



Geofakten 40

■ **Boden**

Bodenkundliche Netzdiagramme als Beitrag zur Berücksichtigung von Bodenfunktionen und -empfindlichkeiten in der Planungspraxis

Stadtmann, R., Bug, J. & Waldeck, A.

Oktober 2022

Das Schutzgut Boden ist in verschiedenen Planungs- und Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen. Um dies fachgerecht vorzunehmen, sollten Böden in zu erarbeitenden umweltfachlichen Unterlagen ausführlich beschrieben werden. Da der Schutz des Bundes-Bodenschutzgesetzes den Bodenfunktionen gilt, ist eine Bodenfunktionsbewertung zentraler Gegenstand dieser Beschreibung. Umfangreiche Eindrücke aus der Planungspraxis zeigen allerdings, dass die Bodenfunktionen noch zu häufig nur unzureichend in die Planungsunterlagen einfließen und demzufolge auch nicht hinreichend in der Abwägung berücksichtigt werden können. In diesem Geofakt wird mit den bodenkundlichen Netzdiagrammen ein Werkzeug vorgestellt, welches zur Behebung dieser Defizite beitragen soll. Das bodenkundliche Netzdiagramm stellt Bewertungen der natürlichen Bodenfunktionen, der Archivfunktionen sowie der Klimafunktion für jede Flächeneinheit der BK50 übersichtlich dar. In einem zweiten Diagramm werden (ebenfalls für jede Flächeneinheit) die Empfindlichkeiten der Böden abgebildet. Die Anwendung der hier vorgestellten bodenkundlichen Netzdiagramme ist vielfältig, wird aber insbesondere für die vorbereitende Bauleitplanung empfohlen. Sie stehen nicht in Konkurrenz zu vorliegenden regionalspezifischen Bodenfunktionsbewertungskarten, die bei Verfügbarkeit bevorzugt zu verwenden sind.

Die Nutzungs- und Kommunikationshinweise zu den Bodenkundlichen Netzdiagrammen befinden sich auf einem separaten Blatt.

Bodenfunktionen, Bodenfunktionsbewertung, Empfindlichkeiten, Netzdiagramme, Planung.

1. Einleitung

Das Schutzgut Boden ist in Planungs- und Genehmigungsverfahren skalenübergreifend von der landesweiten und regionalen Planung über großräumige Planfeststellungsverfahren bis hin zur kommunalen Bauleitplanung zu berücksichtigen (vgl. BUG et al. 2019). Regelmäßig müssen hierbei die Auswirkungen auf den Boden als eines der Schutzgüter des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) geprüft werden.

Die Grundlage zur fachlichen Beurteilung des Schutzgutes Boden liefert dabei das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) mit den in § 2 definierten **Bodenfunktionen**. Sie beschreiben die Leistungen des Bodens für Mensch und Umwelt, die dieser aufgrund seiner unterschiedlichen Eigenschaften erbringen kann (AD-HOC-AG BODEN 2005). Im Fokus des vorsorgenden Bodenschutzes stehen insbesondere die **natürlichen Bodenfunktionen sowie die Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte** (vgl. Tab. 1). Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen und der Archivfunktionen vermieden werden (vgl. § 1 BBodSchG).

Zur fachgerechten Berücksichtigung in Planungen sollte das Schutzgut Boden in den zu erarbeitenden Umweltberichten oder anderen umweltfachlichen Gutachten ausführlich beschrieben werden. Da der Schutz des Bundes-Bodenschutzgesetzes den Bodenfunktionen gilt, ist eine **Bodenfunktionsbewertung** zentraler Gegenstand dieser Beschreibung (LABO 2009, 2018). Der Umweltzustand und die Umweltauswirkungen sind in den Unterlagen so zu beschreiben, dass sie im Rahmen von Abwägungsprozessen angemessen in die Entscheidung einfließen können. Eine maßstabsgerechte Bodenfunktionsbewertung bildet hierzu die zentrale Grundlage (LABO 2009).

Einen wichtigen Standard für die Berücksichtigung der Böden in der Planung bildet in Niedersachsen die „Kulisse besonders schutzwürdiger Böden“ (BUG et al. 2019), welche Böden mit besonderer Erfüllung der natürlichen Bodenfunktionen oder der Archivfunktionen hervorhebt.

Tabelle 1: Natürliche Bodenfunktionen und Archivfunktionen nach BBodSchG, erweitert nach LABO (2003) und AD-HOC-AG BODEN (2007).

Natürliche Bodenfunktionen und Archivfunktionen (vgl. § 2 BBodSchG)		Bodenteilfunktionen
Natürliche Funktionen	Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen	Lebensgrundlage und -raum für Menschen
		Lebensgrundlage und -raum für Tiere und Pflanzen
		Lebensgrundlage und -raum für Bodenorganismen
	Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Bestandteil des Wasserkreislaufs
		Bestandteil des Nährstoffkreislaufs
	Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers	Filter und Puffer für anorganische Schadstoffe
		Filter und Puffer für organische Schadstoffe
Puffervermögen des Bodens für saure Einträge		
Filter für nicht sorbierbare Stoffe		
Archivfunktionen	Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Archiv der Naturgeschichte
		Archiv der Kulturgeschichte

Die nach BUG et al. (2019) besonders aussagekräftigen und damit besonders bewertungsrelevanten Funktionen sind:

- Die Lebensraumfunktion für Pflanzen mit den Bewertungskriterien
 - Natürliche Bodenfruchtbarkeit,
 - Besondere Standorteigenschaften / Biotopentwicklungspotenzial,
- die Funktion der Böden als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte,
- sowie fragestellungsabhängig ergänzend die (Teil-)Funktionen des Bodens
 - als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf und
 - als Filter und Puffer für stoffliche Einträge.

Einen weiteren wichtigen Aspekt stellt die Bewertung der **Empfindlichkeit von Böden** gegenüber von einem Planungsinhalt ausgehenden Belastungen dar. Die Bewertung dieser Empfindlichkeiten ist die Voraussetzung dafür, angemessene Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für die Böden im Rahmen der Planung vorsehen zu können (LABO 2009, DIN 19639, ENGEL & PRAUSE 2021).

Das LBEG als geologischer Dienst für Niedersachsen stellt hierzu Bodeninformationen und Hinweise zur Bewertung von Bodenfunktionen und Empfindlichkeiten bereit (SCHNEIDER, KUNZMANN & RAECKE 2000; BUG et al. 2019; BUG et al. 2020; ENGEL & STADTMANN 2020). Die relevanten Bodeninformationen werden frei zugänglich auf dem NIBIS®-Kartenserver veröffentlicht oder können beim Produktvertrieb des LBEG als Geodatenatz bezogen werden.

1.1 Defizite in der Planungspraxis

Umfangreiche Eindrücke aus der Planungspraxis zeigen allerdings, dass die Bodenfunktionen weiterhin häufig nur unzureichend in die Planungsunterlagen einfließen und demzufolge auch nicht hinreichend in der Abwägung berücksichtigt werden können. Gründe hierfür bzw. in unterschiedlicher Häufigkeit vorkommende mangelnde Anwendungen sind u. a.:

- Reduzierung der Betrachtung des Schutzguts Boden auf die Eignung als Baugrund,
- Beschreibung der Bedeutung des Schutzguts Boden anhand der aktuellen Nutzung ohne Verwendung von Bodeninformationen,
- Fokus allein auf Bodenbelastungen oder Altlasten ohne weiteren bodenfunktionalen Bezug,
- Beschränkung auf die textliche Benennung der Bodenfunktionen nach BBodSchG, ohne eine weitere auf den Planungsraum fokussierte und differenzierte Bewertung der Funktionen vorzunehmen,
- Anführung allgemeiner literaturbasierter Eigenschaften von Böden ohne Berücksichtigung der vorliegenden Bodeninformationen vor Ort,
- Fokussierung auf die Benennung der Bodentypen, die jedoch oft keine hinreichend differenzierte Aussage zur Erfüllung der Bodenfunktionen erlauben,
- nicht maßstabsgerechte Verwendung von Bodeninformationen und Nichtberücksichtigung von methodischen Grenzen der Auswertung,
- Annahme von Vorbelastungen der Böden und daraus folgende Minderbewertung ohne den notwendigen Kenntnisstand (z. B. grundsätzliche Annahme von starken Störungen aller Bodenfunktionen aufgrund landwirtschaftlicher Nutzung),

- Fokussierung auf einzelne Funktionen (z. B. der Produktionsfunktion für die Landwirtschaft) ohne Berücksichtigung der Multifunktionalität der Böden,
- Verengung der Bewertung auf einzelne naturschutzfachliche Kriterien (z. B. Natürlichkeit) zur Bewertung des Schutzguts Boden, ohne Bodenfunktionen nach BBodschG einzubeziehen.

2. Zielsetzung und Bewertungsansatz

Um zukünftig eine umfänglichere Berücksichtigung der Bodenfunktionen in der Planungspraxis zu erreichen, wird in diesem Geofakt ein Werkzeug vorgestellt, welches viele der beschriebenen Defizite beheben kann und zugleich einfach zu nutzen ist. Es handelt sich dabei um eine niedrighschwellige, übersichtliche und kumulierte Darstellung der bereits in Bewertungsstufen übersetzten Kriterien für Bodenfunktionen und der Bodenempfindlichkeiten, welche zu einer standardisierten Berücksichtigung des Schutzguts Boden in der Planungspraxis beitragen soll.

2.1 Bodenkundliche Netzdiagramme

Böden sind **multifunktional**. Das heißt, dass sie im Normalfall mehrere Funktionen gleichzeitig erfüllen. So können sie z. B. einen Lebensraum für Pflanzen bieten, gleichzeitig durch Wasserspeicherung zur Regulierung des Wasserhaushaltes einer Landschaft beitragen und die Qualität des Grundwassers durch die Filterung von Sickerwasser schützen. Um diese vielfältigen Rollen der Böden abzubilden, werden die Bodenfunktionen für die Bewertung in Teilfunktionen aufgeteilt und mit verschiedenen **bodenkundlichen Auswertungsmethoden** bewertet (BUG et al. 2020). Dabei wird mit den Methoden nicht nur dargestellt, ob ein Boden eine Funktion erfüllt oder nicht, sondern es wird gleichzeitig bewertet, wie hoch die Funktionserfüllung im Vergleich zu anderen Böden ausfällt. Dazu werden die meistens metrisch skalierten Ergebnisse der Auswertungsmethoden in ein qualitatives Stufensystem überführt. Zur Vergleichbarkeit der Funktionen erfolgt in der Bodenfunktionsbewertung die Einstufung in einer standardisierten Anzahl von fünf Klassen (ENGEL & STADTMANN 2020, siehe auch Kap. 3).

Sogenannte **ökologische Netzdiagramme** dienen der Kennzeichnung von Standorteigenschaften oder standörtlicher Risiken. Sie sind in der Bodenkunde bereits länger in Anwendung und werden zunehmend zur Darstellung komplexer Sachverhalte genutzt (LEITGEB et al. 2013). Dabei werden die

Diagramme auch für die Veranschaulichung von Boden-Ökosystemleistungen oder Bodenfunktionsbewertungen eingesetzt (z. B. CALZOLARI et al. 2016, DOMINATI et al. 2016, GREINER & KELLER 2017; GREINER et al. 2018).

Dieses Konzept wurde aufgegriffen, um Bodenfunktionen und Empfindlichkeiten für die Böden Niedersachsens darzustellen. Jeder nach außen gerichtete Strang des Netzes entspricht dabei einer gestuften Bewertung einer Teilfunktion, was eine gleichzeitige Darstellung mehrerer Bewertungen ermöglicht. Jede Querverbindung des Netzes stellt eine Bewertungsstufe dar. Die Bewertungen werden entlang der Stufen aufgetragen und anschließend zu einer Fläche verbunden (vgl. Abb. 1).

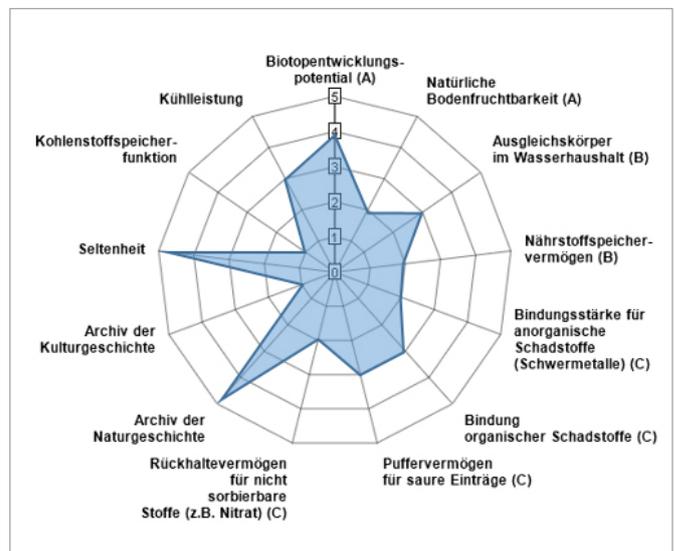


Abbildung 1: Beispielgrafik eines Netzdiagramms zur Erläuterung des Diagrammaufbaus. Beispiel: Das Kriterium ‚Biotopentwicklungspotenzial‘ wird mit Stufe 4 bewertet und die ‚Kühlleistung‘ mit Stufe 3.

Die bodenkundlichen Netzdiagramme stellen damit die Bewertungen der **natürlichen Bodenfunktionen** (A = Kriterium für die Lebensraumfunktion, B = Funktion im Naturhaushalt, C = Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium) und der **Archivfunktionen** (Archiv der Kulturgeschichte und Archiv der Naturgeschichte) übersichtlich dar. Die als „**Klimafunktion**“ zusammengefasste Rolle der Böden im Kontext des Klimawandels (WILLAND et al. 2014) wird durch die Berücksichtigung von zwei Teilfunktionen ebenfalls abgebildet. Durch den Erhalt oder die Wiederherstellung von Böden mit besonderer Erfüllung der Kohlenstoffspeicherefunktion und der Kühlleistungsfunktion kann ein Beitrag zu Klimaschutz und Klimafolgenanpassung geleistet werden (ENGEL & STADTMANN 2020).

Auch die **Empfindlichkeit** von Böden gegenüber unterschiedlichen ausgewählten Wirkfaktoren (z. B. Bodenabtrag, Befahrung im feuchten Zustand) wird über bodenkundliche Auswertungsmethoden bewertet und kann in einem Netzdiagramm dargestellt werden. Dies geschieht in einem zweiten Diagramm.

Während in Bewertungskarten für die Planung u. a. aus Übersichts- und Priorisierungsgründen auf wenige, besonders aussagekräftige Bodenfunktionen fokussiert wird (ENGEL & STADTMANN 2020), ermöglichen die Netzdiagramme für einzelne Standorte bzw. Bodenformen somit eine breite und trotzdem kumulierte Darstellung der Funktionserfüllung oder Empfindlichkeit von Böden.

3. Datengrundlagen und Datenaufbereitung

Als Datengrundlage für die Bewertung dient die **nutzungsdifferenzierte Bodenkarte** von Niedersachsen im Maßstab 1 : 50.000 (BK50; GEHRT et al. 2021). Auf der BK50 basiert auch die **Kulisse besonders schutzwürdiger Böden** (BUG et al. 2019), welche in die in Kapitel 4 beschriebenen Darstellungen z. B. hinsichtlich der Bewertung der Archivfunktion einfließt (vgl. Kap. 3.1).

Die bodenkundlichen Auswertungen, die der Beschreibung der Funktionserfüllung zugrunde liegen, erfolgen entsprechend der „Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS®“ (BUG et al. 2020 bzw. ergänzend auch BUG et al. 2022) und können somit nachvollzogen werden.

Für diese Auswertungen werden teilweise **Klimadaten** benötigt, die als Beobachtungsdaten vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bezogen werden. Es handelt sich dabei um die korrigierten Niederschlagssummen, regionalisiert nach dem REGNIE-Verfahren, sowie die Grasreferenzverdunstung nach dem Ansatz der FAO, welche jeweils für die 30-Jahres-Periode 1991–2020 berechnet und vom LBEG für Zeiträume des Jahres (z. B. Vegetationsperiode oder Winterhalbjahr) ausgewertet werden (BUG et al. 2020). Für die Empfindlichkeit gegenüber Erosion werden andere Daten verwendet. Bei der Wassererosion ist dies der R-Faktor aus Radar-daten für die Jahre 2001 bis 2017 (WINTERRATH et al. 2018). Bei der Empfindlichkeit gegenüber Winderosion wurde ein Winddatensatz (mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe in m/s) des DWD für die Jahre 1981–2000 genutzt (SCHÄFER, SBRESNY & THIERMANN 2017).

In den Methoden verwendete Daten zum **Versiegelungsgrad** stammen aus dem COPERNICUS Land

Monitoring Program der Europäischen Umweltagentur (EEA) und wurden vom LBEG für Niedersachsen ausgewertet (BASEDOW et al. 2021).

Informationen zum **Relief** (z. B. die Hangneigung) werden basierend auf einem beim LBEG vorliegenden digitalen Geländemodell (DGM5) berechnet und in die Auswertungen einbezogen.

Ergänzend werden in den Diagrammen Hinweise gegeben, sofern Informationen über mögliche **Bodenbelastungen** vorliegen. Diese basieren entweder auf einer Auswertung von Substratinformationen der BK50 (z. B. zur Lage von Spülfeldern), auf beim LBEG vorliegenden Auswertungen zu Erwartungsflächen für Bodenbelastungen oder auf von Landkreisen und kreisfreien Städten verabschiedeten Bodenplanungsgebieten (vgl. auch Kap. 4).

3.1 Datenaufbereitung

Um eine einheitliche Darstellung in den Diagrammen zu erreichen, wurden die Ergebnisse der bodenkundlichen Auswertungsmethoden in die folgenden Bewertungsstufen eingeteilt (s. Tab. 2):

Tabelle 2: Bewertungsstufen der Bodenfunktionserfüllung, basierend auf BUG et al. (2019) und ENGEL & STADTMANN (2020).

Stufe	Bedeutung
1	sehr geringe Funktionserfüllung / Empfindlichkeit
2	geringe Funktionserfüllung / Empfindlichkeit
3	mittlere Funktionserfüllung / Empfindlichkeit
4	hohe Funktionserfüllung / Empfindlichkeit
5	sehr hohe Funktionserfüllung / Empfindlichkeit

Ausnahmen zu diesem Schema bilden die Auswertungen zur Archivfunktion, welche mit einer Ja/Nein-Bewertung versehen wurden. Ist die Funktion entsprechend Geobericht 8 in besonderem Maße erfüllt (BUG et al. 2019), so wird die Funktion mit 5 bewertet. Ist sie nicht in besonderem Maße erfüllt, erfolgt eine Bewertung mit Stufe 1. Eine weitere Differenzierung der Bewertung der Archivfunktion muss im Rahmen einer Detailbetrachtung erfolgen und erfordert Geländeuntersuchungen (BOESS et al. 2002, LABO 2011).

Die folgenden Tabellen 3 und 4 geben eine Übersicht zu den verwendeten bodenkundlichen Auswertungsmethoden sowie deren Zuordnung zu den Bewertungsstufen.

Tabelle 3: Verwendete Auswertungsmethoden zur Bewertung der Bodenfunktionen. In der linken Hälfte der Tabelle sind die Bewertungskriterien aufgeführt. In der rechten Hälfte ist die Zuweisung der Einzelergebnisse dieser Kriterien zu den fünf Bewertungsstufen dokumentiert.

Bewertungsgrundlage					Übersetzung in fünfstufige Bewertung									
Funktion	Teilfunktion	Kriterium	Methoden nach Geobericht 19	Bewertungseinheit	1		2		3		4		5	
Lebensraumfunktion	Lebensraum für Pflanzen: Extremstandorte	Biotopentwicklungspotenzial	OEKO	Gleitkommazahl	<1,5	sehr gering	1,5 – <2,5	gering	2,5 – <3,5	mittel	3,5 – <4,5	hoch	≥4,5	sehr hoch
	Lebensraum für Pflanzen: Natürliche Bodenfruchtbarkeit	Natürliche Bodenfruchtbarkeit	BFR sonstige Bodenregionen	Stufenbewertung	1 u. 2	sehr gering	3 u. 4	gering	5	mittel	6	hoch	7	sehr hoch
			BFR Bodenregionen Geest und Harz	Stufenbewertung	1	sehr gering	2	gering	3	mittel	4	hoch	5, 6, 7	sehr hoch
Bestandteil des Naturhaushalts	Bestandteil des Wasserkreislaufs	Ausgleichskörper im Wasserhaushalt	AKWH	Stufenbewertung	1	sehr gering	2	gering	3	mittel	4	hoch	5	sehr hoch
	Bestandteil des Nährstoffkreislaufs	Nährstoffspeichervermögen	SWe	kmol _e /ha	<150	sehr gering	150 – <300	gering	300 – <600	mittel	600 – <1200	hoch	≥ 1200	sehr hoch
Abbau-, Ausgleichs- und Aufbau- medium für stoffliche Einwirkungen	Filter und Puffer für anorganische Schadstoffe	Filterpotenzial gegenüber Schwermetallen	FSM _o	Stufenbewertung	1	sehr gering	2	gering	3	mittel	4	hoch	5	sehr hoch
	Filter und Puffer für organische Schadstoffe	Filterpotenzial gegenüber Organika	FOB	Stufenbewertung	0 u. 1	prakt. nicht – sehr gering	2	gering	3	mittel bis erhöht	4	hoch	5	sehr hoch
	Puffervermögen des Bodens für saure Einträge	Pufferbereich	PB	pH-Wert	<3,0	prakt. nicht – sehr gering	>3,0 – 4,2	gering	>4,2 – 5,0	mittel bis erhöht	>5,0 – 6,2	hoch	>6,2 – 8,6	sehr hoch
	Filter für nicht sorbierbare Stoffe	standörtliches Verlagerungspotenzial für nicht sorbierbare Stoffe	AH	AW _j [% * a ⁻¹]	>250	sehr groß	>150 – 250	groß	>100 – 150	mittel	>70 – 100	gering	≤70	sehr gering
Archivfunktion	Archiv der Naturgeschichte	Bodentyp, Horizont, Substrat etc.	siehe Geobericht 8		Archivfunktion besonders erfüllt (= Stufe 5) / allgemein erfüllt (= Stufe 1)									
	Archiv der Kulturgeschichte	Bodentyp, Horizont, Substrat etc.			Archivfunktion besonders erfüllt (= Stufe 5) / allgemein erfüllt (= Stufe 1)									
	Seltenheit	Bodentyp, Horizont, Substrat etc.			Archivfunktion besonders erfüllt (= Stufe 5) / allgemein erfüllt (= Stufe 1)									
zusätzliche Bewertungen	Kohlenstoffspeicher	Torfmächtigkeit, bodenkundliche Feuchtestufe	siehe Geobericht 26	Stufenbewertung	1	allgemein (sonstige Mineralböden)	2	erhöht (feuchte mineralische Böden)	3	deutlich erhöht (geringmächtige Moore)	4	hoch (mittelmächtige Moore)	5	sehr hoch (mächtige Moore)
	Kühlleistung	Kühlleistung	siehe Geobericht 26	Stufenbewertung	1	gering	nicht vergeben		2	mittel	nicht vergeben		3	hoch

Tabelle 4: Verwendete Auswertungsmethoden zur Bewertung der Empfindlichkeiten von Böden. In der linken Hälfte der Tabelle sind die Bewertungskriterien aufgeführt. In der rechten Hälfte ist die Zuweisung der Einzelergebnisse zu den fünf Bewertungsstufen dokumentiert.

Bewertungsgrundlage					Übersetzung in fünfstufige Bewertung									
Empfindlichkeit gegenüber	Teilaspekt	Kriterium	Methoden nach Geobericht 19	Einheit	1		2		3		4		5	
Erosion	Wasser	Gefährdung durch Bodenerosion durch Wasser	E_{natwa}	Stufenbewertung	0 u. 1	keine – sehr geringe	2	gering	3	mittel	4	hoch	5 u. 6	sehr hoch – extrem hoch
	Wind	Gefährdung durch Bodenerosion durch Wind	EgW_p	Stufenbewertung	0 u. 1	keine – sehr geringe	2	gering	3	mittel	4	hoch	5 u. 6	sehr hoch – extrem hoch
Verdichtung	Verdichtungsgefährdung	standortabhängige Verdichtungsgefährdung	VD_{st}	Stufenbewertung	0 u. 1	keine – sehr geringe	2	gering	3	mittel	4	hoch	5 u. 6	sehr hoch – äußerst hoch
Versauerung bei Entwässerung	Versauerung bei Entwässerung	potenziell sulfatsaure Böden	siehe Geofakt 24	Gefährdungspotenzial in Geofakt 24	sonstige Böden	nicht in Kulisse	GR_3A, GR_3B	gering	GR_2D, GR2C	mittel	GR_2B, GR_2A	mittel – hoch	GR_1A, GR_1B, GR_1C	(hoch –) sehr hoch
Verschlämmung	Verschlämmungsneigung	Verschlämmungsneigung	Ver	Stufenbewertung	1	sehr schwach	2	schwach	3	mittel	4	stark	5	sehr stark

4. Hinweise zur Bedienung und Erläuterung anhand eines Beispiels

Die Netzdiagramme werden basierend auf dem aktuellen Datenbestand des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®) erzeugt. Auf dem NIBIS®-Kartenserver (<https://nibis.lbeg.de/cardomap3/>) können sie durch einen Klick in das zu betrachtende Polygon der BK50 abgerufen werden (siehe Abb. 2A (1)). Hierzu muss der Layer „Bodenkundliche Netzdiagramme (BK50)“ aktiviert sein (Themenkarten > Bodenkunde > Auswertungen zu Bodenfunktionen und Potenzialen). Das sich öffnende Fenster „Informationen zum Ort“ enthält eine Schaltfläche „Bodenkundliche Netzdiagramme“, über welche die Diagramme aufgerufen werden können (siehe Abb. 2A (2)).

Die erste Detailansicht (Abb. 2B) zeigt ein Netzdiagramm mit den nach Tabelle 3 bewerteten Bodenfunktionen. Auf der rechten Seite ist eine Erläuterung der (Teil-)Funktionen sowie ein kurzer Erläuterungstext gegeben. Unterhalb des Diagramms sind zudem weiterführende Informationen zu finden (vgl. Kap. 3):

- hier ist hinterlegt, ob das ausgewählte Polygon ganz oder teilweise (letzteres z. B. bei Heidepodsolen) zu der Kulisse der besonders schutzwürdigen Böden zählt,
- ob Erwartungsflächen für Bodenbelastungen vorliegen,
- ob die betreffende Fläche Teil eines Spülfeldes ist,
- oder ob das Polygon Teil eines Bodenplanungsgebietes ist.

In der oberen Leiste der Ansicht können neben dem standardmäßig angewählten Reiter „Bodenfunktionen“ zwei weitere Reiter angewählt werden:

- der Reiter **Empfindlichkeiten** enthält das Netzdiagramm mit den nach Tabelle 4 bewerteten Empfindlichkeiten,
- unter **Informationen zum Profil** können allgemeine Informationen der BK50 wie der Profilaufbau mit Horizontinformationen oder der Bodentyp eingesehen werden.

Die Diagramme können heruntergeladen und z. B. in Berichte eingefügt werden.

NIBIS®
KARTENSERVER
Niedersächsisches
Bodeninformationssystem

Fachanwendungen
Grundkarten
 Themenkarten

Meine Kartenauswahl
 ✕ alle
 Bodenkunde >
 Auswertung zu Bodenfunktionen und Potenzialen
 Bodenkundliche Netzdiagramme (BK50)

Grundkarte
 ohne Grundkarte

Informationen zum Ort

Bodenkarte BK50 - Bodenfunktionen und Empfindlichkeiten
 ■ Mittlere Gley-Vega

Bodenkundliche Netzdiagramme ← (2) Diagramm aufrufen

(GPS) Breite, Länge: 52.702509, 9.637905 (4320)
 RW: 3254310, HW: 5839309 (4547)
 RW: 543103, HW: 5839309 (25832)
 RW: 543103, HW: 5839309 (32532)
 RW: 3254310, HW: 5839309 (4547)

LBEG Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
 GEOZENTRUM HANNOVER
Bodenkundliche Netzdiagramme

Fenster wird geöffnet

Bodenfunktionen | Empfindlichkeiten | Informationen zum Profil

Auswahl über Reiter

Natürliche Bodenfunktionen nach BBodSchG

A - Lebensraumfunktion für Pflanzen
 B - Funktion als Bestandteil des Naturhaushalts
 C - Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen

Archivfunktion nach BBodSchG

Archiv der Naturgeschichte
 Archiv der Kulturgeschichte
 Seltenheit

Erläuterungen

Klimafunktion

Kohlenstoffspeicherfunktion
 Kühlleistung

Erläuterung

Die Bodenfunktionen werden durch Kriterien wie z.B. die natürliche Bodenfruchtbarkeit beschrieben. Diese werden in Bewertungsstufen 1 (sehr gering) bis 5 (sehr hoch) eingeteilt. Eine hohe Bewertung entspricht einer hohen Funktionserfüllung. Eine detaillierte Erläuterung der Methode finden Sie [hier](#).

Bewertungsstufen:
 Natürliche Bodenfunktionen und Klimafunktion:
 1 - sehr gering, 2 - gering, 3 - mittel, 4 - hoch, 5 - sehr hoch
 Archivfunktion:
 1 - allgemeine Erfüllung, 5 - besondere Erfüllung

Ergänzende Hinweise: Zusatzhinweise

B • Diese Fläche ist als Erwartungsfläche für Bodenbelastungen ausgewiesen. Die Böden können aufgrund ihrer Historie und Entstehung mit Schwermetallen belastet sein. Informationen zur Belastungssituation können bei der zuständigen Unteren Bodenschutzbehörde eingeholt werden.

Abbildung 2: Aufruf der Netzdiagramme auf dem NIBIS®-Kartenserver. Teilabbildung A: Kartenansicht auf dem NIBIS®-Kartenserver. Teilabbildung B: Detailfenster mit Netzdiagrammen.

4.1 Beschreibung eines Beispiels

Die folgende Abbildung 3 verdeutlicht die im NIBIS® hinterlegten Informationen und die Bewertung anhand eines Beispielprofils.

Das Profildfoto (Abb. 3B) zeigt eine Pseudogley-Schwarzerde aus Löss über Tonstein, welches dem im NIBIS®-Kartenserver ausgewählten Profil (Abb. 3A) ähnlich ist, allerdings nicht vollständig gleicht. Die folgenden Auswertungen beziehen sich auf das dargestellte NIBIS®-Profil.

4.2 Lebensraumfunktion für Pflanzen

Der Lössboden kann aufgrund seiner Textur viel Wasser pflanzenverfügbar speichern. Die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum ist deshalb als „sehr hoch“ bewertet ($nFKWe = 228 \text{ mm}$). Die Bodenkundliche Feuchtestufe ist stark frisch/mittel frisch (Stufen 6/5), was durch die beschriebene sehr hohe $nFKWe$ und die Stauwirkung des Tons im unteren Teil des Profils bedingt ist. Im Frühjahr ist die bodenkundliche Feuchtestufe also erhöht, es kann dann in einigen Jahren zu Einschränkungen der Bearbeitbarkeit von Ackerflächen kommen (BOESS et al. 2011). Das Profil weist im oberen Bereich einen mächtigen humosen A_h-Horizont auf (bis ca. -60 cm). Der Humusgehalt in diesem Horizont (h₃, mittel humos) sorgt in Kombination mit dem Ausgangsmaterial Löss, welches über die Bodenarten Ut₄ und Ut₃ (tonige Schluffe) auch viele Tonminerale aufweist, für ein sehr hohes Nährstoffspeichervermögen ($SWe = 1508 \text{ kmol/ha}$; Stufe 5). Das sehr gute Speichervermögen für Wasser- und Nährstoffe führt zu einer sehr hohen Bewertung der Teilfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ beim Kriterium „Natürliche Bodenfruchtbarkeit“ (Abb. 3C).

Das „Biotopentwicklungspotenzial“ hingegen, als zweites Kriterium für diese Teilfunktion, zeigt ein geringes Potenzial (Abb. 3C), da durch diese Auswertungsmethode vor allem trockene oder feuchte, saure oder basische bzw. nährstoffarme oder -reiche Standorte hoch bewertet werden, auf denen sich aufgrund der Bodeneigenschaften besondere Biotope entwickeln könnten (BUG et al. 2020).

4.3 Bestandteil des Naturhaushalts

Die Teilfunktion „Bestandteil des Nährstoffhaushalts“ wird aufgrund des beschriebenen Nährstoffspeichervermögens sehr hoch bewertet.

Die zweite Teilfunktion zur Beschreibung der Rolle im Naturhaushalt (Bestandteil des Wasserhaushalts) erhält eine hohe Bewertung (jeweils Abb. 3C). Dies liegt darin begründet, dass das Wasserspeichervermögen (abgebildet durch die nutzbare

Feldkapazität) sehr hoch ist. Gemindert wird die Bewertung dadurch, dass die Infiltrationsleistung des schluffigen Bodens durch eine geringere gesättigte Wasserleitfähigkeit gehemmt sein kann (BUG et al. 2022).

4.4 Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium

Die Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium zeigt bei der Teilfunktion „Filter und Puffer für anorganische Schadstoffe“ eine sehr hohe Bewertung. Wie bei der Nährstoffspeicherung wirken Tonminerale und Huminstoffe als bindende Oberflächen für Schadstoffe wie z. B. Schwermetalle, hier bewertet am Beispiel Cadmium. Einige organische Schadstoffe hingegen (hier am Beispiel Benzol) werden durch diese Faktoren weniger gebunden (BUG et al. 2020), was zu einer geringen Bewertung der Funktion führt. Das natürliche Puffervermögen für saure Einträge wird sehr hoch bewertet. Als Filter für nicht sorbierbare Stoffe zeigt der bewertete Boden ebenfalls eine sehr hohe Funktionserfüllung (Abb. 3C). Das zu dieser Stoffgruppe zählende Nitrat wird z. B. leicht mit dem Sickerwasser ausgewaschen, da es nicht fest im Boden gebunden wird. Zeigt ein Boden ein hohes Wasserspeichervermögen (hier bewertet anhand der Feldkapazität), versickert weniger Wasser in tiefere Schichten. Die Bodenlösung mit den nicht sorbierbaren Stoffen wird selten ausgetauscht, und folglich findet eine geringere Verlagerung der Stoffe in das Grundwasser statt (BUG et al. 2020).

4.5 Archivfunktion

Jeder Boden beinhaltet durch seine Entstehung Informationen über die Naturgeschichte und deren anthropogene Überprägung. Somit erfüllen alle Böden grundsätzlich die Archivfunktion. In der hier vorliegenden Bewertung werden solche Böden hervorgehoben, welche die Archivfunktion in besonderem Maße erfüllen, da sie z. B. Zeugen einer besonderen Bewirtschaftungsform (z. B. Plaggenwirtschaft, Archiv der Kulturgeschichte) oder durch den Menschen noch weitgehend unberührt sind (z. B. Alte Waldstandorte, Archiv der Naturgeschichte). In der Bewertung als Archiv der Natur- oder Kulturgeschichte mit dem Zusatzkriterium Seltenheit wird die Pseudogley-Schwarzerde mit einer allgemeinen Erfüllung dieser Archivfunktion eingestuft (Abb. 3C; BOESS et al. 2002, BUG et al. 2019).

4.6 Klimafunktion

Der vergleichsweise hohe Humusgehalt im mächtigen oberen Bereich des Profils zeigt deutlich, dass auch dieser Boden eine Bedeutung im Kohlenstoffkreislauf aufweist und damit diese Klimafunktion erfüllt. Der Vorrat an organischem Kohlenstoff innerhalb des ersten Bodenmeters kann anhand des NIBIS®-Profils auf etwa 138 t/ha beziffert werden. Für einen terrestrischen Boden haben Schwarzerden erhöhte Kohlenstoffvorräte (MÖLLER & KENNEPOHL 2014). Im Verhältnis zu den kohlenstoffreichen Böden (z. B. Mooren) hat der Standort allerdings eine allgemeine Bedeutung, da letztere wesentlich höhere Kohlenstoffvorräte aufweisen.

Ebenfalls zur Klimafunktion zählt die Kühlleistung der Böden. Diese Funktion wird durch das Beispielprofil in sehr hohem Maße erfüllt. Das sehr hohe Wasserspeichervermögen sorgt für eine gute Bereitstellung von Wasser für die Vegetation. Durch die Verdunstung des Wassers über die Pflanzen und den Boden wird die Umgebungsluft gekühlt. Noch bessere Bedingungen könnte lediglich ein Standort mit Grundwasseranschluss und daraus resultierendem kapillarem Aufstieg zeigen, da so die verfügbare Wassermenge erhöht werden kann (ENGEL & STADTMANN 2020).

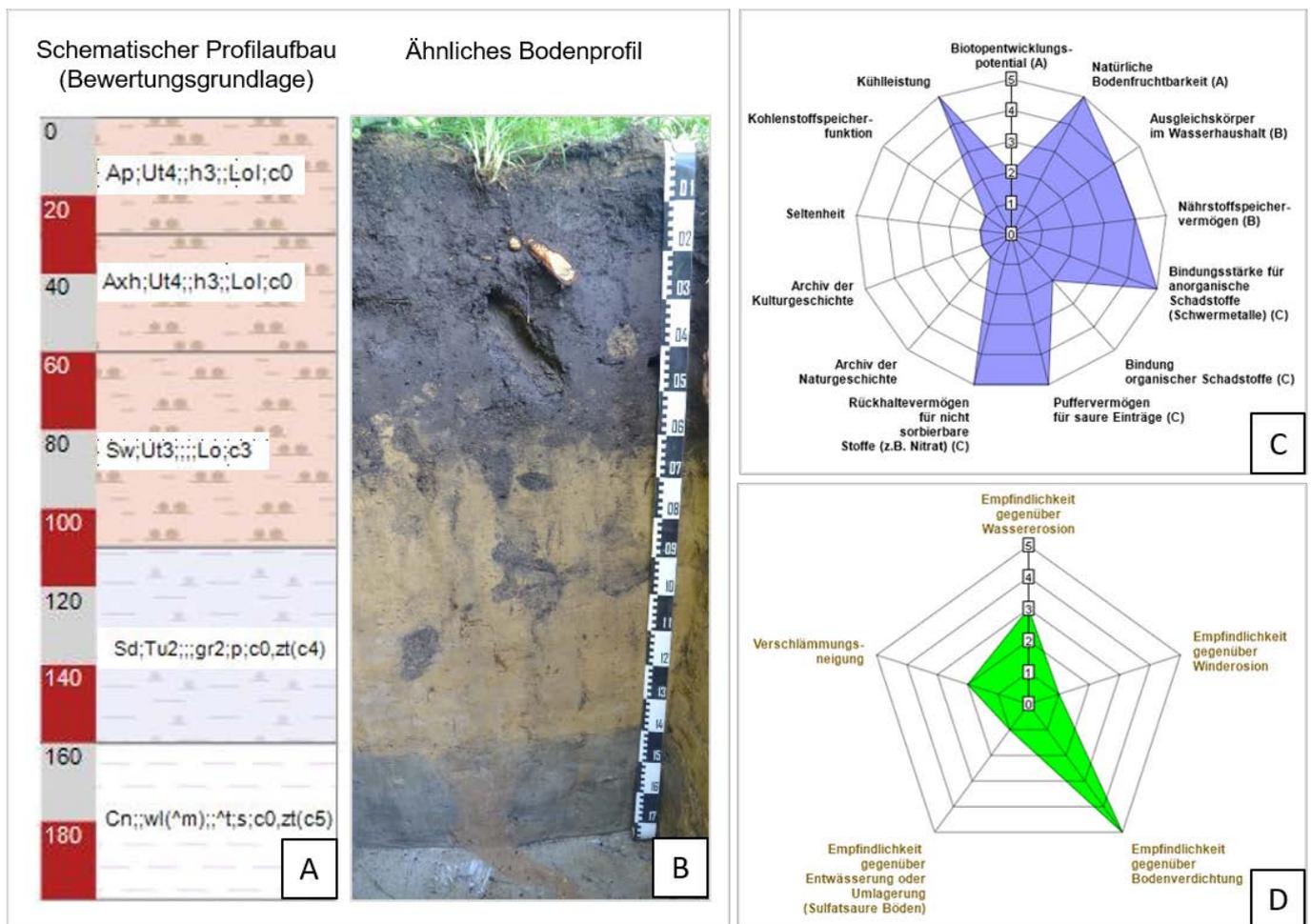


Abbildung 3: Beispielhafte Bewertung eines Bodenprofils, basierend auf der BK50 (siehe Profilaufbau des vergleichbaren BK50-Leitprofils aus dem NIBIS®-Kartenserver).

4.7 Empfindlichkeiten

Die Bewertungen der Empfindlichkeiten (Abb. 3D) beziehen sich auf eine Situation, in welcher der Boden nicht mit Vegetation bedeckt ist, da die Empfindlichkeit gegenüber einer temporären baulichen Inanspruchnahme abgebildet werden soll. Im Rahmen von Baumaßnahmen oder sonstigen Inanspruchnahmen der Böden wird häufig die Vegetation entfernt. Auch anschließend rekultivierte Böden weisen üblicherweise zumindest kurze Zeit keine Vegetation auf und sind deshalb in einer besonderen Gefährdungssituation.

Die Empfindlichkeit gegenüber **Wassererosion** ist als mittel klassifiziert worden. Die schluffig-tonigen Bodenarten des Profils weisen eine hohe Erodierbarkeit gegenüber Wasser auf, jedoch ist aufgrund des wenig differenzierten Reliefs die Gefährdung insgesamt geringer als die Erodierbarkeit.

Die **Erosion durch Wind** stellt hier nur eine sehr geringe Gefährdung dar. Die Bodenart des Oberbodens in Kombination mit dem mittleren Humusgehalt sorgen für eine Stabilisierung des Bodengefüges, sodass der Abtrag gehemmt ist.

Im feuchten Zustand zeigt der bewertete Standort eine sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber **Bodenverdichtung**. Dies ist wesentlich durch die schluffig-tonigen Bodenarten bedingt: Mit steigendem Tongehalt steigt auch das Risiko einer irreversiblen Verdichtung des Bodengefüges. Die Staunässe des Standorts trägt zusätzlich zu dieser Gefährdung bei.

Eine Gefährdung durch **Versauerung** im Falle einer Entwässerung liegt nicht vor, da an diesem Standort keine potenziell sulfatsauren Böden vorliegen. Diese befinden sich in den niedersächsischen Küstengebieten (HEUMANN, GEHRT & GRÖGER-TRAMPE 2018).

Schluffreiche und feinstsandige Bodenarten sind verstärkt empfindlich gegenüber Verschlammung. Erhöhte Tongehalte mindern allerdings diese Empfindlichkeit. Durch die Bodenart Ut4 (stark schluffiger Ton) ist die Verschlammungsneigung des Bodens schwach ausgeprägt (BUG et al. 2020).

4.8 Abschließende Bewertung und Einordnung

Das Profil zählt aufgrund der äußerst hohen natürlichen Bodenfruchtbarkeit zu den besonders schutzwürdigen Böden in Niedersachsen (BUG et al. 2019). Neben der hohen Nährstoff- und Wasserspeicherfähigkeit können Säuren und anorganische Schadstoffe sehr gut gepuffert bzw. zurückge-

halten werden, so dass das Grundwasser gut geschützt ist (Filterfunktion). Damit liegt einer der am höchsten zu bewertenden Standorte in Niedersachsen vor. Jedoch zeigt das Netzdiagramm sehr gut, dass ein Boden nicht alle (Teil-)Funktionen in sehr hohem Maße erfüllen kann, da sie sich zum Teil gegenseitig ausschließen. So weist das Profil eine hohe Bodenfruchtbarkeit auf, jedoch nur ein geringes Biotopentwicklungspotenzial. Bei dieser Methode werden besonders produktive Standorte niedrig bewertet, da sie keine günstigen Voraussetzungen für die Entwicklung besonders gefährdeter Biotope bieten. Konkurrenzfähigere Arten mit hoher Verbreitung können hier auf extreme Standortbedingungen spezialisierte Arten leicht verdrängen. Eine hohes Biotopentwicklungspotenzial ist somit an extreme Standorteigenschaften gebunden, die eine landwirtschaftliche Nutzung einschränken. Die Netzdiagramme zeigen diese Gegensätze sehr gut und tragen damit dazu bei, das komplexe System Boden zu verdeutlichen.

5. Hinweise zur Anwendung in der Praxis

Die Anwendungsmöglichkeiten der hier vorgestellten bodenkundlichen Netzdiagramme sind vielfältig. **Insbesondere für die vorbereitende Bauleitplanung** wird die Verwendung empfohlen. In der Bauleitplanung sind in vielen Vorhaben nur einzelne oder eine geringe Anzahl an Bodeneinheiten der BK50 betroffen und damit zu bewerten. Für diese wenigen Bodenformen können die Diagramme zur Beschreibung des Schutzguts Boden dem Kartenserver entnommen und ausgewertet werden. Darüber hinaus kann auch für frühzeitige Stadien kleinräumiger Genehmigungsverfahren (z. B. Planfeststellungsverfahren) die Verwendung der Diagramme erfolgen.

Die Diagramme sind **abgestimmt auf die Kulisse der besonders schutzwürdigen Böden** (BUG et al. 2019), die auf dem NIBIS®-Kartenserver zu finden ist. Das bedeutet, dass ein auf übergeordneter Planungsebene als besonders schutzwürdig ausgewiesener Boden auch über das bodenkundliche Netzdiagramm eine hohe Bewertung aufweist.

Bedingt geeignet sind die Diagramme für großräumige Vorhaben, da dann zu viele Diagramme parallel betrachtet werden müssten. Für solche größeren Vorhaben sind Karten geeigneter, da mit ihnen größere Flächen dargestellt werden können. ENGEL & STADTMANN (2020) beschreiben, wie solche Karten mit einer zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung erstellt werden können. In Abhängigkeit von den regionalen Gegebenheiten, dem jeweiligen Planungs- oder Genehmigungsverfahren oder der

Fragestellung kann die Auswahl einzelner Funktionen oder Empfindlichkeiten sinnvoll sein.

Einige niedersächsische Landkreise und kreisfreie Städte haben für ihr Gebiet bereits regionalspezifische Bodenfunktionsbewertungskarten erarbeitet, welche mit einer **zusammenfassenden Bewertung** die Grundlage für die Berücksichtigung des Schutzguts Boden in Planungsprozessen darstellen (ENGEL & STADTMANN 2020). Liegt für ein Planungsgebiet eine solche zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung auf regionaler Ebene vor, sollte diese aufgrund der regionalspezifischen Datenauswertung als Datengrundlage herangezogen werden.

Bei der Verwendung der Netzdiagramme ist zu beachten, dass eine gleichzeitige hohe Erfüllung aller Funktionen **nicht erwartet werden kann**. Dies liegt darin begründet, dass bestimmte Bodenfunktionen gegensätzlich ausgeprägt sind (vgl. Kap. 4). Bei der Betrachtung ist dementsprechend nicht auf einen Durchschnitt der Bewertungen zu achten, sondern auf die hohen Erfüllungen einzelner Funktionen bzw. Teilfunktionen. Diese weisen auf eine besondere Schutzwürdigkeit hin (ENGEL & STADTMANN 2020).

Bei der BK50 handelt es sich um eine **mittelmaßstäbige Kartengrundlage**. Innerhalb eines Polygons wird die charakteristische bzw. dominante Bodenform (Leitbodenform) dargestellt und auch für die Bewertung verwendet. Da Böden kleinräumig vergesellschaftet sein können, können auch andere Böden (sogenannte Begleitböden) innerhalb der Flächen vorkommen und andere Eigenschaften und damit Funktionserfüllungen aufweisen. Diese Begleitböden sind ebenfalls in der BK50 beschrieben (GEHRT et al. 2021). Es ist somit möglich, dass in einigen Fällen nicht das gesamte ausgewiesene Bodenareal durch einen besonders schützenswerten Boden eingenommen wird.

Mit **zunehmendem Detailgrad** der Planung (z. B. in der verbindlichen Bauleitplanung, bei der Erarbeitung von Bodenschutzkonzepten etc.) wird empfohlen, eine stärker dem Maßstab angepasste, höher aufgelöste Bewertung durchzuführen. Es sollte dabei entsprechend auf größermaßstäbige Bodeninformationen (z. B. Bodenschätzungsdaten), Kartenwerke, bestehende Profile und Bohrungen bzw. eigene Kartierungen etc. zurückgegriffen werden (BUG et al. 2019), um eine maßstabsgerechte Bewertung zu erhalten.

Für **urbane Gebiete** stellt die BK50 – außerhalb von z. B. Auftragsflächen – die naturgemäß zu erwartende Bodenausstattung dar. Eine Ausnahme

gilt für die Kühlfunktion, da bei dieser der mittlere Versiegelungsgrad des BK50-Polygons in die Bewertung einfließt (vgl. Kap. 3). Dies ist bei der Verwendung der Bewertung zu berücksichtigen, da die Funktionserfüllung der Böden durch die menschliche Überprägung verändert sein kann. Um fehlerhafte Bewertungen zu vermeiden, sind daher in Siedlungsbereichen höher aufgelöste bzw. selbst erhobene Bodendaten heranzuziehen.

Die **bodenschutzrechtlichen Belange**, die in Planungs- und Zulassungsverfahren zu berücksichtigen sind, sind in weiten Teilen kongruent mit den auf den Boden bezogenen **Aspekten des Naturschutzrechts** (vgl. LAPRO 2021). Allerdings sind sie nicht vollständig identisch. Dies betrifft im Speziellen das Kriterium der natürlichen Bodenfruchtbarkeit, welches in den Leitfäden des LBEG zur Bewertung der Lebensraumfunktion herangezogen wird. Die Bewertung des Bodens aus Sicht von Naturschutz und Landschaftspflege im Kontext der Landschaftsplanung, der Eingriffsregelung sowie des UVP-Rechts kann folglich in den in Niedersachsen gültigen naturschutzfachlichen Leitfäden und Arbeitshilfen von diesem Geofakt abweichen. In diesem Fall sollten die eigenständigen bodenschutzfachlichen Belange ergänzend betrachtet werden.

Literatur

- AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5). – 5. Aufl., 438 S., 41 Abb., 103 Tab., 31 Listen; Hannover.
- AD-HOC-AG BODEN (2007): Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Nutzungsfunktion „Rohstofflagerstätte“ nach BBodSchG sowie der Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Erosion und Verdichtung. – 2. überarb. und erg. Aufl.
- BASEDOW, H.-W., BOLZE, I., ENGEL, N., GUNREBEN, M., HAMMERSCHMIDT, U., PALM, S., SBRESNY, J., STADTMANN, R. & STEININGER, A. (2021): Flächenneuanspruchnahme und Bodenversiegelung in Niedersachsen. – GeoBerichte **14**: 4. Aufl., 84 S., 39 Abb., 13 Tab., 2 Anh.; Hannover (LBEG).
- BBODSCHG (1998): Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I: 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I: 306) geändert worden ist. – <<https://www.gesetze-im-internet.de/bbodschg>>.
- BOESS, J., DAHLMANN, I., GUNREBEN, M. & MÜLLER, U. (2002): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. Hinweise zur Umsetzung der Archivfunktion im Bodenschutz. – Geofakten **11**: 6 S., 1 Tab.; Hannover (NLFb).
- BOESS, J., FORTMANN, J., MÜLLER, U. & SEVERIN, K. (2011): Kriterienkatalog Nutzungsänderung von Grünlandstandorten in Niedersachsen. – mit Beiträgen von AHLERS, E., BURGHARDT, H., HÖPER, H., SCHÄFER, W. & STROTDREES, J.; Geofakten **27**: 20 S., 9 Abb., 2 Tab., Anh.; Hannover (LBEG).
- BUG, J., ENGEL, N., GEHRT, E. & KRÜGER, K. (2019): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. Arbeitshilfe zur Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in Planungs- und Genehmigungsverfahren. – GeoBerichte **8**: 4. überarb. Aufl., 56 S., 25 Abb., 5 Tab., Anh.; Hannover (LBEG).
- BUG, J., HEUMANN, S., MÜLLER, U. & WALDECK, A. (2020): Auswertungsmethoden im Bodenschutz - Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®). – GeoBerichte **19**: 9. Aufl., 383 S., 36 Abb., 384 Tab.; Hannover (LBEG).
- BUG, J., SCHARUN, C., HARDERS, D. & STADTMANN, R. (2022): Der Wasserhaushalt der Böden in Niedersachsen - Neue methodische Ansätze zur bodenfunktionalen Bewertung. – Geofakten **36**: 17 S., 7 Abb., 5 Tab.; Hannover (LBEG).
- CALZOLARI, C., UNGARO, F., FILIPPI, N., GUERMANDI, M., MALUCELLI, F., MARCHI, N., STAFFILANI, F. & TARROCCO, P. (2016): A methodological framework to assess the multiple contributions of soils to ecosystem services delivery at regional scale. – Geoderma **261**: 190–203.
- DIN 19639 – Deutsches Institut für Normung (2019): Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben. – Ausgabedatum: 2019-09; Berlin (Beuth).
- DOMINATI, E. J., MACKAY, A. D., BOUMA, J. & GREEN, S. (2016): An Ecosystems Approach to Quantify Soil Performance for Multiple Outcomes: The Future of Land Evaluation? – Soil Science Society of America Journal **80**/2: 438–449.
- ENGEL, N. & PRAUSE, D. (2021): Erhalt und Wiederherstellung von Bodenfunktionen in der Planungspraxis. – Geofakten **31**: 2. Aufl., 12 S., 2 Tab.; Hannover (LBEG).
- ENGEL, N. & STADTMANN, R. (2020): Bodenfunktionsbewertung auf regionaler und kommunaler Ebene - Ein niedersächsischer Leitfaden für die Berücksichtigung der Belange des vorsorgenden Bodenschutzes in der räumlichen Planung. – GeoBerichte **26**: 2. Aufl., 67 S., 15 Abb., 21 Tab., Anh.; Hannover (LBEG).
- GEHRT, E., BENNE, I., EVERTSBUSCH, S., KRÜGER, K. & LANGNER, S. (2021): Erläuterung zur BK 50 von Niedersachsen. – GeoBerichte **40**: 282 S., 125 Abb., 100 Tab.; Hannover (LBEG).
- GREINER, L. & KELLER, A. (2017): Bodenfunktionsbewertung und Bodenindexpunkte - Konzept und Wege zur Umsetzung. – Zürich: Nationale Bodenbeobachtung (NABO), Agroscope.
- GREINER, L., NUSSBAUM, M., PAPRITZ, A., FRAEFEL, M., ZIMMERMANN, S., SCHWAB, P., GRÊT-REGAMEY, A. & KELLER, A. (2018): Assessment of soil multifunctionality to support the sustainable use of soil resources on the Swiss Plateau. – In: Geoderma Regional **14**: e00181.
- HEUMANN, S., GEHRT, E. & GRÖGER-TRAMPE, J. (2018): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten: Entstehung, Vorerkundung und Auswertungskarten. – Geofakten **24**: überarbeitete Fassung (2. Auflage), 17 S., 6 Abb., 1 Tab.; Hannover (LBEG).
- LABO (2003): Zusammenfassung und Strukturierung von relevanten Methoden und Verfahren zur Klassifizierung und Bewertung von Bodenfunktionen für Planungs- und Zulassungsverfahren mit dem Ziel der Vergleichbarkeit. – Endbericht zum

Forschungsvorhaben der LABO, Bearbeitung durch Planungsgruppe Ökologie + Umwelt GmbH, 87 S.

LABO (2009): Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB - Leitfaden für die Praxis der Bodenschutzbehörden in der Bauleitplanung (Nr. LABO-Projekt B 1.06). – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz.

LABO (2011): Archivböden - Empfehlungen zur Bewertung und zum Schutz von Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte. – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz.

LABO (2018): Checklisten Schutzgut Boden für Planungs- und Zulassungsverfahren - Arbeitshilfen für Planungspraxis und Vollzug (Nr. LABO-Projekt B 1.16). – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz.

LAPRO – NIEDERSÄCHSISCHES LANDSCHAFTSPROGRAMM (2021): Niedersächsisches Landschaftsprogramm - Endfassung Oktober 2021. – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

LEITGEB, E., REITER, R., ENGLISCH, M., LÜSCHER, P., SCHAD, P. & FEGER, K. H. (Hrsg.) (2013): Waldböden: ein Bildatlas der wichtigsten Bodentypen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz. – 1. Aufl.; Weinheim (Wiley-VCH).

MÖLLER, A. & KENNEPOHL, A. (2014): Abschätzung von CO₂-Emissionen und -Retentionen durch Landnutzungsänderungen anhand regionalisierter Kohlenstoffvorräte auf landwirtschaftlich genutzten Böden Niedersachsens. – GeoBerichte **27**: 76 S., 30 Abb., 8 Tab., 13 Kt.; Hannover (LBEG).

SCHÄFER, W., SBRESNY, J. & THIERMANN, A. (2017): Methodik zur Einteilung von landwirtschaftlichen Flächen nach dem Grad ihrer Erosionsgefährdung durch Wind gemäß § 6 Abs. 1 der Agrarzahlungen-Verpflichtungenverordnung in Niedersachsen. – <https://www.lbeg.niedersachsen.de/download/62522/Ermittlung_der_potenziellen_Winderosionsgefaehrung_auf_Feldblockebene.pdf>; Hannover, (LBEG).

SCHNEIDER, J., KUNZMANN, S. & RAECKE, F. (2000): Bereitstellung von Bodendaten für die Bauleitplanung. – Arb.-H. Boden **2000/2**: 49 S., 14 Abb., 4 Tab.; Hannover (NLFb).

UVPG: Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. März 2021 (BGBl. I: 540), zuletzt geändert durch Artikel 14 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I: 4147). – <<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/uvpg/gesamt.pdf>>.

WILLAND, A., BUCHSTEINER, D., HÖKE, S. & KAUFMANN-BOLL, C. (2014): Erarbeitung fachlicher, rechtlicher und organisatorischer Grundlagen zur Anpassung an den Klimawandel aus Sicht des Bodenschutzes. Teilvorhaben 1: Erarbeitung der fachlichen und rechtlichen Grundlagen zur Integration von Klimaschutzaspekten ins Bodenschutzrecht. – UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.): Texte **57/2014**.

WINTERRATH, T., BRENDL, C., HAFER, M., JUNG-HÄNEL, T., KLAMETH, A., LENGFELD, K., WALAWENDER, E., WEIGL, E. & BECKER, A. (2018): Radar climatology (RADKLIM) version 2017.002; gridded precipitation data for Germany: Radar-based gauge-adjusted one-hour precipitation sum (RW). – <https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/help/landing_pages/doi_landingpage_RADKLIM_RW_V2017.002-en.html>.

Impressum

Die Geofakten werden vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) herausgegeben und erscheinen unregelmäßig bei Bedarf.

Die bisher erschienenen Geofakten können unter <http://www.lbeg.niedersachsen.de> abgerufen werden.

© LBEG Hannover 2022

Version: 23.02.2023

DOI: 10.48476/geofakt_40_1_2022

Autorenschaft

- Dr. Robin Stadtmann, Tel.: 0511/ 643-3901
mail: Robin.Stadtmann@lbeg.niedersachsen.de
- Dr. Jan Bug, Tel.: 0511/ 643-3876
mail: JanFabian.Bug@lbeg.niedersachsen.de
- Anja Waldeck, Tel.: 0511/ 643-3619
mail: Anja.Waldeck@lbeg.niedersachsen.de
Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie
Stilleweg 2, 30655 Hannover
Internet: <http://www.lbeg.niedersachsen.de>