



Methodendokumentation zur großmaßstäbigen Bodenfunktionsbewertung in Nordrhein-Westfalen

LANUV-Arbeitsblatt 42

Methodendokumentation zur großmaßstäbigen Bodenfunktionsbewertung in Nordrhein-Westfalen

[LANUV-Arbeitsblatt 42](#)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Recklinghausen 2019

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0, Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Projektbearbeitung	Dr. Michael Kastler (Projektleitung), Maike Kern M. A., Kristina Joswig B. Sc. (ahu GmbH · Wasser Boden · Geomatik, Aachen)
Fachredaktion	Dr. Heinz Neite (LANUV)
Mitglieder des projektbegleitenden Arbeitskreises	Dr. Chris Bamminger, Dr. Heinz Neite (LANUV), Heike Frick (MULNV), Dr. Susanne Frey-Wehrmann (Stadt Aachen), Reinhard Gierse (Stadt Wuppertal), Björn Marx (Stadt Dortmund), Dr. Bernd Steinweg (Kreis Viersen), Birgit Wiele-Dixkens (Bezirksregierung Düsseldorf), Gabriele Sobczak (Stadt Gelsenkirchen), Dr. Heinz Peter Schrey (GD NRW)
Titelfoto	A. Dickhof / Geologischer Dienst NRW
ISSN	2197-8336 (Print), 1864-8916 (Internet), LANUV-Arbeitsblätter
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
2	Untersuchungsraum	7
2.1	Außenbereich	7
2.2	Innenbereich	7
2.3	Ausschlussflächen	8
2.4	Einzelflächen	9
3	Datengrundlagen	11
3.1	Bodenkarten	11
3.1.1	Karte der schutzwürdigen Böden 1:50.000 (BK50)	11
3.1.2	Bodenkarte im Maßstab 1:5.000	12
3.1.3	Bodenkarten im Maßstab 1:5.000 auf Grundlage der Bodenschätzung	13
3.1.4	Forstbodenkarte 1:5.000	14
3.1.5	Hierarchie in der Anwendung von Bodendatengrundlagen	14
3.2	Weitere Datengrundlagen	15
3.3	Nachkartierung	17
4	Bodenfunktionen	18
4.1	Biotopentwicklungspotential	19
4.2	Natürliche Bodenfruchtbarkeit	20
4.3	Reglerfunktion im Wasserhaushalt	20
4.4	Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	20
4.5	Regler- und Pufferfunktion im Stoffhaushalt	21
4.6	Klimafunktion	22
5	Bewertungsmethoden	23
5.1	Biotopentwicklungspotential	23
5.2	Natürliche Bodenfruchtbarkeit	24
5.3	Reglerfunktion im Wasserhaushalt	24
5.4	Regler- und Pufferfunktion im Stoffhaushalt	25
5.5	Archivfunktion	25
5.6	Klassifizierung der Bewertung	25
5.7	Schutzwürdigkeit und Funktionserfüllung	26
5.8	Stoffliche Belastung	27
5.9	Naturnähe	28
5.10	Seltenheit	31

6	Validierung	32
6.1	Validierungskartierung	32
6.2	Plausibilitätsprüfung und Regionalisierung	32
7	Gesamtbewertung	34
7.1	Grundtypen der Gesamtbewertung	34
7.2	Gesamtbewertung in der Bodenschutzpraxis	35
8	Hinweise zur Datenhaltung und Fortschreibung	37
9	Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in der Umweltprüfung der Bauleitplanung	38
10	Literatur	39
11	Anhang	42

Anhang 1: Auswahl von Datengrundlagen, mögliche Anwendungsbereiche und mögliche relevante Inhalte für die Erstellung von Bodenfunktionskarten

Anhang 2: Methoden zur Bewertung der Bodenteilfunktionen und verwendete Parameter

1 Einführung

Der vorsorgende Bodenschutz ist zentraler Bestandteil des gesetzlichen Auftrags zum Schutz der Böden. Dieser ist rechtlich im Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG), im Landesbodenschutzgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (LBodSchG), im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und im Baugesetzbuch (BauGB) verankert.

Die Funktionen des Bodens sind nachhaltig zu sichern oder wiederherzustellen (§ 1 BBodSchG). Erweitert wird dies durch die Aufforderung aus § 1 Abs. 1 LBodSchG zum Schutz von Böden, die die Bodenfunktionen nach § 2 BBodSchG in besonderem Maß erfüllen. Damit in Zusammenhang steht die Verpflichtung zum Erhalt von Böden, sodass ihre Leistungs- und Funktionsfähigkeit im Naturhaushalt gewährleistet sind (§ 1 Abs. 3 BNatSchG). Das Landesnaturschutzgesetz NRW (LNatSchG NRW) greift den Schutz des Bodens bei der Formulierung von Zielen der Landschaftsentwicklung auf (§ 10 Abs. 5 LNatSchG NRW). Auch bei der Auswahl geeigneter Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sind die Belange des Bodenschutzes zu berücksichtigen (§ 31 Abs. 1 LNatSchG NRW). Vor der Inanspruchnahme nicht versiegelter, nicht baulich veränderter oder unbebauter Flächen steht jedoch stets die Wiedernutzung vorgenutzter Flächen (§ 4 Abs. 2 LBodSchG, § 1a Abs. 2 BauGB).

Um diesen gesetzlichen Anforderungen zu genügen, ist es ein wichtiges Ziel des vorsorgenden Bodenschutzes, die Belange des Bodens stärker in den Abwägungsprozessen von Planungs- und Zulassungsverfahren zu berücksichtigen. Dazu sind Kenntnisse über die Verbreitung und Eigenschaften der Böden, die Ausprägung von Bodenfunktionen sowie die Bodenempfindlichkeiten im betroffenen Planungsgebiet im geeigneten Maßstab nötig.

Großmaßstäbige Bodenfunktionsbewertungen stellen diese Informationen bereit. Sie bilden damit eine Grundlage für die Abwehr schädlicher Bodenveränderungen, zum Schutz vor Bodenverlust sowie zum Erhalt von Böden mit hoher Funktionserfüllung hinsichtlich einer oder mehrerer ihrer Bodenteilfunktionen. Flächeninanspruchnahme soll reduziert und gezielt durch die Berücksichtigung von Bodenfunktionen auf vorgenutzte Flächen bzw. auf Flächen mit geringerem Erfüllungsgrad relevanter Bodenfunktionen gelenkt werden.

Für die Abbildung der Betroffenheit des Schutzgutes Boden in allen räumlichen Planungsprozessen sollen deshalb grundsätzlich Bodenfunktionsbewertungen herangezogen werden. Städte und Kreise des Landes Nordrhein-Westfalen können zu diesem Zweck Bodenfunktionskarten einsetzen.

Bodenfunktionskarten sind Auswertungskarten für die im Bundes-Bodenschutzgesetz definierten natürlichen Bodenfunktionen, die Archivfunktion des Bodens sowie weitere planungsrelevante Kriterien. Letztere umfassen insbesondere die Bodenempfindlichkeiten gegen Verdichtung, Erosion und Veränderungen der Substratschichtung. Bodenfunktionskarten stellen den für planerische Prozesse erforderlichen Flächenbezug her.

Großmaßstäbige Bodenfunktionskarten finden insbesondere Anwendung

- bei Planungs- und Zulassungsverfahren auf kommunaler und übergeordneter Ebene (z. B. Genehmigungen nach BImSchG, landschaftsrechtliche Befreiungen),
- bei der vorbereitenden und verbindlichen Bauleitplanung,
- in der Umweltverträglichkeitsprüfung,
- im Rahmen der Standortfindung für größere Planungen und Vorhaben,
- im Rahmen von WRRL/Gewässerumbaumaßnahmen,
- beim Trassenbau,
- bei Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen.

An der Schnittstelle von Landschafts- und Bodenschutz sind Bodenfunktionskarten die Grundlage für die Eingriffsbewertung und -bilanzierung mit der flächenbezogenen Bemessung von Ausgleich und Ersatz im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung (§ 18 BNatSchG) sowie nach § 1a Abs. 3 BauGB. Erste Hinweise dazu sind in Kap. 9 ausgeführt. Darüber hinaus wird auf Arbeitshilfen des Bundes (z. B. BMVI 2018) und der Länder (z. B. HLNUG 2019) verwiesen. In der kommunalen Bodenschutzpraxis NRW bilden großmaßstäbige Bodenfunktionskarten auch Basis strategischer Maßnahmenkonzepte für den vorsorgenden Bodenschutz.

In der vorliegenden Methodendokumentation werden die für die Erstellung von Bodenfunktionskarten erforderlichen Datengrundlagen sowie die wesentlichen Bewertungsgrundlagen und -methoden beschrieben.

Projekte zur großmaßstäbigen Bodenfunktionsbewertung (insbesondere die Erstellung von Bodenfunktionskarten), werden nach den Bodenschutz- und Altlastenförderrichtlinien des Landes NRW vom 13.01.2015 (MKULNV 2015) mit einem Fördersatz von 80 % gefördert. Interessierte Kreise, kreisfreie Städte und Gemeinden können die Zuwendungen bei den regional zuständigen Bezirksregierungen beantragen. Für Förderprojekte soll diese Arbeitshilfe als fachliche Grundlage für das methodische Vorgehen Beachtung finden.

Die vorliegende Dokumentation wendet sich insbesondere an Vertreter kommunaler Umwelt- und Planungsbehörden. Sie soll Orientierung bei der Erarbeitung von Bodenfunktionskarten geben und Hilfestellung zur Vorbereitung von Ausschreibungen für die Bearbeitung durch Planungsbüros sein.

Erläuterung der Symbole im nachfolgenden Text:



Weiterführende Informationen



Tipps

2 Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum der Bodenfunktionsbewertung umfasst in der Regel den Außen- und/oder den Innenbereich einer Stadt oder eines Kreisgebietes, kann sich aber auch auf kleinere Einzelflächen oder einen Verbund aus Einzelflächen beziehen. Innerhalb des Untersuchungsraumes liegende Flächen, die nicht bodenfunktional bewertet werden können oder sollen, sind als Ausschlussflächen zu kennzeichnen.

Planungsprozesse erfordern die zusammenhängende Betrachtung von Ergebnissen der funktionalen Bewertung von Böden sowie deren Verbreitung (Flächenanteile und Verortung) im Untersuchungsraum. Von Relevanz sind deshalb ergänzende Informationen zu Landschaft, Geologie, Landnutzung sowie der jeweiligen Flächenanteile. Für deren Beschreibung kann die Orientierung an Natur- bzw. Landschaftsräumen hilfreich sein (vgl. Kap. 3.2). Erst auf Grundlage dieser Kenntnisse können die Bodenfunktionskarten aussagekräftige Planungsgrundlagen sein.

Darüber hinaus kann der Verbreitung der Böden des Untersuchungsraumes beispielsweise eine entscheidende Rolle bei der Auswahl eines Gesamtbewertungsverfahrens zukommen (vgl. Gesamtbewertung Kap. 7).

2.1 Außenbereich

Bei der Erstellung von Bodenfunktionskarten wird in der Regel der von land- und forstwirtschaftlichen Nutzflächen (Acker, Grünland, Wald) geprägte Außenbereich betrachtet. Für diese Nutzungen liegen in der Regel die benötigten Kartengrundlagen flächendeckend vor (s. Kap. 3.2).



Definition Siedlungsbereich / Innenbereich / Außenbereich

Siedlungsbereich ist eine Kategorie des Regionalplans, die siedlungsbezogene Nutzungen beinhaltet.

Innenbereich ist ein feststehender Begriff aus dem Bauplanungsrecht und bezeichnet ein Gebiet im Zusammenhang bebauter Ortsteile i.S. § 34 BauGB.

Der Außenbereich umfasst alle Grundstücke, die nicht in einem qualifizierten Bebauungsplan liegen und die auch nicht zu einem im Zusammenhang bebauten Ortsteil gehören.

2.2 Innenbereich

Auch die Betrachtung des Innenbereichs ist möglich. Werden Bodenfunktionskarten für den Innenbereich erstellt, ist zu berücksichtigen, dass hier im Regelfall ein hoher Flächenanteil anthropogen veränderter Böden oder auch anthropogener Bodenbildungen (im Folgenden „anthropogene Böden“) vorliegt. Das erfordert ein angepasstes Vorgehen bei der Bodenfunktionsbewertung gegenüber dem Außenbereich.

Aufgrund der aktuell zur Verfügung stehenden Informationen über die anthropogene Beeinflussung von Böden erreichen Bodenfunktionskarten im Innenbereich meist eine geringere Aussagekraft als im Außenbereich. Entsprechend wird für den konkreten Einzelfall eine Überprüfung der Funktionserfüllung von anthropogen überprägten Böden bzw. Flächen im Innenbereich durch eine Kartierung empfohlen (s. Nachkartierung in Kap. 3.3 und Validierungskartierung in Kap. 6).

Für bestimmte Nutzungen z. B. Kleingartenanlagen oder aus der Aufstellung von Bebauungsplänen liegen oft schon Ergebnisse aus Bodenkartierungen und/oder zumindest Erkenntnisse über den Bodenaufbau aus anderen (boden-)geologischen Sondierungen vor.



Kommunaler Bodenschutz unter den Anforderungen des Klimawandels

Böden bilden den wichtigsten terrestrischen Kohlenstoffspeicher und tragen gemeinsam mit der Pflanzendecke zur Abkühlung der unteren Atmosphäre bei.

Für den vorsorgenden kommunalen Bodenschutz besteht die Herausforderung darin, natürliche Böden mit hohem Erfüllungsgrad der Klimafunktion zu schützen.

Im Außenbereich sind die unter land- und forstwirtschaftlicher Nutzung liegenden Böden meist Orte der Kaltluftentstehung. Ist ein entsprechender Luftaustausch möglich, geht von diesen Flächen an Tagen mit Wärmebelastung eine deutliche Verbesserung der Luftqualität im Innenbereich aus.

Im Innenbereich selbst können Stadtgrün und natürliche Böden einen wichtigen Beitrag zur Abschwächung der sommerlichen Überhitzung und der Auswirkungen von Starkregenereignissen leisten (LANUV 2015a). Aber auch anthropogene Böden, beispielsweise auf gesicherten bzw. sanierten Altlastenflächen, können einen hohen Erfüllungsgrad der Regelfunktion im Wasserhaushalt aufweisen und für die Klimaanpassung relevant sein.

Eine Kartierung ermöglicht beispielsweise auch das Auffinden von Potentialflächen, die für eine Aufwertung natürlicher Bodenfunktionen geeignet sind, z. B. durch Wiederherstellung oder Verbesserung des Bodenaufbaus für die Klimaanpassung im städtischen Bereich (LANUV 2015a).

In Abhängigkeit von den verfolgten Zielen und Anwendungsbereichen der Bodenfunktionskarte können anthropogene Böden auch per se als Ausschlussflächen (s. Kap. 2.3). definiert werden. In der Bodenfunktionskarte sollten diese Flächen, soweit bekannt und abgrenzbar (z. B. Auffüllungen mit Trümmerschutt), mit einer Signatur bzw. einem Hinweis und entsprechender Attributierung versehen werden.

2.3 Ausschlussflächen

Die Festlegung von Ausschlussflächen erfolgt in Abhängigkeit von den konkreten Anforderungen der Kommune sowie den erschließbaren Datengrundlagen und Bodeninformationen. Im Rahmen der Bodenfunktionsbewertung im Regelfall nicht berücksichtigte Flächen des Außen- und Innenbereichs sind beispielsweise:

- Aufträge, Auffüllungen (z. B. Deponien, Halden, Kippen des Bergbaus),
- Abgrabungen (z. B. Kies-, Sand-, Tongruben, Steinbrüche),
- Altlastenverdachtsflächen, Altstandorte, Altablagerungen,
- versiegelte Flächen.

Gelegentlich werden auch Böden bestimmter Nutzungskategorien (z. B. Straßenbegleitgrün, rekultivierte Deponien) von der bodenfunktionalen Bewertung ausgeschlossen. Informationen zur Abgrenzung solcher Ausschlussflächen lassen sich z. B. aus der Flächennutzungskartierung ableiten.

Ausschlussflächen sind zu definieren und die zur Ermittlung eingesetzten Datengrundlagen (vgl. Kap. 3) zu dokumentieren. Sie sind in der Bodenfunktionskarte zu kennzeichnen. Dies kann vereinfacht mit einem Layer erfolgen (z. B. Layer „Altstandorte und Altablagerungen“). Idealerweise erfolgt für die betreffenden Flächen innerhalb der Attributtabelle(n) mit den Bewertungsergebnissen im GIS ein entsprechender Eintrag. Das hat den Vorteil, dass der zum Zeitpunkt der Erarbeitung der Bodenfunktionskarte vorliegende Informationsstand dokumentiert ist.

2.4 Einzelflächen

Die Erstellung großmaßstäbiger Bodenfunktionskarten erfolgt in der Regel in Form der Bewertung von Bodenfunktionen für die Gesamtfläche (abzüglich Ausschlussflächen) einer Kommune bzw. eines Landkreises und hat einen vorbereitenden Charakter für zukünftige Planungsprozesse. Es besteht also meist kein Bezug zu einem konkreten Vorhaben.

In Abhängigkeit von einem vorliegenden Anwendungsbezug kann es jedoch mitunter fachlich erforderlich sein, eine Bodenfunktionsbewertung auf Einzelflächen bzw. in einem Verbund von Einzelflächen durchzuführen (Stadt Mülheim 2015). So ermöglicht beispielsweise die Bewertung von Flächen, die Teil eines Bebauungsplans sind, das fundierte Einbringen des Schutzgutes Boden in den Abwägungsprozess des Planungsvorhabens insbesondere dann, wenn eine großmaßstäbige Bodenfunktionskarte dort bislang fehlt. Liegt bereits eine Karte vor, kann eine Bewertung von Einzelflächen der Absicherung der darin ausgewiesenen Funktionserfüllung dienen (s. Datengrundlagen Kap.3). Erstbewertung und Überprüfung vorliegender Bewertungen erfolgen mittels Bodenkartierung (Validierung; vgl. Kap. 6) im konkreten Bezugs- bzw. Planungsraum.



Weitere Anwendungsbeispiele zur Bewertung von Einzelflächen bei vorliegenden Bodenfunktionsbewertungen

- Absicherung einer ausgewiesenen Schutzwürdigkeit, z. B. im Rahmen von Kompensationsmaßnahmen
- Aufbau eines Flächenpools zur Ausweisung von Flächen für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen durch gezielte Nachuntersuchungen

Die Bewertung von Einzelflächen orientiert sich in ihrem Informationsgehalt und ihrer räumlichen Auflösung (Maßstab) an den konkreten Vorgaben und Anforderungen des jeweiligen Vorhabens.



Bodenfunktionsbewertung von Waldflächen auf anthropogenen Böden

In den industriegeprägten Regionen Nordrhein-Westfalens sind anthropogene Böden weit verbreitet. Seit einigen Jahren, teilweise Jahrzehnten, werden auch industrielle Brachen wieder aufgeforstet bzw. der Sukzession überlassen, sodass im Ruhrgebiet an vielen Standorten sogenannte Industriegewässer entstanden, die Tieren und Pflanzen als Rückzugsraum und den Menschen zur Erholung dienen (Wald und Holz NRW 2019).

Auch die Bodenfunktionsbewertung der Böden solcher Flächen kann in Einzelfällen sinnvoll sein, z. B. bei geplanter Umwandlung alter Bestände in eine andere Nutzungsart (§ 9 Bundeswaldgesetz bzw. § 39 Landesforstgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen).

Die Bodenfunktionsbewertung ist nur dann sinnvoll, wenn von der umgenutzten Fläche keine Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser ausgeht, da andernfalls vorrangig eine Altlastensanierung durchzuführen ist.

Die Methoden des Geologischen Dienstes NRW (GD NRW 2018) für die Bewertung von Bodenfunktionen sind maßstabsunabhängig und damit auch bei der großmaßstäbigen Bewertung von Einzelflächen anwendbar. Das Ergebnis ist unter regionalen Aspekten gutachterlich zu prüfen. Eine möglicherweise erforderliche Anpassung (Regionalisierung) ist ggf. durchzuführen. Diese von der GD-Methodik auch in Teilen abweichende Vorgehensweise muss dann nachvollziehbar dokumentiert werden (vgl. Bewertungsmethoden Kap. 5).

3 Datengrundlagen

Groß- und mittelmaßstäbige Bodenkarten und Bodenschätzungsdaten sind die Basis für flächenbezogene Bodenfunktionsbewertungen (Helbig & Herweg 2017). In Abhängigkeit von der Planungsebene variieren Verfügbarkeit, Aufbereitung und Qualität der Datengrundlagen (LABO 2006). Großmaßstäbig verfügbare bodenkundliche Datengrundlagen stellen neben der Bodenkarte 1:5.000 (BK5) die Bodenkarte DGK5Bo mit den Daten der Bodenschätzung, die darauf basierende Folie 42 des ALK bzw. der ALKIS-Layer AX_Bodenschätzung (Kennung 72001) bereit.

Die Bodenfunktionsbewertung auf Basis mittelmaßstäbiger Bodenkarten erlaubt die Ausweisung schutzwürdiger Böden mit hinreichender Genauigkeit. Sie sollte jedoch, wenn möglich, stets durch großmaßstäbige Datengrundlagen untersetzt werden. So werden bspw. auf Grundlage der BK5 rund 70 % der Flächen als schutzwürdig ausgewiesen, die auch nach BK50 schutzwürdig sind. Die großmaßstäbige Karte bewirkt meist eine Differenzierung in den Kategorien der Schutzwürdigkeit sowie maßstabsbedingte räumliche Verschiebungen (GD NRW 2004). Die Daten der Bodenschätzung, eigene Kartierungsergebnisse, aber auch ausgewählte weitere Datengrundlagen können zur Verifizierung der Bodeninformationen herangezogen werden. Eine Zusammenstellung von Datengrundlagen mit relevanten Inhalten und Anwendungsmöglichkeiten findet sich in Dok. 1.

3.1 Bodenkarten

3.1.1 Karte der schutzwürdigen Böden 1:50.000 (BK50)

Auf Grundlage der fortgeschriebenen Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1:50.000 (BK50) wurde die 3. Auflage der Karte der schutzwürdigen Böden erarbeitet (GD NRW 2018). Die BK50 liegt flächendeckend digital für das gesamte Bundesland vor. Begleitend zur Neuauflage der Karte wurde der „Bodenschutz-Fachbeitrag für die räumliche Planung“ erstellt.

Die Karte der schutzwürdigen Böden weist Flächen aus, auf denen Böden in besonderem Maß Funktionen im Naturhaushalt erfüllen. Bewertet werden die Bodenfunktionen nach § 2 BBodSchG. Das sind im Einzelnen in der 3. Auflage der Karte der schutzwürdigen Böden die folgenden Bodenteilfunktionen:

- Archiv der Natur- und Kulturgeschichte
- Biotopentwicklungspotenzial
- natürliche Bodenfruchtbarkeit / Regler- und Pufferfunktion
- Reglerfunktion für den Wasserhaushalt im 2-Meter-Raum

Ergänzend wird zudem die nicht im BBodSchG verankerte Funktion der Böden für den Klimaschutz als Kohlenstoffspeicher und Kohlenstoffsенke ausgewertet.

In der Karte der schutzwürdigen Böden werden Böden mit hohem und sehr hohem Erfüllungsgrad einer oder mehrerer ihrer Teilfunktionen gekennzeichnet. Böden mit sehr geringer, geringer oder mittlerer Funktionserfüllung werden in der Karte nicht hervorgehoben (GD NRW 2018).

Die Karte der schutzwürdigen Böden im Maßstab 1:50.000 wurde insbesondere für die Landes- und Regionalplanung entwickelt. Sie ist geeignet für die Abwägung bei der Ausweisung neuer Siedlungsbereiche oder von Bereichen für Industrie- und Gewerbeflächen. Aufgrund der fehlenden räumlichen Auflösung ist sie allerdings nur bedingt für großmaßstäbige Auswertungen, z. B. Bauleitplanungen, einsetzbar. Sie kann jedoch als Leitlinie für Eingriffsplanungen dienen, wo großmaßstäbige Informationen fehlen, und Ansätze für Detailuntersuchungen geben.



Bodenkarten im Web

Die Karte der schutzwürdigen Böden ist eine Auswertung der Bodenkarte 1:50.000 des GD NRW und kann mit ihren Inhalten im GEOportal.NRW oder in TIM-online 2.0 angezeigt werden. In beiden Kartendiensten ist die Darstellung der Auswertung auf Grundlage der 2. und der 3. Auflage des Kartenwerks möglich.

Für die Einbindung in ein Geoinformationssystem (z. B. ArcGIS, QGIS) stellt der Geologische Dienst NRW die BK50 mit der Vielzahl ihrer thematischen Auswertungen via WMS bereit (<https://www.wms.nrw.de/gd/bk050?>).

Im Rahmen der OpenData-Initiative NRW wird die BK50 zudem als Download (via Atom-Feed) zur Verfügung gestellt.

Auch die Inhalte der BK5 aus der forstlichen und landwirtschaftlichen Standortkartierung stellt der GD NRW kontinuierlich in einem WMS bzw. WFS zur Verfügung. (https://www.gd.nrw.de/pr_od_ibk5.htm).

Weitere Informationen zum webbasierten Zugriff auf die Bodenkarten des GD NRW sind unter https://www.gd.nrw.de/bo_dk.htm abrufbar.

3.1.2 Bodenkarte im Maßstab 1:5.000

Von großen Teilen Nordrhein-Westfalens liegen Bodenkarten zur land- und forstwirtschaftlichen Standorterkundung im Maßstab 1:5.000 vor (BK5). Die BK5 ergänzt die BK50, erlaubt aber eine stärkere räumliche und fachliche Differenzierung als diese. Die Bodenkarten 1:5.000 sind, zusammen mit ihren Auswertekarten zu Bodenwasser, Bodenluft und Bodennährstoffhaushalt sowie schutzwürdigen Böden, eine optimale Grundlage für großmaßstäbige Bodenfunktionskarten. In der Regel erlauben ausschließlich BK5-Verfahren eine großmaßstäbige Bewertung von Bodenfunktionen ohne weitere Datenaufbereitung (Feldwisch et al. 2011).

Die BK5 liegt in Nordrhein-Westfalen für ca. 70 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen und für knapp 66 % der forstwirtschaftlich genutzten Flächen kartiert und vollständig gescannt vor. Digital im Sinn von vektorisiert sind davon landwirtschaftlich 25 % bzw. forstwirtschaftlich 40 %. In den Städten stehen diese Kartengrundlagen oft nur für kleine Teilgebiete zur Verfügung. In einem frei zugänglichen Kartenviewer (z. B. GEOportal.NRW oder TIM-online 2.0)

lässt sich prüfen, wo in NRW großmaßstäbige Bodenkarten im Maßstab 1:5.000 digital (vektoriert) oder analog (gescannt und georeferenziert) vorliegen. Zudem ist gekennzeichnet, ob sie aus der forstlichen oder landwirtschaftlichen Standorterkundung stammen.

3.1.3 Bodenkarten im Maßstab 1:5.000 auf Grundlage der Bodenschätzung

Als weiteres flächendeckend vorliegendes Kartenwerk steht für landwirtschaftliche Flächen die gescannte Bodenkarte im Maßstab 1:5.000 (DGK5 Bo) zur Verfügung. Sie deckt somit auch Bereiche ab, für die aufgrund von einer ggf. geringen Flächenabdeckung im Bezugsraum nicht auf BK5-Daten zurückgegriffen werden kann. Sie wurde auf Grundlage der Deutschen Grundkarte im Maßstab 1:5.000 (DGK 5) aus den Grablochbeschrieben der Bodenschätzungsdaten erstellt.

Die DGK5 Bo kann jedoch nicht immer und nur regionsabhängig direkt für die Bodenfunktionsbewertung verwendet werden. Eine Qualitätsprüfung mit der anschließenden Aufwertung (Übersetzung, Kartierung) der Datengrundlagen ist erforderlich. Eine Schwäche dieser Karte als Datengrundlage ist zudem das zum Teil hohe Alter der enthaltenen Bodendaten. Die Aufnahme liegt oft mehr als 50 Jahre zurück. Die Eignung jedes einzelnen Kartenblattes der DGK5 Bo als Datengrundlage für Bodenfunktionsbewertungen wurde vom GD NRW geprüft und die Ergebnisse in Form einer Excel-Tabelle dokumentiert: <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/bodenschutz-und-altlasten/bodenschutz/bodenschutz-in-der-planung/grossmassstaebige-bodenkarten/> (letzter Aufruf 18.05.2019).

Insbesondere bedarf die DGK5 Bo einer Übersetzung in die moderne bodenkundliche Nomenklatur (KA5), damit sie für weitere Auswertungen genutzt werden kann. Diese Übersetzung der Bodendaten wurde in einem Modellvorhaben des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit dem GD NRW erarbeitet (LANUV 2008). Die Ergebnisse dieses Ansatzes dienen als Arbeitshilfe bei der Übersetzung der entsprechenden Bodendaten.

Erst nach einer Datenaufbereitung ist es möglich, Bodeneigenschaften und -funktionen abzuleiten. Auf Basis der Auswertungen der DGK5 Bo sind insbesondere das Biotopentwicklungspotential sowie die natürliche Bodenfruchtbarkeit ableitbar, während die Bestimmung der Archivfunktion nur eingeschränkt erfolgen kann (LANUV 2008).

Nachteilig ist das rasterbasierte Vorliegen der DGK5Bo, das die Auswertung in modernen Geographischen Informationssystemen aus technischer Sicht erschwert. Als vektorbasierte digitale Information für fast alle Kreise in NRW kann auf die Folie 42 der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) bzw. nach Umstellung auf das Automatisierte Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) auf den Layer AX_Bodenschaetzung (AX72001) zurückgegriffen werden. Sie enthält für die meisten Kreise die vektorisierten Daten der Bodenschätzung mit Klassenflächen und Klassenzeichen, aber ohne bodenkundliche Interpretationen. Aufgrund unterschiedlicher Erfassungsstände dieser Daten können jedoch (wie bei der DGK5 Bo) Abweichungen von den heute vorliegenden tatsächlichen Bodenverhältnissen bestehen. Auch bei

Verwendung dieser Daten sind deshalb immer eine Abstimmung mit dem Geologischen Dienst und fundierte bodenkundliche Fachkenntnisse erforderlich.

Die Bewertung von Bodenfunktionen auf Grundlage der Folie 42/AX_Bodenschätzung aus den Klassenzeichen und Bodenwertzahlen erfolgt nach der Methode von Bechler & Toth (2010).



Bewertungsraum von Bodenkarten

Moderne Bodenkarten wie die BK5 und die BK50 (3. Auflage) des GD NRW stellen den Bodenaufbau bis 2 m Tiefe unter Geländeoberfläche dar und enthalten auch Informationen zu den natürlichen Grundwasser- und Staunässeverhältnissen. Damit sind für den gesamten Durchwurzelungsraum der Pflanzen methodische Auswertungen möglich. Von Relevanz ist das beispielsweise für die Bewertung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit, da Pflanzen in Trockenzeiten relevante Wassermengen aus größerer Tiefe beziehen können.

Die Beschreibung des Bodens in der Bodenschätzung und damit ihr Bewertungsraum endet 1 m unter Geländeoberfläche. Um den heutigen fachlichen Anforderungen nachzukommen, liegen inzwischen Voraussetzungen vor, um die Bodenschätzung mit geeigneten Bodeninformationen für den Tiefenbereich 1-2 m unter Geländeoberfläche auf Grundlage digitaler Bodendaten beispielsweise der BK50 oder aus Substratinformationen der Geologischen Karte 1:25.000 zu ergänzen.

Die Aufbereitung der Daten und die Anpassung der Bewertungsverfahren erfordert zunächst technischen und fachlichen Aufwand, hat aber auch eine deutliche Erhöhung der inhaltlichen Aussagekraft und der Aussagesicherheit der Bodenfunktionskarten auf Grundlage der Bodenschätzung zur Folge.

3.1.4 Forstbodenkarte 1:5.000

Die großmaßstäbige Forstbodenkarte im Maßstab 1:5.000 basiert auf Kartierungen zur forstlichen Standorterkundung. Entsprechend den anderen digitalen Bodenkarten sind auch hier Auswertungen zur Schutzwürdigkeit der Böden abrufbar. Forstbodenkarten sparen Altstandorte und Ablagerungen nicht grundsätzlich aus und können beispielsweise auch rekultivierte Bergehalden und Deponien abdecken (Stadt Hamm 2012).

3.1.5 Hierarchie in der Anwendung von Bodendatengrundlagen

Liegen für eine Fläche mehrere Kartengrundlagen unterschiedlichen Maßstabs und unterschiedlicher Qualität vor, muss eine Abwägung erfolgen, welche Datengrundlage zu favorisieren ist. Diese Entscheidung ist anhand der Aussagesicherheit der Datengrundlagen zu treffen. Die unterschiedlichen Bewertungsräume (BK5 und BK50 jeweils 2 Meter, Bodenschätzung 1 Meter unter Geländeoberfläche) und der Erhebungszeitraum zu verwendender Bodendaten sind hierbei wichtige Kriterien.

In der Regel ist die BK5 der BK50 sowie der Bodenschätzung vorzuziehen. Bei fehlender BK5-Grundlage können auf Grundlage der BK50 ermittelte Bewertungsergebnisse mithilfe der Bodenschätzung lokal weiter differenziert werden. In der Legende der Bodenfunktionskarte sollte

die Reihenfolge der Eingangsdaten hierarchisch entsprechend deren Verwendung dargestellt werden.

Unterscheiden sich Bodendatengrundlagen in Qualität und Maßstab, führt dies in den Bodenfunktionskarten zu unterschiedlichen Aussagesicherheiten. Informationen zu verwendeten Datengrundlagen sowie die Kennzeichnung der Anpassungen von Bewertungsmethoden sollten deshalb in einer Karte zur Aussagesicherheit zusammengeführt werden. Eine Karte der Aussagesicherheit ist eine sinnvolle Ergänzung der Bodenfunktionskarte und erleichtert deren Anwendung in Planungsprozessen.

3.2 Weitere Datengrundlagen

Neben bodenkundlichen Daten und Informationen sind weitere Datengrundlagen bei der Bodenfunktionsbewertung erforderlich.

Als Kartengrundlagen zur Abgrenzung und weiteren Differenzierung des **Untersuchungsraumes** im GIS können folgende Informationen genutzt werden:

- Nutzungsinformationen, z. B. aus Flächennutzungskartierungen oder dem Grünflächenkataster und, bei Vorliegen, die
- versiegelte Fläche, z. B. aus der Karte der Versiegelung.

Die Beschreibung des Untersuchungsraums kann durch die Darstellung vorhandener Natur- bzw. Landschaftsräume ergänzt werden. Über die Homepage des LANUV stehen dazu eine interaktive Darstellung der Landschaftsräume im Informationssystem „Schutzwürdige Biotop“ sowie entsprechende Fachbeiträge für verschiedene Planungs- und Städtereionen in NRW zur Verfügung (<https://www.lanuv.nrw.de/natur/landschaftsplanung/landschaftsraeume-in-nrw>, letzter Aufruf am 18.05.2019).

Als geeignete Datengrundlage zur Berücksichtigung der **stofflichen Belastung** von Böden stehen in NRW für zahlreiche Kreise und Städte digitale Bodenbelastungskarten zur Verfügung. Aus diesen Karten lassen sich die flächenhaft geschätzten stofflichen Belastungen des Oberbodens für die Außenbereiche (Nutzungen Acker, Grünland und Wald) ableiten. Die Integration der stofflichen Vorbelastung in die Bodenfunktionsbewertung kann aufgrund der darin ermittelten Schadstoffgehalte mit Hilfe von Zuschlägen oder Abschlägen erfolgen (vgl. Kap. 6). Digitale Bodenbelastungskarten geben ebenfalls Aufschluss zu lokalen **Humusgehalten und -vorräten sowie pH-Werten** von Oberböden (z. B. Tabelle 2 in Feldwisch et al. 2011).

Digitale Bodenbelastungskarten stehen sowohl für die Außen- als auch die Innenbereiche zur Verfügung. Bodenbelastungskarten liegen in über 40 Kreisen oder Städten in NRW vor. Auf die Daten zur stofflichen Belastung kann über das Fachinformationssystem Stoffliche Bodenbelastung (FIS StoBo; www.stobo.nrw.de) zur weiteren Auswertung zugegriffen werden.

Aus dem Kataster altlastenverdächtiger Flächen und Altlasten nach § 8 LBodSchG NRW in den Unteren Bodenschutzbehörden können **Altstandorte und Altablagerungen** ermittelt werden.

Die folgenden Quellen sind ergänzende Kartengrundlagen. Sie stellen in der Regel Informationen zu natur- oder kulturhistorischen bedeutsamen Lokalitäten mit Archiv-Charakter aus Sicht des Natur- bzw. Denkmalschutzes zur Verfügung und können **Hinweise auf Archivböden** liefern (Lazar et al. 2011).

- Geotop-Kataster des GD NRW,
- eingetragene Bodendenkmäler des Westfälischen und Rheinischen Amtes für Bodendenkmalpflege,
- kommunale Karten mit besonderen naturräumlichen oder historischen Inhalten (z. B. Karte der Binnendünen, Karte der Befestigungsanlagen),
- Untere Denkmalbehörde (Stadtarchäologie),
- lokale Vereine, die sich mit Geschichte und Natur beschäftigen.

Weitere Hinweise zur Identifikation von Archivböden geben die LABO-Empfehlungen zur Bewertung und zum Schutz von Böden mit Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (Lazar et al. 2011).

Für die Einordnung der Verbreitung von Böden mit **Biotopentwicklungspotential** im Vergleich zu ihrer Nutzung und zu tatsächlich vorhandenen Biotopen können weitere Informationen über die aktuelle Vegetation z. B. aus folgenden Quellen bezogen werden:

- Biotope aus dem Biotopkataster NRW (LANUV) und Biotope, die durch § 42 Landesnaturschutzgesetz NRW geschützt sind,
- Naturschutzgebiete, Naturdenkmale aus einem vorhandenen Landschaftsplan,
- Natura 2000 FFH-Gebiete.

Die Ergebnisse der Biotopkartierung geben ergänzend zu den Kartengrundlagen Hinweise auf detailliertere Ausprägungen des Bodenwasserhaushalts, die z. B. auf Grundlage der BK50 maßstabsbedingt nicht abgebildet werden (s. auch Validierungskartierung Kap. 6.1).

Die Ableitung der **Hangneigung** aus digitalen Geländemodellen (DGM) ist von zentraler Bedeutung für die Bewertung verschiedener Bodenteilfunktionen nach den bei Bechler & Toth (2010) dokumentierten Methoden.

Der **Grundwasserflurabstand** lässt sich ermitteln aus der Verschneidung von Grundwassergleichenkarte und DGM oder digitalen Rasterdaten.

Karten zur Flächennutzung, z. B. aus dem ATKIS-Datenbestand, und zur Nutzungsgeschichte, geben Hinweise auf die **Naturnähe** von Böden (GD NRW 2018, LANUV 2010, LABO 2006).

3.3 Nachkartierung

Um die allgemeinen bodenkundlichen oder die speziell bodenschutzfachlichen Grundlagendaten vor der Erstellung einer Bodenfunktionskarte zu ergänzen, zu verdichten oder zu aktualisieren, können Nachkartierungen erforderlich sein (vgl. Kap. 6.1).

Eine Nachkartierung sollte insbesondere dort durchgeführt werden, wo sich die unterschiedlichen Karten überlappen oder nur Karteninformationen mit geringerer räumlicher Auflösung (BK50) vorliegen und dort, wo heute aufgrund unterschiedlicher, z.T. weit zurückliegender Erfassungszeiträume veränderte Bodenverhältnisse zu erwarten sind (Feldwisch et al. 2011). Diesbezügliche Hinweise für die Nutzung von Bodenschätzungsdaten können auch dem Informationsangebot des LANUV zu großmaßstäbigen Bodenkarten entnommen werden (<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/bodenschutz-und-altlasten/bodenschutz/bodenschutz-in-der-planung/grossmassstaebige-bodenkarten/>, letzter Aufruf am 18.05.2019).

4 Bodenfunktionen

Die Differenzierung der Bodenfunktionen in Bodenteilfunktionen ist aufgrund der unterschiedlichen Anwendungsbereiche eine wesentliche Grundlage für die Erarbeitung von Bodenfunktionskarten. Es werden in der Regel die natürlichen Funktionen und die Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte nach § 2 BBodSchG bewertet (vgl. Tab. 1).

Bei großmaßstäbigen Bodenfunktionsbewertungen sollen für Flächen des Außenbereichs die in der landesweiten Karte der schutzwürdigen Böden des GD NRW (vgl. Kap. 4) ausgewiesenen Boden(teil)funktionen berücksichtigt werden. Diese Bodenfunktionen sollen ebenfalls in planerischen Abwägungsprozessen zur Beschreibung des Schutzgutes Boden betrachtet werden. Die Ausweisung und Bewertung von Böden für andere Teilfunktionen und nach weiteren Kriterien ist damit nicht ausgeschlossen.

Tabelle 1: Zuordnung der Bodenteilfunktionen zu den Bodenfunktionen nach § 2 BBodSchG

§ 2 BBodSchG: Funktion des Bodens als ...	Bewertete Bodenteilfunktion
Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen	Biotopentwicklungspotenzial
	Natürliche Bodenfruchtbarkeit
Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Reglerfunktion im Wasserhaushalt
Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere zum Schutz des Grundwassers	Regler- und Pufferfunktion im Stoffhaushalt
Archivfunktion der Natur- und Kulturgeschichte	Archivfunktion der Natur- und Kulturgeschichte
Bewertungen über § 2 BBodSchG hinaus	Bewertete Bodenteilfunktion
Klimafunktion des Bodens	Kohlenstoffsенke und -speicher
	Bodenkühlleistung

Im Rahmen von Planungs- und Zulassungsverfahren sind die Bodenteilfunktionen

- Biotopentwicklungspotential,
- natürliche Bodenfruchtbarkeit und
- Archivfunktion der Natur- und Kulturgeschichte

von besonderer Relevanz. Die Reglerfunktion im Wasserhaushalt und die Regler- und Pufferfunktion im Stoffhaushalt sowie die Klimafunktion können ergänzend von Bedeutung sein (LABO 2006, LANUV 2015a).

4.1 Biotopentwicklungspotential

Böden, die besonders nass bzw. trocken oder sehr nährstoffarm bzw. nährstoffreich sind, weisen ein hohes Biotopentwicklungspotential auf (GD NRW 2018). Das Biotopentwicklungspotential beschreibt das Potential eines Bodens hinsichtlich der Entwicklung von seltenen Lebensgemeinschaften. Sie ist unabhängig von der vorherrschenden Vegetation. Böden mit hohem Erfüllungsgrad dieser Funktion bieten einen Extremlebensraum für Organismen und stellen gute Voraussetzungen für die Entwicklung einer spezialisierten Flora und Fauna. Sie gelten aufgrund ihrer oftmals kleinräumigen Verbreitung und Seltenheit aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes als unbedingt schützenswert. Die Schutzwürdigkeit dieser Böden gewinnt an Bedeutung durch den Arten- und Biotopschutz, nach dem Natur und Landschaft mit dem Boden als wesentlicher Bestandteil zu schützen sind, um die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts nachhaltig zu sichern (BNatSchG).



Abbildung 1: Spatenausstich im Niedermoor (Quelle: M. Dworschak/ Geologischer Dienst NRW)

Nach dem Leitbild des vorsorgenden Bodenschutzes steht in der Planung der Erhalt standortbedingter Extreme zur Biotopentwicklung im Vordergrund. Geeignete Maßnahmen für eine entsprechende Nutzungsanpassung können dem Fachbeitrag des GD NRW (2018) entnommen werden.

Die Bewertung des Biotopentwicklungspotenzials ist darüber hinaus eine geeignete Planungs- und Entscheidungshilfe in Naturschutzbelangen. Dort kann sie z. B. als Grundlage für die Auswahl von Ausgleichsflächen und standortgerechten Ausgleichsmaßnahmen im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung dienen.

4.2 Natürliche Bodenfruchtbarkeit

Unter natürlicher Bodenfruchtbarkeit versteht man die natürliche Ertragsfähigkeit des Bodens in seiner Funktion als Standort für höhere Pflanzen. Sie ist damit Teilfunktion der natürlichen Bodenfunktion „Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen“ (§ 2 Abs. 2 BBodSchG). Böden mit hoher Funktionserfüllung der Bodenfruchtbarkeit sind charakterisiert durch einen ausgeglichenen Wasserhaushalt und ein hohes Nährstoffangebot, die natürlicherweise hohe Biomassezuwächse ermöglichen. Flächen, auf denen Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit anstehen, sind somit nicht nur aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes zu erhalten, sondern auch wegen ihrer hohen Relevanz für die landwirtschaftliche Nutzung vorzuhalten. Sie erlauben eine Bewirtschaftung mit geringem Betriebsmitteleinsatz und somit eine nachhaltig produktive landwirtschaftliche Nutzung. Darüber hinaus ist das Erkennen von Böden mit hoher Bodenfruchtbarkeit auch von besonderer Bedeutung für den Erhalt der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des gesamten Naturhaushalts (BNatSchG).

4.3 Reglerfunktion im Wasserhaushalt

Böden erfüllen als Abflussregulator und Zwischenspeicher eine bedeutende Funktion im Wasserhaushalt. Sie nehmen Niederschlagswasser auf, speichern es und leiten es verzögert weiter.

- Je mehr Niederschlagswasser gespeichert werden kann, desto stärker reduzieren die Böden die Entstehung von Oberflächenabfluss und damit die Hochwassergefahr.
- Je mehr Niederschlagswasser gespeichert werden kann, desto besser ist die Wasserversorgung von Pflanzen auf diesen Böden in Trockenperioden.
- Je mehr Niederschlagswasser gespeichert und in der biologisch aktiven Wurzelzone zurückgehalten wird, desto größer ist die Reinigungswirkung für das aus dem Sickerwasser neu gebildete Grundwasser.

4.4 Archiv der Natur- und Kulturgeschichte

Böden erfüllen gemäß § 2 BBodSchG Funktionen als Archive der Natur- und Kulturgeschichte. Die Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (im Folgenden „Archivfunktion“) wird von Böden erfüllt, die aufgrund ihrer besonderen Ausprägung als Zeugen natur- und kultur-

räumlicher Entwicklungen von Landschaften dienen. Einen hohen Erfüllungsgrad der Archivfunktion haben Böden, die hinsichtlich ihres Substrataufbaus bzw. ihrer pedogenetischen Entwicklung eine einzigartige Merkmalsausprägung aufweisen (GD NRW 2018).



Abbildung 2: Ehemaliger Wölbacker im Wald (Quelle: M. Dworschak/ Geologischer Dienst NRW)

Alle Eingriffe in Archivböden, die den Aufbau des Bodenkörpers verändern (Auftrag, Abtrag, Durchmischung) oder die aktuellen bodenbildenden Prozesse verändern (Vernässung, Trockenlegung, Drainage, Versiegelung) oder die stoffliche Zusammensetzung verändern und zerstören, sind irreversibel und nicht ausgleichbar. Aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes ist damit in der Planung stets der Erhalt dieser Flächen und damit die Sicherung natur- und kulturgeschichtlich bedeutender Böden anzustreben (Schrey 2017).

Die Archivfunktion entzieht sich aus diesen Gründen einer abgestuften Bewertung. Böden mit Archivfunktion werden deshalb in der Regel in die höchste Bewertungsklasse eingestuft (LABO 2011).

4.5 Regler- und Pufferfunktion im Stoffhaushalt

Die Bewertung von Böden nach der Regler- und Pufferfunktion im Stoffhaushalt erlaubt Rückschlüsse auf ihre Fähigkeit, Nährstoffe (pflanzenverfügbar) zu speichern, aber auch Schadstoffe, beispielsweise Schwermetalle, durch Adsorption oder Fällung zu immobilisieren. Böden sind aufgrund dieser Fähigkeit von großer Bedeutung für den Schutz des Grundwassers.

Die Regler- und Pufferfunktion im Stoffhaushalt ist ein wichtiges Entscheidungskriterium in der Landschafts- und Bauleitplanung. Weiterhin findet sie konkrete Anwendung bei der Beratung

zur landwirtschaftlichen Bodennutzung, z. B. im Rahmen von Empfehlungen für das Ausbringen von Düngemitteln.

4.6 Klimafunktion

Die Klimafunktion beschreibt das Vermögen des Bodens, organischen Kohlenstoff zu speichern sowie eine kühlende Wirkung auf die Luftschichten der unteren Atmosphäre (Bodenkühlleistung) zu entfalten.

Böden können eine bedeutende Rolle in ihrer Funktion als Kohlenstoffspeicher einnehmen. Global gesehen speichern Böden mehr als dreimal so viel organischen Kohlenstoff wie die Atmosphäre und die terrestrische Vegetation zusammen (Eswaran et al. 2000, Lal 2004, Fischlin et al. 2007).

Darüber hinaus können Böden eine Kühlungsfunktion erfüllen. Diese ist besonders im städtischen Raum von (zunehmender) Bedeutung. Dabei können auch Böden, die nicht als schutzwürdig eingestuft werden, weil sie mit geringer Naturnähe versehen sind, eine wichtige Funktion als Wasserspeicher erfüllen und damit eine hohe Kühlleistung aufweisen (LANUV 2015a).



Abbildung 3: Aufschüttungsboden in der Stadt (Quelle: Geologischer Dienst NRW)

Die Kenntnis und Darstellung kohlenstoffreicher und/oder kühlleistungsstarker Böden in Planungsgrundlagen ermöglicht das fundierte Einbringen des Schutzgutes Boden in kommunale Maßnahmen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung. Sie erleichtern die fachübergreifende Zusammenarbeit und bieten direkte Anknüpfungspunkte an die Handlungsfelder des Handbuchs Stadtklima (MKULNV NRW 2011) mit dem Ziel der Nutzung und des Erhalts von Böden für eine klimagerechte Siedlungsentwicklung (LANUV 2015a).

5 Bewertungsmethoden

Die Bewertung von Bodenfunktionen gliedert sich in die Bewertung von Teilfunktionen und die anschließende Gesamtbewertung (vgl. Kap. 7). Die Teilfunktionen müssen nicht immer in einer Gesamtbewertung zusammengeführt werden. Dieser Schritt ist jedoch abhängig von Zielen und Anwendungsbereichen der Bodenfunktionskarte zu empfehlen, da er eine planerische Gesamtschau ermöglicht (Kap. 7; LABO 2006). Die Karten der Bodenteilfunktionen können zunächst jede für sich als Grundlage für funktionsbezogene Anwendungen herangezogen werden. Die Ausweisung von Böden mit hoher und sehr hoher Erfüllung einer Teilfunktion führt jedoch annähernd nie dazu, dass sich diese hoch und sehr hoch bewerteten Flächen überlagern. Daher sollten zum Schutz der Böden auch alle Teilfunktionsauswertungen in einer Gesamtbewertung gemeinsam betrachtet werden.

Die landesweit in Nordrhein-Westfalen verwendeten Methoden zur Bodenfunktionsbewertung des Geologischen Dienstes sind für die Bodenkarte 1:50.000 (BK50) im zugehörigen Bodenschutz-Fachbeitrag (GD NRW 2018) dokumentiert. Sie sind maßstabsunabhängig auch bei der großmaßstäbigen Bodenkarte 1:5.000 (BK5) und deren Bodenfunktionsbewertung anzuwenden.

Die Möglichkeiten und die Vorgehensweise zur Bewertung von Bodenfunktionen auf Grundlage der DGK5 Bo wurden durch das LANUV in einem Modellvorhaben in Pilotgebieten erarbeitet und in einem Bericht beschrieben (LANUV 2008). Eine direkte Auswertung der Klassenzeichen und Bodenwertzahlen der Bodenschätzung ist nach den in Bechler & Toth (2010) dokumentierten Methoden für die meisten Bodenteilfunktionen möglich (vgl. Dok. 2).

5.1 Biotopentwicklungspotential

Die Bewertung der Funktion Biotopentwicklungspotential auf Basis digitaler Bodenkarten erfolgt anhand der Methodik des GD NRW (2018) und kann über das darin enthaltene Attribut der Schutzwürdigkeit direkt abgerufen werden. Sie basiert auf den Kriterien Grundwasserstand, Staunässestufe, nutzbare Feldkapazität und Bodentyp.

Für die direkte Auswertung der Daten der Bodenschätzung, kann die in Bechler & Toth (2010) dokumentierte Methode zur Bewertung als „Sonderstandort für naturnahe Vegetation“ herangezogen werden. Die Methode wurde für das Bodeninventar Baden-Württembergs entwickelt. Daher sollte grundsätzlich geprüft werden, ob anhand der Schwellenwerte für Boden- und Grünlandzahl (Tabelle 18 Bechler & Toth 2010) die Böden mit extremen Eigenschaften (sehr trocken/nass, nährstoffarm/nährstoffreich) unter den hiesigen regionalen Bedingungen erfasst werden. Zudem ist zu testen, ob die Sondernutzungen Hutung und Geringstland in den Datensätzen Folie 42 /AX Bodenschätzung mit hinreichender Genauigkeit vermerkt sind. Insbesondere mit Blick auf das Alter und die unterschiedliche Qualität der Bodenschätzungsdaten in NRW sind Einträge zu Moor (Mo) unter Acker und Grünland oft kritisch zu hinterfragen.

Auf Basis naturschutzbezogener Daten (z. B. Biotopkataster) können die Kartengrundlagen in Aussagesicherheit und Aussagebereich erweitert werden (vgl. Kap. 4.1). Nutzungs- oder Vegetationsaufnahmen können z. B. herangezogen werden, um Informationen zur aktuellen Grund- und Staunässesituation und darauf basierende Bewertungen des Biotopentwicklungspotenzials zu bestätigen.

Sie können ihnen jedoch nicht flächenmäßig widersprechen, da die aktuelle Nutzung zwar Hinweise auf das bodenseitig vorhandene Potenzial gibt, dem Potenzial des Bodens jedoch nicht angemessen sein muss (z. B. Ackernutzung auf flachgründigen und trockenen Standorten).

5.2 Natürliche Bodenfruchtbarkeit

Die Bewertung der Funktion natürliche Bodenfruchtbarkeit erfolgt nach der Bewertungsmethode zur Schutzwürdigkeit der Böden des GD NRW (2018). Sie basiert auf den bodenphysikalischen Kennwerten zum Luft- und Wasserhaushalt sowie der Wasserverhältnisse (Grund- und Staunässe) wie sie in den Attributtabelle der BK50 bzw. BK5 zu jeder Bodeneinheit ausgehalten werden. Eine Einbeziehung der Forstbodenkarte zur Bewertung des Ertragspotenzials für Wald- und Gehölzflächen kann geprüft werden. In der Forstbodenkarte werden die bezüglich der natürlichen Bodenfruchtbarkeit schutzwürdigen Standorte direkt ausgewiesen.

Für die direkte Auswertung der Daten der Bodenschätzung im 1-m-Raum kann die in Bechler & Toth (2010) dokumentierte Methode zur Bewertung der „Natürlichen Bodenfruchtbarkeit“ herangezogen werden. Bewertet wird nach Boden- und Grünlandzahl. Als Zusatzparameter ist die Hangneigung einzubeziehen. Zu beachten ist, dass die Bodenschätzung die natürliche Bodenfruchtbarkeit im Wesentlichen indirekt über die Gründigkeit, den Humusgehalt und die Bodenart bewertet. Sie fokussiert dabei auf die Ertragsfähigkeit der Böden.

5.3 Reglerfunktion im Wasserhaushalt

Die Reglerfunktion des Bodens im Wasserhaushalt im 2-m-Raum wird anhand des Parameters Nutzbare Feldkapazität bewertet (GD NRW 2018).

Für die direkte Auswertung der Daten der Bodenschätzung (Bewertungsraum 1 m), kann die in Bechler & Toth (2010) dokumentierte Methode zur Bewertung der „Ausgleichskörper im Wasserkreislauf“ verwendet werden. Bewertet wird nach Boden- und Grünlandzahl. Als Zusatzparameter wird die Hangneigung einbezogen.

5.4 Regler- und Pufferfunktion im Stoffhaushalt

Nach GD NRW (2018) wird die Regler- und Pufferfunktion des Bodens im Stoffhaushalt innerhalb der Bodenfruchtbarkeit bewertet. Die Bewertung bezieht sich auf den effektiven Wurzelraum und fokussiert auf die Nährstoffversorgung von Pflanzen sowie mögliche Beeinträchtigungen durch pflanzenverfügbare Schadstoffe.

Für die Bewertung der Regler- und Pufferfunktion des Bodens im Stoffhaushalt innerhalb des 2-m-Raums können eigene Verfahren unter Anwendung geeigneter Parameter entwickelt werden. Das Verfahren ist dann fachlich in Abstimmung mit GD NRW bzw. LANUV herzuleiten. Es muss zu plausiblen und reproduzierbaren Bewertungsergebnissen führen.

Für die direkte Auswertung der Daten der Bodenschätzung, kann die in Bechler & Toth (2010) dokumentierte Methode zur Bewertung der Filter und Puffer für Schadstoffe im 1-m-Bewertungsraum herangezogen werden. Es ist zu beachten, dass die Methode speziell anhand des Spektrums der Böden und Ausgangsgesteine Baden-Württembergs entwickelt wurde. Die pH-Abhängigkeit der Wirksamkeit des Bodenpuffers wird bei der Auswertung der Bodenschätzung über das Gestein (silikatisch/karbonatisch) integriert. Bewertet wird nach Bodenart, Entstehung und Zustandsstufe.

5.5 Archivfunktion

Die Bewertung der Archivfunktion kann auf Basis der Karte der schutzwürdigen Böden 1:50.000 und der Bodenkarte 1:5.000 erfolgen. Das darin vorgehaltene Attribut der Schutzwürdigkeit aufgrund der Erfüllung der Archivfunktion kann direkt abgefragt werden. Dabei kann die Vielfalt von Bodenentwicklungen und die Einzigartigkeit mancher Bodenmerkmale die Aufstellung allgemeingültiger Ausweisungskriterien erschweren (GD NRW 2018). Diese Unsicherheiten lassen sich insbesondere auf der großmaßstäbigen Ebene konkreter Vorhaben (s. Einzelflächen 2.4) nur durch eine Bodenkartierung auflösen.

Eine Bewertung der Archivfunktion auf Grundlage der Bodenschätzungsdaten ist nicht möglich. Durch eine Bodenkartierung abzusichernde Hinweise auf Archivböden können ggf. die bodenkundlich beschriebenen Musterstücke liefern. Die gemeinsame Betrachtung der Kriterien Naturnähe und Seltenheit (siehe Kap. 5.9 und 5.10) kann zur Bewertung der Archivfunktion beitragen (LABO 2011).

5.6 Klassifizierung der Bewertung

Im Rahmen von Planungs- und Zulassungsverfahren auf großmaßstäbiger Ebene (z. B. in einer kommunalen Bodenfunktionskarte) wird – vergleichbar den naturschutzfachlichen Bewertungsverfahren – eine mindestens 5-stufige Klassifizierung der Bewertung benötigt, die eine flächendeckende Auskunft über die Funktionserfüllung der Böden ermöglicht. In der Tabelle 2 wurde beispielhaft eine Zuordnung der Bewertungsklassen 1 bis 5 zu der Bewertung

der Funktionserfüllung nach der 3. Auflage der Karte der schutzwürdigen Böden des GD und dem Ergebnis der Bodenfunktionskarte der Stadt Düsseldorf (Düsseldorf 2018) vorgenommen.

Tabelle 2: Bewertungsklassen des Funktionserfüllungsgrades für Bodenteilfunktionen auf Basis bodenkundlicher Parameter nach GD NRW (2018) und des 5-stufigen Bewertungssystems der Stadt Düsseldorf

Bewertungsklasse	Funktionserfüllung	
	GD NRW 2018, Tabelle 4	Stadt Düsseldorf 2018
1	nicht dargestellt	sehr gering
2	nicht dargestellt	gering
3	nicht dargestellt	mittel
4	hoch	hoch
5	sehr hoch	sehr hoch

Die Übertragung der Bewertungsergebnisse aus den in GD NRW (2018) beschriebenen Methoden in ein 5-stufiges System, wie im Beispiel der Tab. 2 für die Stadt Düsseldorf gezeigt, führt zunächst zu drei Klassen, da Bewertungen unterhalb der Klasse „hoch“ nicht weiter differenziert werden. Aus planerischer Sicht und für den kommunalen Planungsmaßstab ist eine weitere Untergliederung notwendig. Sie kann durch die Berücksichtigung weiterer Kriterien erfolgen, wie beispielsweise der stofflichen Belastung oder der Naturnähe (s. Tab. 3).

5.7 Schutzwürdigkeit und Funktionserfüllung

Mit der Funktionsbewertung wird der Erfüllungsgrad der Bodenteilfunktionen ermittelt. Sie ermöglicht es, die Leistungsfähigkeit der Böden in ihren Funktionen miteinander zu vergleichen und die Vielfalt der Bodenausprägungen fachlich fundiert in Planungsprozesse einzubringen.

Böden, welche die Bodenfunktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 2 des BBodSchG in besonderem Maße erfüllen, sind besonders zu schützen (§ 1 LBodSchG NRW). Im Ergebnis der Bodenfunktionsbewertung können Böden mit hoher Funktionserfüllung auf dieser Grundlage als schutzwürdig eingestuft werden. Um eine Abwägung zu ermöglichen, wird in der Bodenschutzpraxis die Schutzwürdigkeit meist in mehreren Stufen zugeordnet. Die Einstufung richtet sich dabei an der Höhe der Funktionserfüllung aus.

§ 2 BBodSchG setzt einen natürlichen Aufbau des Bodens für seinen Schutz nicht voraus. Bei gleicher Höhe der Funktionserfüllung sollte jedoch bei der Einstufung der Schutzwürdigkeit eine Rangfolge berücksichtigt werden. Hierbei kann folgendes Schema zur Orientierung dienen:

- 1) Archivboden: stets schutzwürdig
- 2) natürlicher Boden: schutzwürdig
- 3) anthropogener Boden: Einstufung als schutzwürdig ist möglich.

Anthropogene Böden mit hohem Funktionserfüllungsgrad können für bestimmte Anwendungen durchaus schutzwürdig sein. Werden im Rahmen einer Flächenrecyclingmaßnahme Böden für geplante Grünflächen so wiederhergestellt, dass sie mit ihrer Reglerfunktion im Wasserhaushalt als hoch zu bewerten sind, können sie auch als schutzwürdig für die Klimaanpassung eingestuft werden.

5.8 Stoffliche Belastung

Stoffliche Belastungen von Böden können im Rahmen der Bodenfunktionsbewertung berücksichtigt werden (LABO 2006). Geringe stoffliche Vorbelastungen sind eine wesentliche Voraussetzung für die hohe und sehr hohe Erfüllung der Lebensraum- und Reglerfunktion von Böden, während erhöhte Stoffgehalte zu Beeinträchtigungen dieser natürlichen Bodenfunktionen führen können. Ihre Ermittlung kann über die Ableitung von Schadstoffgehalten der Böden auf Grundlage von Bodenbelastungskarten erfolgen (vgl. Kap. 3.2). Die Schadstoffgehalte können dabei im Vergleich mit den Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerten der BBodSchV bewertet werden.

Dabei wird die Überschreitung von Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerten oder die Unterschreitung von Vorsorgewerten relevant (LABO 2006).

Eine entsprechende stoffliche Belastung kann je nach Art und Ausprägung mit Hilfe von Auf- bzw. Abwertung in der Bodenfunktionsbewertung berücksichtigt werden (LABO 2006) und erfolgt in der Regel durch die Anwendung von Zu- bzw. Abschlägen auf das Ergebnis der Teilfunktionsbewertung. Die im Letzteren entstehende Hervorhebung von Böden ohne stoffliche Vorbelastung ist besonders bei geringem Flächenanteil von Bedeutung.

Die Festlegung und Vergabe von Zu- und Abschlägen aufgrund stofflicher Belastung sollte unter Berücksichtigung der geogenen Hintergrundbelastung erfolgen. Ein hoher Anteil von Prüfwertüberschreitungen hebt die Bedeutung von Böden ohne stoffliche Vorbelastung hervor und sollte bei der Festlegung des Bewertungsschemas berücksichtigt werden.

Des Weiteren ist die Auf- bzw. Abwertung von Flächen nutzungsunabhängig, also auf alle im Untersuchungsraum abgebildeten Nutzungen, anzuwenden. Unabhängig davon ist der jeweils relevante Wirkungspfad bei der Prüfung auf Überschreitungen von Prüf- oder Maßnahmenwerten zu berücksichtigen. Eine Auf- bzw. Abwertung über das bestehende Klassifizierungsschema hinaus sollte generell nicht erfolgen.

In Abhängigkeit vom Anwendungsfall können stoffliche Belastungen in die Funktionsbewertung integriert oder separat dargestellt werden. Zum Auffinden von z. B. Potentialflächen für Aufwertungsmaßnahmen ist eine gesonderte Darstellung empfehlenswert (LABO 2006). Alternativ können sowohl eine Bodenfunktionskarte mit und ohne Berücksichtigung der stofflichen Belastung dargestellt werden, um ggf. eine (interkommunale) Vergleichbarkeit verschiedener Bodenfunktionskarten zu ermöglichen.

5.9 Naturnähe

Das Wirken des Menschen hinterlässt im Boden irreversible Änderungen, die sich im Regelfall auf die Prozesse der Bodenentwicklung und die Bodenfunktionen auswirken. Die Berücksichtigung der Naturnähe im Rahmen der Bodenfunktionsbewertung hat deshalb zum Ziel, den menschlichen Einfluss auf den Boden und die damit verknüpften Auswirkungen auf den Funktionserfüllungsgrad zu kennzeichnen. Dabei geht es nicht um eine naturschutzfachliche Bewertung der Naturnähe, sondern darum, anthropogene Einwirkungen im bodenschutzfachlichen Sinne zu beurteilen.

Wirkfaktoren

- Versiegelung
- Verdichtung
- Vermischung
- Abtrag/Erosion
- Auftrag
- Entwässerung
- Schadstoffeinträge

Insbesondere die in bestehenden Bewertungsansätzen unterstellte geringere Naturnähe landwirtschaftlich genutzter Böden gegenüber Wald- und Forstböden hält einer bodenschutzfachlichen detaillierten Bewertung nicht immer stand (LANUV 2011). In der Praxis werden landwirtschaftliche und forstwirtschaftlich genutzte Böden vom Geologischen Dienst in den bodenkundlichen Fachbeiträgen für die nordrhein-westfälischen Regionalpläne mit einer Naturnähe ≥ 4 eingestuft.

Naturnähe

Die Naturnähe gibt an, wie naturnah ein Boden ist, d.h. wie stark er vom Menschen beeinflusst bzw. gestört ist. Die Bewertung erfolgt in der Bodenschutz-Praxis anhand des sogenannten Hemerobie-Ansatzes.

Der *Hemerobie-Ansatz nach Jalas (1953, 1955) und Sukopp (1972)* ist ein aktualistischer Ansatz, der der Beschreibung des menschlichen Einflusses auf ein Ökosystem dient. Damit wird das heute noch vorhandene Potential eines Bodens für dessen Funktionserfüllung als Maßstab für die Bewertung seines Zustandes herangezogen.

Das *Naturnähekonzzept nach Ellenberg (1963)* ist ein rückblickend (historisierend) ausgerichteteter Ansatz, um den aktuellen Zustand der Natur mit Bezug auf einen „natürlichen Ur-Zustand“ zu beschreiben. Er wird im Naturschutz für die Bewertung der Naturnähe bzw. -ferne von Vegetation und Pflanzengesellschaften verwendet und ist dort eine wichtige Zielgröße.

Die Bewertung der Naturnähe dient zudem einer weiteren Differenzierung der großmaßstäbigen Bodenfunktionskarten. Schließlich ist es das Ziel, aussagekräftige Planungsgrundlagen zu erstellen, mit deren Hilfe Böden mit hoher Funktionserfüllung so weit wie möglich geschützt werden können (LABO 2006). Ein Beispiel hierfür ist im Aachener Leitfaden zur Bewertung von Eingriffen in das Schutzgut Boden (Stadt Aachen 2012) gegeben. Durch die dort angewendete Berücksichtigung der Naturnähe erschließen sich auch potenzielle Ausgleichsmaßnahmen, bei denen sich Boden- und Naturschutz sinnvoll ergänzen können (multifunktionale Maßnahmen).

Eine pauschale Herabstufung von naturfernen Böden in die niedrigste Funktionserfüllungsklasse ist nicht sinnvoll. Die Vorgehensweise zur Bewertung orientiert sich deshalb am LANUV-Arbeitsblatt 15 (2010). Mit Hilfe von Auf- und Abwertungen wird das Kriterium Naturnähe in die Bewertung der Bodenfunktionen integriert. Hierfür wird die Naturnähe von Böden in einem zweistufigen Bewertungsverfahren bestimmt:

Schritt 1: Einstufung der Naturnähe anhand von Nutzungsinformationen (z. B. Flächennutzungskartierung, Versiegelungsgrad). Die Identifikation anthropogen beeinträchtigter Böden erlaubt im Umkehrschluss die Identifizierung nicht-hemerober und damit potenziell naturnaher Böden.

Schritt 2: Bewertung von in Schritt 1 als potenziell naturnah eingestufte Böden danach, ob ggf. vorliegende Substrat- und Prozessveränderungen oder stoffliche Einflüsse den Grad der Naturnähe vermindern (z. B. anhand von Bodenkarten oder Geländeaufnahmen, Drainagekarten).

Die **Differenzierung** des Funktionserfüllungsgrades kann

- bei geringer Naturnähe der Böden zu einer Abwertung von Böden mit hoher und sehr hoher Funktionserfüllung oder
- bei hoher Naturnähe der Böden zu einer Aufwertung bis zur Bewertungsklasse 3

führen. Im Ergebnis können die in Tabelle 3 aufgeführten Bewertungsklassen ermittelt werden und die weitere Differenzierung der Bewertungsergebnisse ermöglichen.

Tabelle 3: Wertigkeit der Böden mit den nach Tab. 2 genannten Bewertungsklassen des Funktionserfüllungsgrades in Abhängigkeit von der Naturnähe

Bewertungs- klasse	Naturnähe				
	1 sehr gering	2 gering	3 mittel	4 hoch	5 sehr hoch
1	1 ohne besondere Schutzwürdigkeit	1 ohne besondere Schutzwürdigkeit	2 wenig wertvoll	3 mäßig wertvoll	3 mäßig wertvoll
2	1 ohne besondere Schutzwürdigkeit	1 ohne besondere Schutzwürdigkeit	2 wenig wertvoll	3 mäßig wertvoll	3 mäßig wertvoll
3	1 ohne besondere Schutzwürdigkeit	1 ohne besondere Schutzwürdigkeit	2 wenig wertvoll	3 mäßig wertvoll	3 mäßig wertvoll
4	1 ohne besondere Schutzwürdigkeit	2 wenig wertvoll	3 mäßig wertvoll	4 wertvoll	4 wertvoll
5	1 ohne besondere Schutzwürdigkeit	2 wenig wertvoll	3 mäßig wertvoll	5 sehr wertvoll	5 sehr wertvoll

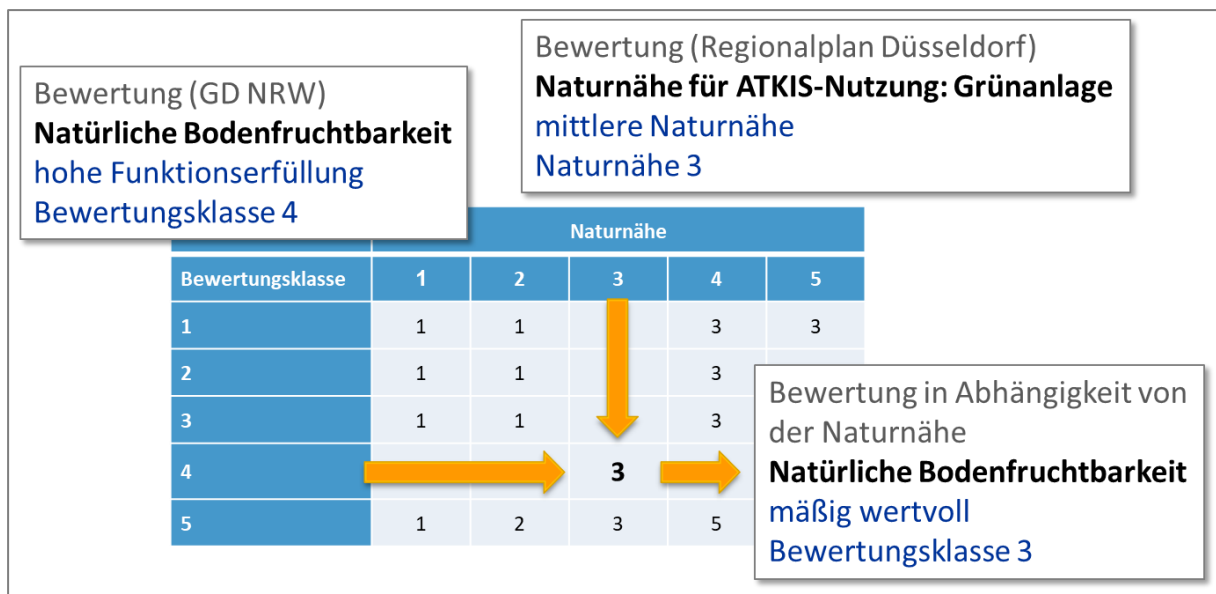


Abbildung 4: Beispiel für das Vorgehen zur Ableitung der Bewertung in Abhängigkeit von der Naturnähe nach Tabelle 3

Im Fall unsicherer Datengrundlagen für die Bewertung der Naturnähe kann es notwendig sein, die Ergebnisse der Ableitung potenziell naturnaher Böden durch Geländeaufnahmen zu verifizieren und ggf. zu präzisieren.

Auch naturferne Böden können als Archive der Kulturgeschichte angesehen werden, z. B. die Böden der historischen Bergbaugebiete, Kippen und Halden als Böden mit hohem kulturhistorischem Wert (LABO 2011). Bei einigen Böden mit Archivfunktion der Kulturgeschichte, z. B. Plaggenesche, Tiefenumbruchböden, ist das Kriterium der Naturnähe nicht anzuwenden, da diese Böden zur Erfüllung der Archivfunktionen anthropogene Einflüsse voraussetzen.



Archivfunktion vs. Flächenrecycling

Die Möglichkeit der Bewertung naturferner Böden als Archive der Naturgeschichte darf nicht dazu führen, dass industrielle Brachflächen nicht mehr für Flächenrecycling zur Verfügung stehen. Ausschlaggebend muss hier der zeitliche Aspekt sein. Orientierung können folgende Werte geben:

- 75 bis 150 Jahre werden z. B. benötigt, um mittel- bis langfristig wiederherstellbare Ökosysteme zu ersetzen. Diese Einstufung erfolgt in Anlehnung an Pflanzengesellschaften. Bodenentwicklung erfolgt sehr viel langsamer,
- Mehr als 150 Jahre werden benötigt, um langfristig wiederherstellbare Ökosysteme zu ersetzen. Wenn z. B. Biotop eine längere Entwicklungszeit benötigen, gelten sie als unersetzbar (Wulf 2001).

Ein konkretes Vorhaben kann den Ausschluss aber auch die gezielte Anwendung des Kriteriums Naturnähe in der Bewertung begründen. Beispielsweise sind im Rahmen der Flächenlenkung oder beim Auffinden von Potential-/Ausgleichsflächen oftmals Flächen mit geringer Naturnähe von besonderer Bedeutung.

Es besteht die Möglichkeit, die Funktionsbewertung sowie Darstellung der Bodenfunktionskarte mit und ohne Berücksichtigung der Naturnähe zu wählen. Dazu sollte die Bodenfunktionskarte neben den Themen der Teilfunktionen um ein Kartenthema der Naturnähe ergänzt werden.

5.10 Seltenheit

Das Bewertungsergebnis der Seltenheit wird entscheidend von der räumlichen Bezugsebene (z. B. Land, Region, Kommune), von der räumlichen Auflösung der verwendeten Bodenkarten (mittel-/großmaßstäbig) sowie von der inhaltlichen Auflösung der Bewertungsparameter (Bodentyp, Subtyp oder Subvarietät) bestimmt.

Im Rahmen der Gesamtbewertung sowie als Entscheidungsgrundlage für die Priorisierung einer Bodenfunktion kann, in Abhängigkeit von der Repräsentanz von Bodentypen bzw. Böden mit einer bestimmten Funktion innerhalb des Untersuchungsraums, ebenfalls das Kriterium der Seltenheit herangezogen werden (vgl. Kap. 7).

6 Validierung

6.1 Validierungskartierung

Eine Validierungskartierung dient der Überprüfung der Ableitungsregeln für die Funktionserfüllung bzw. Schutzwürdigkeit aus vorliegenden Bewertungsgrundlagen. Sie berücksichtigt dabei das Alter und den Funktionsbezug der Grundlagen, ohne diese in ihrer eigenen Aussage zu prüfen und zu erweitern (vgl. Nachkartierung in Kap. 3.3).

Die Erarbeitung einer Bodenfunktionskarte sollte stets mit einer Validierungskartierung ergänzt werden. Es erfolgen meist flächenrepräsentative, stichprobenartige Kartierungen, deren Ergebnisse eine Überprüfung (Validierung) der vorhandenen Datengrundlagen ermöglichen. Die Beschreibung der Böden erfolgt nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA5, Ad-hoc-AG Boden 2005). Validierungskartierungen sind beispielsweise erforderlich, wenn

- großmaßstäbige Datengrundlagen (BK5) fehlen,
- die Folie 42 alt oder von geringer Qualität ist,
- überlappende Kartengrundlagen zu widersprüchlichen Bewertungen führen,
- die Vorgeschichte der Nutzung unbekannt ist oder ihre Auswirkungen auf den Bodenaufbau und die Bodenprozesse nicht abschätzbar sind.

Die Validierungskartierung schließt mit einer Darstellung der Aussagesicherheit der Bodenfunktionsbewertung ab.



Beispiele für Generalisierungseffekte der BK50 mit Wirkung auf die Aussagesicherheit der Bodenfunktionsbewertung (nach Feldwisch et al. 2011)

- Unvollständige Ausweisung von flachgründigen Böden auf Hangrücken und Oberhängen erschwert die Erfassung von Böden mit hohem Biotopentwicklungspotenzial.
- Überzeichnung von Braunerden an Mittel- und Unterhängen anstelle von Kolluvisolen kann zu Unterschätzung des Flächenanteils von Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit führen.
- Bei Gleyen, Auengleyen und Kolluvisolen in Tal- bzw. Auenlagen kommt es
 - zu abweichenden Bodeneinheiten und
 - zu Überzeichnung der Geometrien insbesondere an kleineren Bächen und Flussauen.
- Überschätzung der Stauwasserstufe führt zu verstärkter Ausweisung des Biotopentwicklungspotenzials.

6.2 Plausibilitätsprüfung und Regionalisierung

Die Überprüfung auf Plausibilität der Funktionsbewertung bei gleichzeitigem Vorliegen verschiedener Kartengrundlagen beruht auf dem Vergleich der jeweiligen Bewertungsergebnisse auf Grundlage der unterschiedlichen verwendeten Bodenkarten (BK5, Bodenschätzung und

BK50). In der Regel ist die BK5 der BK50 sowie der Bodenschätzung aufgrund von Maßstab und Datenqualität vorzuziehen. Zur Validierung der Bewertungsergebnisse der BK50 und Bodenschätzung kann jedoch beispielsweise geprüft werden, welche der beiden Kartengrundlagen bzgl. einer oder mehrerer Kriterien besser mit der BK5 übereinstimmt. Diese Validierung kann in Ergänzung zum Abgleich mit den Ergebnissen der Validierungskartierung erfolgen (s. auch Kap 3.1.5).

Validierungsprozess und Plausibilitätsprüfung können zur fachlich begründeten Anpassung der Bewertungsergebnisse führen. Ziel ist es dabei, nicht plausible Resultate systematisch und nachvollziehbar für den Untersuchungsraum zu korrigieren. Diese Regionalisierung der Bodenfunktionsbewertung erfolgt auf Grundlage der angewendeten Bewertungsverfahren und kann vorgenommen werden durch

- ein Verschieben des Klassifikationsraums oder
- die Anpassung der Klassenbreiten.

Die Vorgehensweise bei der Regionalisierung ist in jedem Fall zu dokumentieren.

7 Gesamtbewertung

Die Bewertung von Bodenteilfunktionen bildet die Grundlage für die zusammenfassende Bewertung aller Bodenfunktionen eines Bezugsraums. Erst ihre Zusammenführung in einer Gesamtbewertung liefert eine planerisch verwertbare Gesamtaussage zur Bedeutung bzw. Schutzwürdigkeit des Bodens in einem Bezugsgebiet (LABO 2006).

Die Gesamtbewertung dient deshalb dem Schutz vor gesamtheitlichen Bodenverlusten in der Regionalplanung, bei Raumordnungsverfahren, in der Verkehrsplanung und der Flächennutzungsplanung. Sie ermöglicht zudem die Darstellung des quantitativen potenziellen Flächen- und Funktionsverlustes in der Eingriffsbewertung.

7.1 Grundtypen der Gesamtbewertung

In der Bodenschutzpraxis wird zwischen den drei wesentlichen Grundtypen Maximalwertprinzip, Mittelwertprinzip und Priorisierung bei der Zusammenführung von Bewertungsergebnissen der Bodenteilfunktionen unterschieden (LABO 2006).

Die reine Anwendung des **Maximalwertprinzips** kann die Ausweisung eines besonders hohen Flächenanteils von Böden mit hoher und sehr hoher funktionaler Bewertung zur Folge haben, insbesondere bei der Berücksichtigung gegenläufiger Teilfunktionen (z. B. Biotopentwicklungspotenzial und natürliche Bodenfruchtbarkeit; LABO 2006). Alternativ zur ausschließlichen Anwendung des Maximalwertprinzips können die Bewertungsergebnisse mehrerer bedeutender Teilfunktionen gleichberechtigt berücksichtigt werden (Priorisierung).



Prinzipien der Aggregation in der Gesamtbewertung

Maximalwertprinzip

Nach dem Maximalwertprinzip bestimmt jene Bodenteilfunktion, die das jeweils höchste Bewertungsergebnis erreicht, den Gesamtwert einer Fläche. Alle Flächen mit hohem Funktionserfüllungsgrad gehen dabei unabhängig von der betroffenen Teilfunktion gleichwertig in die Gesamtbewertung ein.

Mittelwertprinzip

Nach dem Mittelwertprinzip errechnet sich der Gesamtwert einer Fläche aus dem arithmetischen Mittel der Bewertungsergebnisse der jeweiligen Bodenteilfunktionen. Alle Teilfunktionen gehen dabei gleichwertig in die Gesamtbewertung ein.

Priorisierung

Bei der Priorisierung werden eine oder einzelne Bodenteilfunktionen auf Grundlage spezifischer Schutzziele (z. B. landesweit) oder aufgrund ihrer Bedeutung im jeweiligen Bezugsgebiet bzw. Planungsvorhaben bei der Gesamtbewertung stärker berücksichtigt oder in eine Rangfolge der Berücksichtigung gebracht.

Durch die Anwendung des **Mittelwertprinzips** werden, abhängig von den berücksichtigten Bodenteilfunktionen, die mittleren Bewertungsklassen im Gesamtergebnis dominieren. So werden gegenläufige Teilfunktionen (s.o.) ihre Funktionserfüllungsgrade dabei gegenseitig ausgleichen und die Aussagekraft des Ergebnisses reduzieren (Helbig & Herweg 2017).

Für Planungs- und Zulassungsverfahren ist die reine Mittelwertbildung nicht empfehlenswert. Hier wird die gewichtete Mittelwertbildung bzw. Priorisierung von Bodenteilfunktionen bei der Mittelwertbildung bevorzugt.

Die **Priorisierung** einer oder mehrere Bodenteilfunktionen innerhalb des Gesamtbewertungsverfahrens erfordert eine vorangegangene Begründung der jeweiligen Relevanz, und ihre Herleitung ist zu dokumentieren. Sie ermöglicht die Hervorhebung bedeutender Bodenfunktionen und stärkt damit deren Gewicht bei der Abwägung der Schutzgüter (vgl. LABO 2006). Die Priorisierung findet häufige Anwendung in der Planungspraxis, da sie einen besonderen Bezug der Gesamtbewertung zum konkreten Anwendungsfall ermöglicht. Entsprechend sind Kriterien, die regelmäßig bei der Priorisierung berücksichtigt werden, beispielsweise:

- lokale Besonderheiten des Untersuchungsraumes,
- räumliche Verbreitung bzw. Seltenheit bestimmter Bodentypen und von Böden mit bestimmter Funktionserfüllung,
- Zielsetzung und Anwendungsbereich der Bodenfunktionskarte, z. B. Planungsvorhaben,
- spezifische Schutzziele der Kommune.

In Ergänzung zur individuellen Priorisierung von Bodenfunktionen im Einzelfall ist die generelle **Priorisierung der Archivfunktion** praxiserprobt und vermittelbar. Böden mit Erfüllung der Archivfunktion sind oft nur kleinräumig vertreten, die ihnen zugrundeliegenden Entstehungsprozesse selten und Eingriffe in diese Böden meist irreversibel. Ihnen wird oftmals eine besondere Bedeutung im vorsorgenden Bodenschutz zugeordnet.

7.2 Gesamtbewertung in der Bodenschutzpraxis

Die Auswahl des für den Bezugsfall geeigneten Gesamtbewertungsverfahrens empfiehlt sich in Anlehnung an LABO (2006). In der Bodenschutzpraxis finden Varianten sowie Kombinationen der vorgestellten Grundtypen einer Gesamtbewertung sowie mehrstufige Bewertungsprozesse Anwendung. Reine Mittelwert- bzw. Maximalwertverfahren sind dabei nicht von Bedeutung. Im Folgenden werden zwei ausgewählte Beispiele der in der Praxis des vorsorgenden Bodenschutzes verwendeten Verfahren der Gesamtbewertung vorgestellt.



Beispiel 1: Abbildung der natürlichen Bodenfunktionen

Die Zusammenfassung der Bewertungsergebnisse der Bodenteilfunktionen natürliche Bodenfruchtbarkeit, Reglerfunktion im Wasserhaushalt und Regler- und Pufferfunktion im Stoffhaushalt ermöglicht die Abbildung und Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen. Diese Teilfunktionen sind zumeist durch eine ähnliche Funktionserfüllung charakterisiert. Eine Zusammenfassung kann sowohl nach dem Maximalwert- als auch nach dem Mittelwertprinzip erfolgen.

Flächen, die von Bebauung freigehalten werden sollen, sind i.d.R. primär durch eine hohe Funktionserfüllung der drei o.g. Teilfunktionen gekennzeichnet. Eine Priorisierung mit dem Biotopentwicklungspotenzial als vierte der natürlichen Bodenfunktionen berücksichtigt alle Funktionen gleichwertig. Dieses Vorgehen dient dem Erhalt von meist seltener und an Extrembedingungen angepasster Flora und Fauna, mit dem nachhaltigen Ziel der Förderung der Biodiversität.

Die abschließende und damit übergeordnete Priorisierung der Archivfunktion erfolgt mit dem Ziel, seltene Böden bzw. Böden mit besonderer Entstehungsgeschichte zu schützen.



Beispiel 2: Priorisierung von Bodenfunktionen und Maximalwertprinzip

Die Priorisierung von Bodenteilfunktionen kann über ihre Zuweisung zu Gewichtungsstufen hohen bzw. niedrigen Ranges erfolgen. Die Bewertung der Relevanz der Bodenteilfunktionen und damit die Zuordnung zu Gewichtungsstufen erfolgt dabei immer einzelfallabhängig.

Anwendungsbeispiel Bodenfunktionskarten Stadt Hamm (2012) und Kreis Recklinghausen (2017)

Die Bodenteilfunktionen natürliche Bodenfruchtbarkeit, Biotopentwicklungspotenzial und Archivfunktion werden aufgrund ihrer Relevanz in der Bewertungspraxis der Gewichtungsstufe 1 (hoch) zugeordnet. In Gewichtungsstufe 2 (niedrig) werden die Reglerfunktion im Wasserhaushalt und die Regler- und Pufferfunktion im Stoffhaushalt berücksichtigt. Die zusammenfassende Funktionsbewertung in fünf Klassen der Schutzwürdigkeit (sehr hoch = 5 bis sehr gering = 1) erfolgt über die Kombination aus Gewichtungsstufe und Ergebnis der fünfstufigen Teilfunktionsbewertung (Wertestufe).

- Böden, die mindestens eine der Teilfunktionen der Gewichtungsstufe 1 in sehr hohem Maß erfüllen (Wertestufe 5), weisen die höchste Gesamtschutzwürdigkeit auf.
- Böden, die mindestens eine der Teilfunktionen der Gewichtungsstufe 1 in hohem Maß erfüllen (Wertestufe 4), weisen die zweithöchste Gesamtschutzwürdigkeit auf.
- Böden, die mindestens eine der Teilfunktionen der Gewichtungsstufe 1 in mittlerem Maß erfüllen (Wertestufe 3), weisen die dritthöchste Schutzwürdigkeit auf
- Böden, die hinsichtlich der Teilfunktionen der Gewichtungsstufe 1 eine geringe oder sehr geringe Schutzwürdigkeit aufweisen (Wertestufe 2 oder 1), werden anhand ihres Erfüllungsgrades ihrer Reglerfunktion im Wasser- und Stoffhaushalt bewertet. Erfüllen sie eine davon in sehr hohem oder hohem Maße (Wertestufe 5 oder 4), weisen sie die dritthöchste Schutzwürdigkeit auf. Entsprechend werden Böden, die der Wertestufe 3 entsprechen, mit einer geringen Gesamtschutzwürdigkeit bewertet.
- Böden, die keines der genannten Kriterien erfüllen, werden der geringsten Schutzwürdigkeitsstufe zugeordnet.

8 Hinweise zur Datenhaltung und Fortschreibung

Ein Geographisches Informationssystem (GIS) ist dazu geeignet, räumliche Daten und Sachdaten strukturiert in größerer Menge zu verwalten und miteinander zu verknüpfen. Mit Blick auf die fachübergreifende Anwendbarkeit von Bodenfunktionskarten sollte der Datenbestand so abgelegt werden, dass er für alle beteiligten Abteilungen der kommunalen Verwaltung geregelt verfügbar ist (z. B. intranetbasiertes Geodatenportal). Ziel ist es, die Daten von verschiedenen Seiten einsehbar zu machen und unter Zugriff auf andere Geometrie- und Sachdaten (z. B. Brachflächenkataster, Altlastenkataster, Bebauungspläne usw.) Auswertungen zu ermöglichen (LANUV 2015b).

Hilfreich insbesondere für die einzelfallbezogene Beurteilung der Aussagesicherheit von Karteninhalten ist die Möglichkeit des Abgleichs mit Punktdaten einer Bohrdatenbank (z. B. aus vorhabensbezogenen Bodenkartierungen, Baugrunderkundungen, dem Ausbau von Grundwassermessstellen usw.). Kommunale Ausschreibungen von Sondierungen könnten hier grundsätzlich die Anforderung zur bodenkundlichen Beschreibung nach KA5 beinhalten um Auswertungen zu erleichtern bzw. zu ermöglichen.

In den letzten Jahren hat das Interesse der Bürger/-innen und der Fachanwender/-innen aus Wirtschaft, Verwaltung, Recht und Wissenschaft an einer freien Nutzung von Geobasisdaten stetig zugenommen. Viele Kommunen veröffentlichen daher sukzessive verschiedene Datensätze ihrer Stadtverwaltung unter dem Open Data-Ansatz. Open Data bedeutet die freie Verfügbar- und Nutzbarkeit von meist öffentlichen Daten. Er beruht auf der Annahme, dass vorteilhafte Entwicklungen eingeleitet werden, wenn Daten für jedermann frei zugänglich gemacht werden (Stadt Bochum 2019). Daraus ergeben sich einige Anforderungen an die Datenhaltung. Neben der Berücksichtigung von Eigentümerbelangen sollte stets gewährleistet werden, dass aus dem Datensatz ohne großen Aufwand Kartenausschnitte und entsprechende Metadaten ausgewählt und dargestellt werden können. Dem Metadatenkatalog kommt dabei eine große Bedeutung zu, da die Verständlichkeit der Daten und ihrer Inhalte eines der wichtigsten Kriterien für die öffentliche Datenbereitstellung ist.

Eine Aktualisierung der Bodenfunktionsbewertungsergebnisse kann beispielsweise erforderlich sein, bei

- Aufkommen neuer Fragestellungen (z. B. Aufbau eines Flächenpools für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, Klimaschutz und Klimaanpassung),
- Erweiterung des Untersuchungsraumes (z. B. nach großflächigen Rekultivierungsmaßnahmen),
- veränderten Anforderungen an die Aussagesicherheit der Bodenfunktionskarte,
- Vorliegen verbesserter Datengrundlagen (z. B. aktuelle Kartierverfahren BK5).

Eine strukturierte und gut dokumentierte Ablage der Vorarbeiten verringert dann den Aufwand für eine Wiederaufnahme der Bodenfunktionsbewertung erheblich.

9 Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in der Umweltprüfung der Bauleitplanung

Böden müssen in der nach § 2 Abs. 4 BauGB vorgeschriebenen Umweltprüfung als gleichberechtigtes Schutzgut betrachtet werden können. Aber auch unabhängig vom Erfordernis einer Umweltprüfung ist stets eine Ermittlung und Bewertung der Umweltbelange durchzuführen (HLNUG 2019). Dies schließt das Schutzgut Boden ein. Eingriffe in die Umweltschutzgüter unterliegen dabei einem multifunktionalen Ausgleichserfordernis (§ 1a Abs. 3 BauGB und § 18 BNatSchG).

Um Bodenschutzbelange in der Umweltprüfung berücksichtigen zu können, bestehen folgende Anforderungen (LABO 2009 in Stadt Aachen 2012):

- Beschreibung des Ist-Zustandes der Böden und flächenhafte Verteilung der Böden,
- Beschreibung der Auswirkungen des Planvorhabens auf den Zustand des Bodens (Plan-Zustand),
- Prüfung von Planungsalternativen,
- Ermittlung von Maßnahmen zur Vermeidung, Minderung Ausgleich der erwarteten Beeinträchtigungen,
- Auswahl und Planung geeigneter Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen,
- Maßnahmen zur Überwachung.

Die Bewertung der Bodenfunktionen ist hierbei der Schlüssel, denn sie ermöglicht es, die Böden in der gesamten Vielfalt ihrer Erscheinungsformen zu erfassen und die Eingriffsregelung auf Grundlage von Wertzahlen fachlich fundiert und sachgerecht auf das Schutzgut Boden anzuwenden.

Das Ergebnis der bodenfunktionalen Gesamtbewertung kann dabei direkt in die Anwendung der Ausgleichregelung einfließen: Durch die Multiplikation der in Anspruch genommenen Flächengröße mit der Differenz aus den Wertstufen vor (Ist-Zustand) und nach dem Eingriff (Plan-Zustand) erfolgt die Berechnung des Ausgleichsbedarfs. Minderungsmaßnahmen während des Eingriffs reduzieren dessen Höhe und damit den Ausgleichsbedarf.

Nähere Ausführungen hierzu und Beispiele für die Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in der Eingriffsregelung sind bspw. in HLNUG (2019) sowie BMVI (2018) gegeben. Eine hilfreiche Arbeits- und Entscheidungsgrundlage für Planungs- und Genehmigungsverfahren auf kommunaler Ebene und die Auswahl bodenbezogener Ausgleichsmaßnahmen liegt für NRW mit dem „Leitfaden Boden“ der Stadt Aachen zur Bewertung von Eingriffen in das Schutzgut Boden vor (Stadt Aachen 2012).

10 Literatur

- Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.), 5. Aufl., Hannover 2005.
- BMVI (2018): Bewertung von Bodenfunktionen im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung bei Straßenbauvorhaben. Bearbeitet von Kastler, M, Lazar, S., Höke, S., Molt, C. & Schippers, B., Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 1135, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.).
- Bechler, K. & Toth, O. (2010): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit – Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. Hrsg.: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Bodenschutz, Band 23.
URL (letzter Aufruf 21.05.2019): <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/74536/>
- Ellenberg, H. (1963): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in kausaler, dynamischer und historischer Sicht. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Eswaran H., Reich, P.F., Kimble, J.M., Beinroth, F.H. Padmanabhan, E. & Moncharoen, P. (2000): Global Carbon Stocks. In: Global Climate Change and Pedogenic Carbonates. Lal. R., Kimble, J.M., Eswaran, H. & Steward, B.A. (Hrsg.). Lewis, Boca Raton, Fla. (USA).
- Feldwisch, N., Neite, H., Düntgen, J. (2011): Grundlagen und Anwendungsbeispiele von Bodenfunktionskarten in Nordrhein-Westfalen. In: Bodenschutz 02/11, S. 37-46.
- Fischlin, A. et al. (2007): Ecosystems, their properties, goods and services. In Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution to Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- GD NRW (2012): Die Karte der schutzwürdigen Böden in NRW 1: 50 000 – zweite Auflage 2004, fortgeführt, mit Erläuterungen für die Planungsregion Düsseldorf. Bearbeitung: Schrey, H. P. Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (GD NRW).
- GD NRW (2018): Die Karte der schutzwürdigen Böden von NRW 1:50.000 – dritte Auflage 2018. Bodenschutz-Fachbeitrag für die räumliche Planung. Bearbeitung: Schrey, H. P. Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (GD NRW).
- Helbig, H. & Herweg, U. (2017): Bewertung des Schutzgutes Boden in der Umweltprüfung – Ergebnis einer Auswertung von 20 Bewertungsverfahren in Deutschland. In: Bodenschutz 04/2017, S. 112-119.
- HLNUG (2019): Kompensation des Schutzgutes Boden in der Bauleitplanung nach BauGB Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden in Hessen und Rheinland-Pfalz. Bearbeitet von Miller, R., Friedrich, K., Sauer, S. & Vorderbrügge, T. Umwelt und Geologie Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 14. Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Hrsg.). Wiesbaden. URL (letzter Aufruf 21.05.2019):
https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/BBH14_2019.pdf
- Jalas, J. (1953): Hemerokrit ja hemerobit. In: Luonnon Tutkija 57: S. 12-16.

- Jalas, J. (1955): Hemerobe und hemerochore Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. In: Acta Soc. Flora Fauna Fennica 72, S. 1-15.
- Kreis Recklinghausen (2017): Digitale Bodenfunktionskarte Recklinghausen. Kreis Recklinghausen. Bearbeitung IFUA Projekt GmbH. Fachdienst Umwelt Kreis Recklinghausen (Hrsg.).
- LABO (2006): Orientierungsrahmen zur zusammenfassenden Bewertung von Bodenfunktionen. Bearbeitung: Feldwisch, N., Balla, S. & Friedrich, C. Abschlussbericht zum LABO-Projekt B 3.05. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) (Hrsg.)
URL (letzter Aufruf 28.01.2019):
https://www.labo-deutschland.de/documents/TOP111_Endbericht_20b.pdf
- LABO (2009): Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB –Leitfaden für die Praxis der Bodenschutzbehörden in der Bauleitplanung. Bearbeitung: Peter, M., Miller, R., Kunzmann, G. & Schittenhelm, J. Abschlussbericht zum LABO-Projekt B 1.06. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) (Hrsg.)
URL (letzter Aufruf 21.05.2019):
https://www.labo-deutschland.de/documents/umweltpruefung_494_2c1.pdf
- LABO (2011): Leitfaden Archivböden – Empfehlungen zur Bewertung und zum Schutz von Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte, bearbeitet von Lazar, S.; Kaufmann-Boll, C.; Schippers, B.: Bericht zum LABO-Vorhaben B 1.09: Bodenfunktion „Archiv der Natur- und Kulturgeschichte“ des Länderfinanzierungsprogramms Wasser, Boden, Abfall der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO).

URL (letzter Aufruf 28.01.2019):
https://www.labo-deutschland.de/documents/Leitfaden_Archivboeden_335.pdf
- Lal, R. (2004): Soil carbon sequestration to mitigate climate change. In: Geoderma. 123:1-22.
- LANUV (2008): Modellvorhaben zur Harmonisierung der Bodenfunktionsbewertung auf Grundlage großmaßstäbiger Bodenkarten. Bearbeitung: Feldwisch, N., Friedrich, C., Düntgen, J., Dankelmann, E., Betzer, H.-J. & H.-P. Schrey. Abschlussbericht zum Werkvertrag 125/07 im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), Recklinghausen.
URL: (letzter Aufruf 18.05.2019):
<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/bodenschutz-und-altlasten/bodenschutz/bodenschutz-in-der-planung/grossmassstaebige-bodenkarten/>
- LANUV (2010): Berücksichtigung der Naturnähe von Böden bei der Bewertung ihrer Schutzwürdigkeit, Bearbeitung: Feldwisch, N., & Düntgen, J. Arbeitsblatt 15, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV), Recklinghausen.
URL (letzter Aufruf 21.05.2019):
https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/40015.pdf
- LANUV (2015a): Kühlleistung von Böden. Leitfaden zur Einbindung in stadtklimatische Konzepte in NRW. Bearbeitung: Kastler, M. & Molt, C. LANUV-Arbeitsblatt 29. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Recklinghausen
URL (letzter Aufruf 21.05.2019):

https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/arbla29/LANUV-Arbeitsblatt%2029_web.pdf

LANUV (2015b): Leitfaden zur Erfassung von Brachflächen in Nordrhein-Westfalen. Bearbeitung: Berief, K.-J., Pankratz, E., Kaufmann-Boll, C. & Kastler, M. LANUV-Arbeitsblatt 26. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Recklinghausen.

URL (letzter Aufruf 21.05.2019):

https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/40026.pdf

MKULNV NRW (2011): Handbuch Stadtklima. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Referat VII B-1: Raumordnung und Landesplanung, Flächenverbrauch, Klimaanpassung (Hrsg.), Düsseldorf.

MKULNV (2015): Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen für die Gefahrenermittlung und Sanierung von Altlasten sowie für weitere Maßnahmen des Bodenschutzes (Bodenschutz- und Altlastenförderrichtlinien – BAFrl). RdErl. d. Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz - IV - 4 - 551.01 v. 13.1.2015.

Schrey (2017): Die Karte der schutzwürdigen Böden von NRW 1:50.00, 3. Aufl. Bodenschutz 01/17, S. 17-22.

Stadt Aachen (2012): Leitfaden Boden – Aachener Leitfaden zur Bewertung von Eingriffen in das Schutzgut Boden. Fachbereich Umwelt (FB 36) Stadt Aachen (Hrsg.).

URL (letzter Aufruf 19.05.2019):

http://aachen.de/de/stadt_buerger/umwelt/pdf/leitfaden_schutzgut_boden.pdf

Stadt Bochum (2019): Open Data-Portal der Stadt Bochum.

URL (letzter Aufruf 29.01.2019): <https://www.bochum.de/opendata>

Stadt Düsseldorf (2018): Bodenfunktionskarte für die Stadt Düsseldorf. Bearbeitung: ahu GmbH. Landeshauptstadt Düsseldorf Umweltamt (Hrsg.).

Stadt Hamm (2012): Bodenfunktionskarte für die Stadt Hamm. Bearbeitung: IFUA Projekt-GmbH. Umweltamt Stadt Hamm (Hrsg.).

Stadt Mülheim (2015): Bodenfunktionsbewertung Mülheim an der Ruhr – Untersuchung repräsentativer Teilflächen zur Absicherung der ausgewerteten Datenbasis. Referat VI Umwelt, Planen und Bauen Stadt Mülheim (Hrsg.)

Sukopp, H. (1972): Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Menschen. In: Berichte über Landwirtschaft 50, S. 112-139.

Wald und Holz NRW: Industriebwald Ruhrgebiet. Internetangebot des Landesbetriebes Wald und Holz Nordrhein-Westfalen.

URL (letzter Aufruf 08.02.2019):

<https://www.wald-und-holz.nrw.de/ueber-uns/einrichtungen/regionalforstaemter/ruhrgebiet/industriebwald-ruhrgebiet/>

Wulf, A.J. (2001): Die Eignung landschaftsökologischer Bewertungskriterien für die raumbezogene Umweltplanung. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität Kiel.

11 Anhang

Anhang 1

Auswahl von Datengrundlagen, mögliche Anwendungsbereiche und mögliche relevante Inhalte für die Erstellung von Bodenfunktionskarten

Datengrundlagen	Anwendung	Relevante Inhalte
Bodenkarten - BK50 - BK5 - Bodenschätzung (DGK5Bo, Folie 42 und/ oder AX_Bodenschätzung) - FSK50 (Forst)	Bodenfunktionsbewertung Ausschlussflächen, Naturnähe	Bodeneinheiten/Klassenzeichen, Bodenkennwerte, Schutzwürdigkeit der Böden Auffüllungen, Abgrabungen, Veränderungen Grund-/Stauwasserstufe
Bodenbelastungskarten	Untersuchungsraum, stoffliche Vorbelastung, Naturnähe, Humusgehalt	stoffliche Vorbelastung, Zeiträume der Flächeninanspruchnahme für Bebauung, TOC, pH-Werte
ATKIS (1:25.000)	Untersuchungsraum, Naturnähe	Flächennutzung (mittlerer Maßstab)
Flächennutzungskartierung (1:5.000 – 1:10.000)	Untersuchungsraum, Naturnähe	Flächennutzung (großmaßstäbig), Versiegelungsgrad als Attribut ausgehalten oder abschätzbar
Historische Karten, Luftbilddauswertungen	Naturnähe	Nutzungsabfolge verschiedener Zeiträume
Karte der Versiegelung	Untersuchungsraum, Naturnähe	Versiegelungsgrad
Trümmerschuttkarten	Ausschlussflächen, Naturnähe	Auffüllungen
Drainagekarten	Naturnähe	Veränderungen Grund-/Stauwasser aufgrund Hydromelioration landwirtschaftlicher Nutzflächen
Biotopkataster NRW und gesetzlich geschützte Biotope nach § 42 LNatSchG NRW NRW NSG, Naturdenkmale, Landschaftsplan Natura 2000 FFH-Gebiete	Bewertung des Biotopotenzial, Naturnähe	Landschaftsinventar Bestandsalter, z. B. von Waldflächen
Karte der Binnendünen Karte der Befestigungsanlagen Geotop-Kataster des GD NRW Bodendenkmäler des Westfälischen und Rheinischen Amtes für Bodendenkmalpflege Lokale Vereine	Bewertung der Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	
Digitales Geländemodell (DGM)	Hangneigung	Hangneigung
Grundwassergleichenkarte	Grundwasserflurabstand	Verrechnung mit DGM
Vorhandene Bodenuntersuchungen		Aussagen zum Bodenaufbau

Anhang 2

Methoden zur Bewertung der Bodenteilfunktionen und verwendete Parameter

Boden(teil)funktion	BK 1:5.000 und 1:50.000	Bodenschätzung
Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	GD NRW 2018: Tab. 1, Kap. 3.2, Anlage 2; z. B. tertiäre Substrate durch historische Agrartechniken entstanden Reliktböden	Auf Grundlage der Bodenschätzung nicht bewertbar.
Biotopentwicklungspotenzial (Extremstandorte als Lebensraum für seltene Pflanzen und Tiere)	GD NRW 2018: Tab. 1, Kap. 3.3, Anlage 3 Moore grundnasse Böden wechselfeuchte Standorte (extrem) trockene Standorte	Bechler & Toth (2010) Klassenzeichen (Vg, Mo) Boden- und Grünlandgrundzahl (< 34)
natürliche Bodenfruchtbarkeit / Regler- und Pufferfunktion	GD NRW 2018: Tab. 2, Kap. 3.4 nutzbare Feldkapazität Feldkapazität Luftkapazität Grundwasser Staunässe effektive Durchwurzelungstiefe Kationenaustauschkapazität	Bechler & Toth (2010) Boden- und Grünlandzahl <i>Hangneigung</i> Bewertungsraum: 1 m
Stoffhaushalt	z. B. Methode Düsseldorf KAK und Sickerwasserrate	Bechler & Toth (2010) Bodenart, Entstehung, Zustandsstufe, Wasserverhältnisse Bewertungsraum: 1 m
Wasserhaushalt im 2-Meter-Raum	GD NRW 2018: Kap. 3.5 nutzbare Feldkapazität	Bechler & Toth (2010) Bodenart, Entstehung, Zustandsstufe <i>Hangneigung</i> Bewertungsraum: 1 m
Klimafunktion/ Kohlenstoffspeicher	GD NRW (2018): Kap. 3.6 Grundwasser Staunässe Anteil organischer Substanz	Auf Grundlage der Bodenschätzung nicht bewertbar. Ggf. Auswertung von Klassenzeichen (z. B. Mo) und Wasserverhältnissen (z. B. Wasserstufe 4 oder 5). prüfen.

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de