodenfunktionsbewertungen inhaltlich und räumlich so präzise wie möglich, in jedem Fall im großen Maßstab (1: 5.000- 1: 15.000) abbildbar sein.

Zu diesem Zweck wurden alle derzeit vorhandenen großmaßstäblichen Bodenkarten (1: 5.000), z.B. Bodenschätzungskarten, landwirtschaftliche Spezialkartierungen zusammengetragen, gesichtet, stichprobenhaft überprüft, inhaltlich interpretiert, harmonisiert und bewertet. Trotz der enormen Informationsdichte aus diesen Grundlagen

mussten zusätzlich notwendige Informationen (z.B. zur Grundwasserbeeinflussung) aus mittelmaßstäbigen Bodenkarten ergänzt werden.

Darüber hinaus sollten die dem Rhein-Kreis Neuss vorliegenden Informationen zur stofflichen Bodenbelastung aus der digitalen Bodenbelastung in die Verfahren zur Bodenfunktionsbewertung einfließen.

Die Methoden der Bodenbewertung orientieren sich besonders an den Verfahren des Geologischen Dienstes NRW und an denen des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg. Die Einbeziehung der Schadstoffbelastung in die Bodenfunktionsbewertung sowie die Berücksichtigung von Neukulturflächen (Rekultivierungsflächen) führten zu spezifischen Anpassungen des Bewertungsverfahrens auf das Arbeitsgebiet, ohne die prinzipielle Vergleichbarkeit mit anderen Beispielräumen zu gefährden.

Die o.g. Bodenfunktionen sind bis auf die Archivfunktionen fünfstufig skaliert (1: sehr gering bis 5 sehr hoch). Ihre Parametrierungen, Ableitungen und Einstufungen sind für alle Bewertungsverfahren dokumentiert und damit transparent. Die jeweiligen Ergebniskarten, Legenden und Datenbanken sind für das dem Kreis zur Verfügung stehende GIS „MapInfo“ aufgearbeitet.

Die Bodenfunktionen werden auf der Basis des aktuellen Landschaftszustandes bewertet, soweit dies die Aktualität der Basisinformationen ermöglicht. Das bedeutet, dass die im Rhein-Kreis Neuss weitflächig anthropogen veränderten Grundwasserstände in die Bodenbewertung einfließen und nicht etwa abgeleitete natürliche Zustände.

Der Anteil der Fläche des Rhein-Kreises Neuss, der auf der Basis großmaßstäblicher Grundlagenkarten detailliert bewertet werden konnte beträgt knapp 60% (327 km²).

Bodenfunktion: Lebensraum/Grundlage natürlicher Pflanzen- und Tiergesellschaften („Biotopentwicklungsfunktion“)

Die höchsten Bewertungen dieser Funktion erhalten Böden mit extremen Standortverhältnissen, z.B. die sehr stark durch Grundwasser vernässten Niedermoore, Anmoore und Anmoorgleye in der Rheinaue (besonders Altarme des Rheines) sowie stellenweise an Niers, Erft und Norf. Auch die Böden der Trockenstandorte auf den grundwasserfernen Sandböden in der Rheinaue könnten die höchste Bewertungsstufe erreichen. Unterliegen sie jedoch der Nutzung „Acker“, so sind sie im Verhältnis zu ihrem natürlichen geringen Nährstoffvorrat stark eutrophiert, so dass ein Wertpunktabzug in die zweithöchste Bewertung führt.

Insgesamt beträgt der Flächenanteil der Böden, die für diese Funktion die höchsten zwei Wertstufen erhalten, zusammen ca. 10% an der bewerteten Fläche.

Bodenfunktion: Lebensgrundlage aufgrund natürlicher Bodenfruchtbarkeit

Die Böden des Rhein-Kreises Neuss erreichen besonders dort, wo sie sich aus Löss oder schluffig-lehmigen Auenablagerungen entwickelten, höchste Bewertungen der natürlichen Bodenfruchtbarkeit. Dies entspricht einem Flächenanteil von fast 75% der bewerteten Fläche. Bodenvernässungen durch Grund- oder Stauwasser schränken in diesen Raumeinheiten die Verbreitung von Böden der höchsten Wertstufe ein. Die niedrigsten Bewertungen der naturnahen Böden erhalten sandige und lehmige Sandböden der Hochflutablagerungen des Rheins.

Für Rekultivierungsflächen des Braunkohletagebaus mit landwirtschaftlicher Folgenutzung wurde das Bewertungsverfahren modifiziert, um die Wirkungen des viel geringeren Bodenentwicklungszustandes zusammenfassend einfließen zu lassen.

Schadstoffbelastungen eines ersten Belastungsniveaus unterhalb der Gefahrenschwelle (Vorsorgewertniveau nach BBodSchV) gehen in das Bewertungsverfahren für diese sehr umfassende und für den Rhein-Kreis Neuss besonders bedeutsame naturhaushaltliche Bodenfunktion ein. Belastungen oberhalb der Vorsorgewerte der BBodSchV (1999) führen zu einem Abzug, besonders geringe Schadstoffbelastungen zu einer Erhöhung der Bewertung.

Bodenfunktion: Steuerung des Wasserhaushaltes (Wasserspeicherung u. Abflussregulation)

Im Besonderen Böden mit einem hohen bis sehr hohen Vermögen Wasser (pflanzenverfügbar) zu speichern, werden hinsichtlich ihres wasserhaushaltlichen Leistungsvermögens als sehr hoch bewertet. Voraussetzung jedoch ist eine hinreichend gute Wasserleitfähigkeit des Bodens, damit Niederschlagswasser so gut in den Boden eindringen kann, dass oberflächlicher Abfluss, der mit Bodenerosion verbunden ist, nicht stattfindet.

Im Rhein-Kreis Neuss besitzen vor allem Böden aus Löss und Auenböden des Rheines ein hohes wasserhaushaltliches Leistungsvermögen. Dies entspricht einem Anteil von etwa 2/3 an der bewerteten Gesamtfläche. Als leistungsschwächer unter den naturnah gelagerten Böden sind grundwasserbeeinflusste und sandige Böden einzustufen, da in ihnen das Wasserspeichervolumen reduziert ist.

Bodenfunktion: Filter, Puffer und Transformator von Schadstoffen

Die Leistungsfähigkeit der Böden Schadstoffe zu filtern, zu puffern oder durch Umwandlung abzubauen ist vom Humus- und Tongehalt, pH-Wert und der mikrobiellen Aktivität abhängig. Im Rhein-Kreis Neuss dominieren unter landwirtschaftlicher Nutzung Böden, die u.a. aufgrund der günstigen wuchsklimatischen Rahmenbedingungen vergleichsweise niedrige Humusgehalte aufweisen, so dass zwar über 80% der bewerteten Flächen hoch leistungsfähige Böden aufweisen, aber die höchste Bewertungsstufe nur auf ca. 2% der bewerteten Fläche realisiert ist.

Bodenfunktion: Archivfunktionen (naturgeschichtlich/kulturhistorisch)

Für eine umfassende Bewertung der Archivfunktion in der Genauigkeit, die dem Zielmaßstab angemessen ist, fehlt derzeit die Datengrundlage. Teilweise sind Böden mit Archivfunktion zugleich durch hohe bis sehr hohe Erfüllungen anderer Bodenfunktionen gekennzeichnet. Dies betrifft vor allem die Niedermoore, die über ihre Archivfunktion hinaus, je nach aktuellen hydrologischen Bedingungen, auch hohe bis sehr hohe Leistungsfähigkeiten als Standorte für spezialisierte Pflanzen- und Tiergesellschaften (Biotopentwicklungsfunktion) aufweisen. Speziell im westl. Teil des Rhein-Kreises Neuss sind mächtige Lösspakete akkumuliert worden, die wichtige naturgeschichtliche Zeugen der pleistozänen und frühholozänen Bodenbildung enthalten. Allerdings sind nach derzeitigen Kenntnissen keine speziellen Beispielstandorte zur Anschauung gesichert worden.

Aggregation der Bodenteilfunktionen

Die landschaftshaushaltlichen Bodenteilfunktionen werden in Anlehnung an das Aggregationssystem des MUBW (1995) zu einer Bewertungszahl, der Gesamtbewertung, zusammengeführt. Dabei wird ein Verfahren angewandt, das herausragende hohe Bewertungen von Teilfunktionen insofern „sichert“, indem sie nicht durch (z.B. mittelnde) Verrechnungen mit anderen Teilbewertungen zu sehr überprägt werden. Diese Aggregationssysteme zur integralen Bodenfunktionsbewertung sind aus den Forschungen der ökologischen Landschaftsbewertung (z.B. Marks et al. 1992) hervorgegangen und wurden auch für Bodenfunktionsbewertungen z.B. von Balla et al. (2008) aufgegriffen.

Integration von deutlich erhöhten Bodenschadstoffbelastungen

Deutlich erhöhte Belastungen, bei denen Vorsorgewerte deutlich überschritten werden (2- bis 3-facher Vorsorgewert), führen zu allgemeinen, weiteren Einschränkungen

gen des Erfüllungsgrades von Bodenfunktionen. Dieses Wertenniveau wurde auf der Basis der vorliegenden digitalen Bodenbelastungskarte stoffspezifisch definiert und mit dem Auftraggeber abgestimmt und unterschreitet, von wenigen Ausnahmen abgesehen, die Prüfwerte der BBodSchV.

Bei Überschreitung der hier definierten Schwellenwerte wird ein Wertpunkt in der Gesamtbewertung abgezogen. Zu beachten ist, dass dieser Wertpunktabzug auch zu erwägen ist, wenn Teilfunktionen (z.B. natürliche Bodenfruchtbarkeit oder Puffer-, Filter- und Transformationsfunktion) separat bewertet werden sollen.

Integration von Schadstoffbelastungen oberhalb des Prüfwertenniveaus

Auf sehr geringen Flächenanteilen im Rhein-Kreis Neuss sind Bodenschadstoffbelastungen zu finden, die nutzungsspezifische Prüfwerte n. BBodSchV (1999) überschreiten. Die betroffenen Gebiete sind durch die BBkdig zwar bekannt, doch hat sich durch spezifische Nachuntersuchungen die Datenlage deutlich verbessert, so dass auf Grundlage einer Neuberechnung der BBkdig. eine flächenscharfe Kennzeichnung dieser Flächen möglich sein wird. Aus gutachterlicher Sicht wird vorgeschlagen, Gebiete mit einem solch hohen Belastungsniveau hinsichtlich ihres Erfüllungsgrades von Bodenfunktionen noch weiter abzuwerten. Betroffen sind im Besonderen Böden in Teilen der Erftaue, die durch Erzabbau im Mechernicher Revier mit Schwermetallen angereichert sind.

Darüber hinaus ist zu diskutieren, ob natürliche (geogen/pedogene) Arsenanreicherungen in Gebieten natürlicher Raseneisensteinvorkommen bei Überschreitung von Prüfwerten in gleicher Weise bodenfunktional abzuwerten sind. Alternativ wäre in diesem Falle auch die Kennzeichnung als Areal mit Böden von sehr hoher „naturgeschichtlicher Archivfunktion“ möglich, wie es der Geologische Dienst NRW z.B. für Grundwasserböden mit Sinterkalkbildung vorsieht.

Die hier entwickelte Bodenfunktionsbewertung für den Rhein-Kreis Neuss basiert auf anerkannten, mittlerweile teilweise standardisierten Bewertungsverfahren. Sie bestätigt die Grundaussagen der bereits vorliegenden mittelmaßstäbigen Bodenfunktionsbewertung des Geologischen Dienstes NRW, ist aber durch die Einbeziehung großmaßstäblicher Bodenkarten in der räumlichen Auflösung naturgemäß detaillierter. Damit wird ihre Ergebniskarte zum Beispiel für die kommunale Bauleitplanung und die Landschaftsplanung zu einer wichtigen, auch strategischen Planungsgrundlage werden. Durch die Integration der stofflichen Bodenbelastung in die Bodenfunktions-

bewertung wird aus einer ursprünglich naturhaushaltlich-genetischen Bewertungskarte ein umfassendes, den aktuellen Landschaftszustand charakterisierende Bewertungskarte. Es ist ein offenes Informationssystem, in das auch künftige Bodenneu-
kartierungen, vor allem aber die aufgrund einer verbesserten Datenlage neu zu berechnende digitale Bodenbelastungskarte eingepasst werden können.

Das vorliegende Gutachten wurde nach besten Wissen und Gewissen erstellt. Gutachterliche Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die dokumentierten Untersuchungsergebnisse.

Bochum, im Mai 2011



Dr. Peter Reinirkens

5 Literatur:

- AG BODEN (2005) = AD-HOC-Arbeitsgruppe Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage, Hannover
- Arbeitsgruppe Fachteam Boden (2010) = 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 (2010): Methodendokumentation zur Ermittlung Schutzwürdiger Böden im Gebiet des Regionalen Flächennutzungsplanes der Städte Bochum, Essen, Gelsenkirchen, Herne, Mülheim an der Ruhr und Oberhausen. Stand 21.1.2010,
- Balla, S., Feldwisch, N., Borkenhagen, J. u. C. Friedrich (2008): Orientierungsrahmen zur umfassenden Bewertung von Bodenfunktionen - Ergebnisse eines Forschungsvorhabens im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Boden (LABO). In: UVP-Report 22, Ausgabe 1+2, S. 72-80
- BauGB (2004): Baugesetzbuch vom 23. 9. 2004, BGBl, Teil I, S. 2414
- Bayerisches Geologisches Landesamt und Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.) (2003): Das Schutzgut Boden in der Planung.- Bewertung natürlicher Bodenfunktionen und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren. München und Augsburg
- BBodSchG (1998) = Bundes-Bodenschutzgesetz – Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17.3.1998, BGBl, Teil I, S. 502
- BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999. Bundesgesetzblatt, Teil I, Nr. 36, 1554-1582.
- BGR & GLÄ - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe & Geologische Landesämter (Hrsg.) (1982): Inventur der Paläoböden in der Bundesrepublik Deutschland. Hannover = Geol. Jb. F 14
- BLA-GEO (2007): Ad-Hoc-AG Boden des Bund-/Länder-Ausschusses Bodenforschung (BLA-GEO) - Personenkreis „Grundlagen der Bodenfunktionsbewertung“ (2007): Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Gefahr der Entstehung schädlicher Bodenveränderungen sowie der Nutzungsfunktion „Rohstofflagerstätte“ nach BBodSchG. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. <http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Netzwerke/Adhocag/Downloads/methodenkatalog.pdf?__blob=publicationFile&v=2 >
- BNatSchG (2009): Bundesnaturschutzgesetz - Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege 29. Juli 2009. BGBl, Teil I, S. 2542
- Brunnacker, K. (1978): Neuere Ergebnisse über das Quartär am Mittel- und Niederrhein.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **28**, S. 111-122. Krefeld

- BVB (2001) = Bundesverband Boden (2001): Bodenschutz in der Bauleitplanung - Vorsorgeorientierte Bewertung. Berlin
- Eckelmann, W. (1980): Plaggenesche aus Sanden, Schluffen und Lehmen sowie Oberflächenveränderungen als Folge der Plaggenwirtschaft in den Landschaften des Landkreises Osnabrück. Hannover = Geol. Jb. F10
- Feldwisch, N. (2008): Modellvorhaben zur Harmonisierung der Bodenfunktionsbewertung auf Grundlage großmaßstäbiger Bodenkarten.- Endbericht zum Werkvertrag 125/07. Im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Essen
- Gerstenberg, J.H., Siewert, W. u. U. Smettan (2007): Leitbild und Maßnahmenkatalog für einen fachgerechten Bodenschutz in Berlin. Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz III C3. Berlin
- Gunreben, M. u. J. Boess (2008): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. Hannover = Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.) GeoBerichte 8
- Haase, G., Mannsfeld, K., Bernhardt, A., Bieler, J. u. E. Sandner (1991): Naturraumerkundung und Landnutzung - Geochorologische Verfahren zur Analyse, Kartierung und Bewertung von Naturräumen. Berlin . – U. Beil.- Bd. (= Beiträge zur Geographie, Bd. 34/1 u. 34/2).
- Hauffe, H.-K. u. I. Augenstein (1996): Standortkundliche Eichung der Bewertungsverfahren in Heft 31 der Schriftenreihe Luft-Boden-Abfall des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Bodenfunktionen „Standort für die natürliche Vegetation“ und Standort für Kulturpflanzen“. LfU-Werkvertrag Nr. 113322/51, Nürtingen (unveröffentlicht)
- Hauffe, H.-K., Augenstein, I., Vogelsang, W. u. M. Lehle (1998): Bewertung von Böden als „Standort für die natürliche Vegetation“. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 30 (7), S. 214-219.
- Hochfeld, B., Gröngroft A., u. G. Miehlich (2003): Großmaßstäbige Bodenfunktionsbewertung für Hamburger Böden. - Verfahrensbeschreibung und Begründung. Im Auftrag der Behörde für Umwelt und Gesundheit (Bodenschutz/Altlasten) - Stand November 2003. Hamburg
- ISB (2002) = Institut für Stadtökologie und Bodenschutz (2002): Digitale Bodenbelastungskarte Kreis Neuss – Dokumentation. Unveröffentlichtes Gutachten für den Rhein-Kreis Neuss
- Klostermann, J. (1992): Das Quartär der Niederrheinischen Bucht. Ablagerungen der letzten Eiszeit am Niederrhein. Krefeld
- LABO (2011) = Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (Hrsg.) (2011): Archivböden. Empfehlungen zur Bewertung und zum Schutz von Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte. Bericht zum LABO-Vorhaben B 1.09. o.O.
- LANUV-NRW (2010) = Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.)(2010): Berücksichtigung der Naturnähe von Böden bei der Bewertung ihrer Schutzwürdigkeit. Recklinghausen 2010 = LANUV-Arbeitsblatt 15

- LBodSchG (2000): Gesetz zur Ausführung und Ergänzung des Bundes-Bodenschutzgesetzes in Nordrhein-Westfalen vom 30. Mai 2000. Landesbodenschutzgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (LBodSchG). Gesetz- und Verordnungsblatt Nr. 29, S. 439-444
- Leser, H. u. H.-J. Klink (1987): Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1:25000 (KA GÖK 25).- = Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd.228, Trier
- Marks, R., Müller, M.J, Klink, H.-J. u. H. LESER (Hrsg.) (1992): Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushalts (BA LVL).- =Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 229, Trier
- MUBW (1995) = Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (1995): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit. - Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. Reihe Luft-Boden-Abfall, Heft 31.
- Mückenhausen, E. u. H. Mertens (1988): Die Bodenkarte 1: 5.000 auf der Grundlage der Bodenschätzung. 4. Auflage überarbeitet von H.J. Dubber. Düsseldorf
- MUNLV NRW (2007): Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.)(2007): Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen. Bodenfunktionen bewerten. Düsseldorf
- MURL NRW (1989) = Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (1989): Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf
- NLfB (1992) = Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (1992): Technische Berichte zum NIBIS, Dokumentation zur Methodenbank des Fachinformationssystems Bodenkunde. Stuttgart
- NLfB (2004) = Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (2004): Auswertungsmethoden im Bodenschutz, Dokumentation zur Methodenbank des Fachinformationssystems Bodenkunde (NIBIS). Hannover = Arbeitshefte Boden 2004/2
- Pflug, Wolfram (Hrsg.) (1998): Braukohlentagebau und Rekultivierung. Landschaftsökologie-Folgenutzung-Naturschutz. Berlin
- Planungsgruppe Ökologie und Umwelt (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 des Forschungsvorhabens der LABO. Hannover
- Schalich, J., Schneider, K.F. u. G. Stadler (1986): Die Bleierzlagerstätte Mechernich - Grundlage des Wohlstandes, Belastung für den Boden. Krefeld. = Sonderdruck aus Band 34 der Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen
- Schraps, W.G. u. H.P. Schrey (1997): Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen. In: Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 160, S. 407-412
- Zepp, H. u. M.J. Müller (Hrsg.) (1999): Landschaftsökologische Erfassungsstandards. Ein Methodenbuch. = Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 244, Flensburg

Anhang