



Bodenschutz beim Bauen

Ein Leitfaden für den behördlichen Vollzug
in Niedersachsen



Niedersachsen



GeoBerichte 28

Landesamt für
Bergbau, Energie und Geologie

Bodenschutz beim Bauen

Ein Leitfaden für den behördlichen Vollzug
in Niedersachsen

UWE HAMMERSCHMIDT & ROBIN STADTMANN

Hannover 2019

Impressum

Herausgeber: © Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie

Stilleweg 2
30655 Hannover
Tel. (0511) 643-0
Fax (0511) 643-2304

Download unter www.lbeg.niedersachsen.de

2. Auflage.

Version: 21.10.2019

Redaktion: Ricarda Nettelmann
Mail: bodenkundlicheberatung@lbeg.niedersachsen.de

Titelbild: Maxi Hase.

ISSN 1864–6891 (Print)

ISSN 1864–7529 (digital)

DOI 10.48476/geober_28_2019

GeoBer.	28	S. 3 – 47	25 Abb.	2 Tab.	Hannover 2019
---------	----	-----------	---------	--------	---------------

Bodenschutz beim Bauen – Ein Leitfaden für den behördlichen Vollzug in Niedersachsen

UWE HAMMERSCHMIDT & ROBIN STADTMANN

Kurzfassung

Steigende Flächeninanspruchnahme und wachsende Flächenkonkurrenz rücken Fragen des ressourcenschonenden Umgangs mit dem Boden immer mehr in den Vordergrund. Flächenverbrauch bedeutet immer die Umwandlung von unbebauten, zumeist natürlichen oder naturnahen Flächen in Wirtschafts-, Wohn- oder Verkehrsflächen und geht einher mit einer Voll- oder Teilversiegelung. Folge ist die Zerstörung oder zumindest Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen.

Niedersachsen steht aktuell und in den nächsten Jahren vor der besonderen Herausforderung, Flächen und damit Böden für den Netz- und Leitungsausbau im Zuge der Energiewende bereitstellen zu müssen. Der unsachgemäße Umgang mit der Ressource Boden kann dabei irreversible Bodenschäden verursachen und die natürlichen Bodenfunktionen nachhaltig beeinträchtigen. Es gilt, die damit verbundenen Eingriffe in den Boden so gering wie möglich zu halten und alle Beteiligten für die Aspekte des vorsorgenden Bodenschutzes zu sensibilisieren.

Ziel dieses Leitfadens ist es, in einer zusammenfassenden Darstellung die Belange des vorsorgenden Bodenschutzes auf Baustellen aufzuführen, fachliche Aspekte zu erläutern, vorliegende Datengrundlagen zu benennen und Handlungsempfehlungen für den Vollzug zu geben. Wesentlicher Bestandteil des Leitfadens ist die Darstellung und Erläuterung von in Niedersachsen zur Verfügung stehenden geowissenschaftlichen Daten. Weiterhin ist ein Muster-Aufgabenheft mit Checkliste enthalten. Dies kann als Grundlage für die Festlegung der Tätigkeiten einer bodenkundlichen Baubegleitung verwendet werden.

Der Leitfaden ist als Arbeitshilfe für den behördlichen Vollzug gedacht und soll die Bodenschutzbehörden im Rahmen ihrer Aufgaben fachlich unterstützen.

Text und Abbildungen wurden im Oktober 2019 an die neue Bodenkarte von Niedersachsen im Maßstab 1 : 50.000 (BK 50), die aktuelle Erlasslage sowie die neu erschienene DIN 19639 angepasst. Zudem wurden neue bodenkundliche Auswertungsmethoden in den Geobericht aufgenommen.

Inhalt

Vorwort	5
1. Einführung	6
2. Bodenschutz in der Gesetzgebung und in Genehmigungsverfahren	7
3. Bodenschutz beim Bauen – Bodenkundliche Baubegleitung	15
3.1. Ziel der bodenkundlichen Baubegleitung	15
3.2. Aufgaben des Bodenschutzes beim Bauen und bei der bodenkundlichen Baubegleitung	16
3.3. Anforderungen an die bodenkundliche Baubegleitung	19
3.4. Werkzeuge	19
4. Bodenschutzrelevante Vorinformationen	24
4.1. Geologische Karten	25
4.2. Bodenkarten	26
5. Muster-Aufgabenheft mit Checkliste	37
5.1. Muster-Aufgabenheft	37
5.2. Checkliste	40
6. Quellen	44
6.1. Literatur/Links	44
6.2. Karten	46

Vorwort

Steigende Flächeninanspruchnahme und wachsende Flächenkonkurrenz rücken Fragen des ressourcenschonenden Umgangs mit dem Schutzgut Boden zunehmend in den Vordergrund. Niedersachsen steht aktuell und in den nächsten Jahren vor der besonderen Herausforderung, Flächen und damit Böden für den Netz- und Leitungsbau im Zuge der Energiewende bereitstellen zu müssen. Bauliche Aktivitäten beim Neubau bzw. Repowering von Windparks, bei der Einrichtung von Stromtrassen, beim Bau von Stall- und Biogasanlagen und beim Bau neuer Verkehrswege führten bereits in den letzten Jahren zu einer zunehmenden Flächeninanspruchnahme.

Baumaßnahmen bedingen stets auch einen Eingriff in den Boden, da der Boden auf der Baustelle in vielfältiger Weise in Anspruch genommen wird. Boden wird ausgehoben, umgelagert, zwischengelagert oder verwertet und ist dabei einer potenziellen stofflichen Verunreinigung sowie einer bodenphysikalischen Beanspruchung ausgesetzt. Böden werden dabei i. d. R. mit schwerem Gerät befahren und zeitweise z. B. als Baustraße beansprucht. Zukünftig gilt es, den Eingriff auf das Schutzgut Boden auf ein Minimum zu reduzieren, damit Böden nicht unverhältnismäßig beansprucht werden und es z. B. bei der Rekultivierung gelingen kann, die natürlichen Bodenfunktionen, soweit möglich, wiederherzustellen.

Der aktualisierte vorliegende Leitfaden liefert einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Bodenfunktionen und hilft damit, einer der wesentlichen Forderungen des Bundesbodenschutzgesetzes Rechnung zu tragen. Er ist als Handlungsempfehlung für den behördlichen Vollzug konzipiert und enthält praxisrelevante Beispiele. Er beschreibt verfügbare geowissenschaftliche Datengrundlagen ebenso wie konkrete Handlungsempfehlungen für die bodenkundliche Baubegleitung. Regionale Besonderheiten sind u. a. durch die Ausführungen zum Umgang mit sulfatsauren Böden berücksichtigt.

Dieser Geobericht trägt dazu bei, notwendige Schnittstellen zwischen Wirtschaftsinteressen und Umweltbelangen in dem Bewusstsein zu schärfen, dass Boden nicht vermehrbar ist.

Andreas Sikorski

Präsident des Landesamtes für
Bergbau, Energie und Geologie



1. Einführung

Steigende Flächeninanspruchnahme und wachsende Flächenkonkurrenz rücken Fragen des ressourcenschonenden Umgangs mit dem Boden immer mehr in den Vordergrund. Flächenverbrauch bedeutet immer die Umwandlung von unbebauten, zumeist natürlichen oder naturnahen Flächen in Wirtschafts-, Wohn- oder Verkehrsflächen und geht einher mit einer Voll- oder Teilversiegelung. Folge ist die Zerstörung oder zumindest Beeinträchtigung der Bodenfunktionen.

Das erklärte Ziel der Bundesregierung ist es, den Flächenverbrauch bis zum Jahr 2030 auf 30 Hektar pro Tag zu begrenzen. Für Niedersachsen bedeutet dies, nicht mehr als vier Hektar täglich umzuwandeln. Laut dem neuen Landesraumordnungsprogramm (LROP 2017) soll die nachhaltige und flächensparende Innenentwicklung der Dörfer und Städte Vorrang vor der Au-

ßenentwicklung haben. Es soll nicht nur der Flächenverbrauch gesenkt, sondern darüber hinaus der schonende Umgang sowie die fachgerechte Inanspruchnahme des Bodens in den Vordergrund gerückt werden.

Neben dem Flächenverbrauch ist der Boden einer Reihe weiterer Gefährdungen ausgesetzt. Schadstoffeinträge, Abtrag von Bodenmaterial (Erosion), der Verlust organischer Substanz sowie Bodenverdichtungen führen zu negativen Auswirkungen auf die natürlichen Bodenfunktionen. So werden der Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen, der Boden als Puffer, Filter und Transformator sowie der Boden als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte durch menschliches Handeln z. T. stark beeinträchtigt. Die Beeinträchtigungen sind besonders gravierend, wenn die nutzungsbedingten Funktionen, wie etwa Boden als Rohstoffquelle, als Baugrund für Industrie, Gewerbe, Siedlung und Infrastruktur, in Anspruch genommen werden.



Abb. 1: Erdkabeltrasse in Niedersachsen (Foto: U. Hammerschmidt).

Niedersachsen steht in den nächsten Jahren vor der besonderen Herausforderung, Flächen, damit Böden, für den Netz- und Leitungsausbau im Zuge der Energiewende bereitstellen zu müssen. Damit geht eine entsprechende Inanspruchnahme der Böden und eine Veränderung der Bodenfunktionen einher. Der unsachgemäße Umgang mit der Ressource Boden kann irreversible Bodenschäden verursachen und die Bodenfunktionen nachhaltig beeinträchtigen. Es gilt, die damit verbundenen Eingriffe in den Boden so gering wie möglich zu halten und alle Beteiligten für die Aspekte des vorsorgenden Bodenschutzes zu sensibilisieren.

Aus der behördlichen Praxis wurde der Wunsch nach einem niedersächsischen Leitfaden für den Vollzug, der die Belange des vorsorgenden Bodenschutzes beim Bauen zusammenfassend darstellt, geäußert.

Ziel dieses Leitfadens ist es, in einer zusammenfassenden Darstellung die Belange des vorsorgenden Bodenschutzes auf Baustellen aufzuführen, fachliche Aspekte zu erläutern, vorliegende Datengrundlagen zu benennen und Handlungsempfehlungen für den Vollzug zu geben. Wesentlicher Bestandteil des Leitfadens ist, neben der Erläuterung vorliegender geowissenschaftlicher Daten, das Muster-Aufgabenheft mit Checkliste. Dies kann als Grundlage für die Festlegung der Tätigkeiten einer bodenkundlichen Baubegleitung verwendet werden.

2. Bodenschutz in der Gesetzgebung und in Genehmigungsverfahren

In der Hauptsache werden die Belange des Bodenschutzes durch das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG), die Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) und die jeweiligen Landesbodenschutzgesetze (z. B. NBodSchG) geregelt. Die Bodenschutzgesetzgebung ist, soweit Einwirkungen auf den Boden in anderen Gesetzen (z. B. KrWG) geregelt sind, nachrangig anzuwenden. Hierzu zählen auch Vorschriften des Bauplanungs- und Bauordnungsrechts (BBodSchG § 3, Abs. 1 Nr. 9).

In § 1 BBodSchG heißt es, dass die Bodenfunktionen nachhaltig zu sichern oder wiederherzu-

stellen sind. Dazu sind u. a. „schädliche Bodenveränderungen abzuwehren [...] und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen zu treffen“. Beeinträchtigungen der natürlichen Funktionen des Bodens und seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte durch Einwirkungen sollen so weit wie möglich vermieden werden. Sie sind im Rahmen der Vorsorge auf ein notwendiges Minimum zu beschränken.

Der Boden erfüllt neben seinen natürlichen Funktionen weiterhin Nutzungsfunktionen, beispielsweise als Fläche für Siedlung und Verkehr (vgl. § 2 BBodSchG). Dies heißt jedoch nicht, dass diese Bereiche, in denen häufig Baumaßnahmen durchgeführt werden, außer Schutz gestellt sind. Nach § 4 Abs. 1 hat sich jeder, der auf den Boden einwirkt, „so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden“. Dies beinhaltet auch Flächen, die nicht direkt von einer Baumaßnahme betroffen sind, sondern nur für eine bestimmte Zeit beansprucht werden.

Im Niedersächsischen Bodenschutzgesetz (NBodSchG) werden keine weiteren detaillierten Regelungen zur Vermeidung schädlicher Bodenveränderungen im Rahmen der Vorsorge getroffen.

Die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) enthält im Wesentlichen Regelungen zu stofflichen Einträgen und Altlasten. Außerdem heißt es in § 12 Abs. 9, dass das Auf- bzw. Einbringen von Materialien auf oder in den Boden nur zulässig ist, wenn es nicht zu schädlichen Bodenveränderungen kommt. Der Zeitpunkt des Aufbringens ist so zu wählen, dass es nicht zu Verdichtungen, Vernässungen und sonstigen nachteiligen Bodenveränderungen kommt.

Weitere Festsetzungen und Regelungen finden sich im Baugesetzbuch (BauGB). In § 1a Abs. 2 („Bodenschutzklausel“) ist die Verpflichtung zum sparsamen und schonenden Umgang mit Boden festgeschrieben. Für Bauvorhaben, bei denen Bodenaushub anfällt, besteht gemäß § 202 ein Schutzanspruch für den Mutterboden (humoser Oberboden).

In § 1 Abs. 3 Nr. 2 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) heißt es, zur „dauerhaften Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes sind [...] Böden so zu erhalten, dass sie ihre Funktion im Naturhaushalt erfüllen können“. Weiterhin wird in Kapitel 5

(§ 37, Abs. 1) darauf hingewiesen, dass die Lebensstätten und Biotop der wild lebenden Tier- und Pflanzenarten zu schützen sind.

Bei Leitungsbauten, die unter das Bergrecht fallen, gelten die im Bundesberggesetz (BBergG) genannten Bestimmungen. So wird z. B. in § 1 auf den schonenden Umgang mit Grund und Boden hingewiesen.

Neben den o. g. gesetzlichen Regelungen zum Boden bzw. Bodenschutz können im Rahmen von Planungsverfahren Maßnahmen zum vorsorgenden Bodenschutz und zur bodenkundlichen Baubegleitung formuliert, gefordert bzw. realisiert werden. Träger öffentlicher Belange sind aufgefordert, Stellungnahmen zum Verfahren aus ihrer Sicht abzugeben. Fachliche Hinweise hierzu sind u. a. in Leitfäden (z. B. LABO (2018a) „Checklisten Schutzgut Boden für Pla-

nungs- und Zulassungsverfahren“, LABO Empfehlung (2018b) „Empfehlungen zur Berücksichtigung des Schutzgutes Boden für erdverlegte Höchstspannungsleitungen“) und entsprechenden Normen (z. B. DIN 19639 „Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben“) zu finden. Über diese Einwendungen und Stellungnahmen hat die Planfeststellungsbehörde nach Maßgabe des Abwägungsprozesses zu beschließen.

In Abbildung 2 sind Passagen aus einem Planfeststellungsbeschluss zum Netzanbindungsverfahren für Offshore-Windkraftanlagen aufgeführt. Neben der Festlegung, dass eine bodenkundliche Baubegleitung durch fachkundige Personen zu erfolgen hat, ist neben weiteren bodenschutzrelevanten Hinweisen u. a. die Vorlage eines Konzeptes zur Baubegleitung und zum Bodenmanagement festgeschrieben.

1.3.7 Bodenschutz und Abfallrecht

1.3.7.1 Bodenkundliche Baubegleitung

Für die fach- und **genehmigungsgerechte Umsetzung der Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen ist eine fachkundige Baubegleitung** durch einen geotechnischen **Sachverständigen** mit Weisungsbefugnis vorzusehen. Die zuständige **Untere Bodenschutzbehörde** ist zu beteiligen.

außerdem:

- der UBB sind Ansprechpartner zu benennen,
- Arbeiten im Bereich von Altablagerungen sind abzustimmen,
- Konzept zur bodenkundlichen Baubegleitung und zum Bodenmanagement muss vorgelegt werden,
- getrennter Ausbau und Lagerung des Bodenaushubs,
- für sulfatsaure Böden sind Geofakten des LBEG zu beachten,
- in Anspruch genommene Flächen müssen wieder hergestellt werden,
- Maßnahmen sind zu dokumentieren.

(Planfeststellungsbeschluss vom 23.04.2013, Netzanbindung DolWin2 der Offshore-Plattform DolWin beta – Landtrasse)

Abb. 2: Auszug aus dem Planfeststellungsbeschluss DOLWIN2 (2013).

Darüber hinaus sind spezielle Hinweise für die Belange der Landwirtschaft formuliert. Diese nehmen Rücksicht auf die lokalen Bodenverhältnisse und dienen dem schonenden Umgang mit dem Boden (s. Abb. 3).

Belange der Landwirtschaft

Das Verlegen der Leitung hat unter schonender Behandlung des Bodens bei möglichst trockenen Boden- und Witterungsverhältnissen zu erfolgen. Zur Vermeidung von Strukturschäden ist diesem Aspekt auf sensiblen Flächen mit z. B. hohem Grundwasserstand besonders Rechnung zu tragen. Der Mutterboden ist dabei getrennt vom restlichen Aushub zu lagern. Die Leitungsgräben sind bei trockener Witterung unter Beachtung der natürlichen Bodenschichten wieder ordnungsgemäß zu verfüllen.

(Planfeststellungsbeschluss vom 23.04.2013, Netzanbindung DolWin2 der Offshore-Plattform DolWin beta – Landtrasse)

Abb. 3: Auszug aus dem Planfeststellungsbeschluss DolWin2 (2013) zur Landwirtschaft.

Stellvertretend für Stellungnahmen im Rahmen von Planfeststellungsverfahren oder Verfahren der Bauleitplanung sind in den Abbildungen 4a, 4b und 5 exemplarische Stellungnahmen aufgeführt.

Aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes wird zum Planverfahren wie folgt Stellung genommen:

Schutzwürdige Böden

Eine besondere Bedeutung kommt den natürlichen Bodenfunktionen und der Archivfunktion des Bodens zu. Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen dieser Funktionen so weit wie möglich vermieden werden (vgl. § 1 BBodSchG).

Die folgenden Böden mit einer besonders hohen Leistungsfähigkeit im Hinblick auf die Lebensraumfunktion und die Archivfunktionen gelten als besonders schutzwürdig und sollten daher im Rahmen von Planungs- und Genehmigungsverfahren regelmäßig berücksichtigt werden:

- Böden mit besonderen Standorteigenschaften (Extremstandorte),
- Böden mit einer hohen natürlichen Bodenfruchtbarkeit,
- Böden mit naturgeschichtlicher (z. B. Bodendauerbeobachtungsflächen) oder kulturgeschichtlicher (z. B. Plaggenesche) Bedeutung,
- seltene Böden (Suchräume).

Die Böden im Plangebiet sind (beispielsweise) u. a. Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit und eventuell seltene Böden sowie Böden mit besonderen Standorteigenschaften. Sie sind aus bodenschutzfachlicher Sicht als besonders wertvoll einzustufen. Die landwirtschaftliche Nutzung im Sinne der „guten fachlichen Praxis“ (§ 17 BBodSchG) stellt keine Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen (§ 2 BBodSchG) dar.

Der Leitfaden „Schutzwürdige Böden in Niedersachsen – Arbeitshilfe zur Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in Planungs- und Genehmigungsverfahren“ ist als Heft 8 in der Publikationsreihe GeoBerichte erschienen und als Download im Internet eingestellt (unter www.lbeg.niedersachsen.de > Karten, Daten und Publikationen > Publikationen > GeoBerichte).

Abb. 4a: Exemplarische Stellungnahme aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes.

Verdichtungsempfindlichkeit

Die Böden im Plangebiet weisen (beispielsweise) z. T. hohe bis sehr hohe Verdichtungsempfindlichkeiten auf. Eine Verdichtung zum Schutz und zur Minderung der Beeinträchtigungen des Bodens ist durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden. In verdichtungsempfindlichen Abschnitten ist nur bei geeigneten Bodenwasserverhältnissen zu arbeiten. Es wird empfohlen, im Vorfeld die Begrifflichkeit „keine Tragfähigkeit“ zu definieren, im Überschreitungsfall entsprechende Maßnahmen vorzusehen und Weisungsbefugnisse auszusprechen. Baggermatten sollten vorgehalten werden.

Sulfatsaure Böden

Hinweisen möchten wir auf die Veröffentlichungen „Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten: Entstehung, Vorerkundung und Auswertungskarten“ (Geofakten 24, überarbeitete Fassung 2018) und „Handlungsempfehlungen zur Bewertung und zum Umgang mit Bodenaushub aus (potenziell) sulfatsauren Sedimenten“ (Geofakten 25). Diese Veröffentlichungen stehen auf unserer Internetseite unter www.lbeg.niedersachsen.de > Karten, Daten und Publikationen > Publikationen > Geofakten kostenlos zur Verfügung. Zudem weisen wir hin auf den Erlass „Umlagerung von potentiell sulfatsauren Aushubmaterialien im Bereich des niedersächsischen Küstenholozäns“*. In diesen Unterlagen werden Hinweise für die Vorerkundung und das Vor-Ort-Management bei Bauvorhaben gegeben sowie Möglichkeiten zum Umgang mit potenziell sulfatsaurem Aushubmaterial aufgezeigt.

Das Gefährdungspotenzial sulfatsaurer Böden ergibt sich durch (vgl. Geofakten 24):

- extreme Versauerung ($\text{pH} < 4,0$), die Pflanzenschäden verursacht bzw. Pflanzenwachstum verhindert,
- deutlich erhöhte Sulfatkonzentrationen im Bodenwasser bzw. Sickerwasser,
- erhöhte Aluminium- und Schwermetallverfügbarkeit bzw. -löslichkeit und erhöhte Metallkonzentrationen im Sickerwasser; Auswirkungen auf die aquatische Fauna (z. B. Fischsterben) und das Pflanzenwachstum, Verockerung von Dränrohren und Gräben durch Eisenaustrag,
- hohe Gehalte an betonschädlichen Stoffen (SO_4 -, Säuren),
- hohe Korrosionsgefahr für Stahlkonstruktionen.

Bodenkundliche Baubegleitung

Für die fachgerechte und genehmigungsrelevante Umsetzung der Belange des vorsorgenden Bodenschutzes sollte das Projekt durch eine entsprechend qualifizierte Fachperson begleitet werden.

Mit Hilfe dieser bodenkundlichen Baubegleitung können standortspezifisch bodenschonende Arbeitsverfahren fachgerecht umgesetzt und mögliche nachhaltige Bodenschädigungen und Beeinträchtigungen vermieden bzw. minimiert werden.

* Gem. RdErl. d. MU vom 12.02.2019, Umlagerung von potentiell sulfatsauren Aushubmaterialien im Bereich des niedersächsischen Küstenholozäns.

Abb. 4b: Exemplarische Stellungnahme aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes (Fortsetzung).

Fundamentrückbau bei Windenergieanlagen

Fundamente sind Versiegelungen, die sowohl die natürlichen Bodenfunktionen als auch die land- und forstwirtschaftliche Folgenutzung einschränken können. Bei Rückbaumaßnahmen ist sicherzustellen, dass die natürlichen Bodenfunktionen wiederhergestellt werden.

Mit dem niedersächsischen Windenergieerlass* wurde die Rückbauverpflichtung dahingehend konkretisiert, dass „(...) grundsätzlich alle ober- und unterirdischen Anlagen und Anlagenteile sowie die zugehörigen Nebenanlagen wie Leitungen, Wege und Plätze und sonstige versiegelte Flächen (zurückzubauen sind)“. In Ausnahmefällen kann, unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit, hiervon abgewichen werden.

Bei der Wiederverfüllung sollte standorttypisches Material verwendet werden. Dabei ist die Verdichtung des Füllmaterials durch Baugeräte zu vermeiden bzw. auf ein Minimum zu beschränken. Da es in der Folge zu Sackungen kommen wird, ist eine leichte Geländeüberhöhung vorzunehmen. In aller Regel ist eine Schüttung des Materials ausreichend. Die Arbeiten sind nur bei geeigneten Boden- und Bodenwasserverhältnissen durchzuführen.

* Gem. RdErl. d. MU, d. MS, d. MW u. d. MI vom 24.02.2016, Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land (Windenergieerlass).

Abb. 5: Stellungnahme zu Windenergieanlagen aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes.

Auf kommunaler Ebene besteht die Möglichkeit, im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung, je nach Schutzwürdigkeit und -bedürftigkeit des Bodens, die Notwendigkeit einer bodenkundlichen Baubegleitung darzustellen. Das BauGB bietet nicht die Möglichkeit, eine bodenkundliche Baubegleitung konkret festzusetzen. Sie kann aber, wenn die Erforderlichkeit gesehen wird, als Empfehlung in den Umweltbericht aufgenommen werden.

Bodenschonende Maßnahmen sollten sich bereits in einer entsprechenden Erschließung des Baugebietes widerspiegeln. Hier können beispielsweise Festlegungen für schutzwürdige Böden (Überfahrungsverbot) oder empfindliche Bereiche (Kennzeichnung und Absperrung) getroffen und Maßnahmen formuliert werden. Diese sollten vertraglich in Vorhabens- und Erschließungsplänen bzw. städtebaulichen Verträgen festgelegt werden. Sofern es besondere Anforderungen zum Schutz des Bodens gibt, ist es z. B. möglich, die Einsetzung einer bodenkundlichen Baubegleitung verbindlich zu fordern (vgl. BVB-Merkblatt: 34f, BVB 2013).

In den Festsetzungen und den Begründungen zum Bebauungsplan und im Umweltbericht können bodenschutzfachliche Vorgaben festgelegt werden, die unmittelbare Auswirkungen für die Bauherren haben. Vorstellbar ist der Schutz der nicht zu überbauenden Flächen vor massiver bodenphysikalischer Belastung durch Baufahrzeuge während der Erschließungsarbeiten. Abbildung 6 zeigt ein Beispiel übermäßiger bzw. unzulässiger Befahrung während widriger Bodenverhältnisse und ein Beispiel zu möglichen Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenschäden.



Abb. 6: Links: Unsachgemäßes Befahren einer zukünftigen Versickerungsmulde (Foto: U. Hammerschmidt). Rechts: Stahlplatten zur Vermeidung von Bodenverdichtung bei Arbeiten an einem Mobilfunkmast (Foto: R. Stadtmann).

Weiterhin können von der Kommune Hinweise auf spezielle lokale bodenkundliche Bedingungen aufgezeigt und Informationsquellen genannt werden. So sind Aussagen zur potenziellen Verdichtungsempfindlichkeit, zur Verschlammungsneigung und Erosionsgefährdung, zur Grobeinschätzung als Versickerungsstandort, zur Grundwassersituation und zu möglichen Altablagerungen möglich. Ist in dem zukünftigen Baugebiet die dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser vorgesehen, ist es hilfreich, den Bauherren die fachkundige Unterstützung für die Planung und den Bau von Versickerungsanlagen zu empfehlen. Oftmals werden gerade auf grenzwertigen Standorten Versickerungsanlagen falsch dimensioniert oder beim Bau der Boden so stark verdichtet, dass der Versickerungserfolg ausbleibt (s. Abb. 7).

Die Kommune hat immer auch die Möglichkeit, im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit über bodenschutzrelevante Themen zu informieren und Hilfestellungen anzubieten.



Abb. 7: Entwässerungsmulde, durch Bauarbeiten stark verdichtet. Keine Versickerung möglich (Foto: U. Hammerschmidt).



Abb. 8: Befahrene Oberbodenmiete. Boden wird verdichtet, erhöhte Erosion (Foto: U. Hammerschmidt).

3. Bodenschutz beim Bauen – Bodenkundliche Baubegleitung

Dem Schutz der Böden und ihrer Funktionen kommt durch die zunehmende Inanspruchnahme eine immer größer werdende Bedeutung zu. Der vorsorgende Bodenschutz beginnt nicht erst auf der Baustelle, sondern muss bereits in der Vor- und Ausführungsplanung berücksichtigt werden. Bodenschutzrelevante Sachverhalte müssen Bestandteil von Raumordnungs- und Planungsverfahren sein und entsprechend berücksichtigt werden. Nur so erhält die bodenkundliche Baubegleitung (BBB) während der Baumaßnahme eine Handhabe und kann den Belangen des Bodenschutzes gerecht werden. Sie ist somit ein Instrument des Bodenschutzes auf der Baustelle und entspricht einer Fachbauleitung für den Bereich Boden. Sie kann aufgrund der hohen fachlichen Anforderung nur von einer bodenkundlich-bodenökologisch ausgebildeten Person mit entsprechender beruflicher Qualifikation wahrgenommen werden.

3.1. Ziel der bodenkundlichen Baubegleitung

Ziel der bodenkundlichen Baubegleitung ist es, die Belange des vorsorgenden Bodenschutzes im Rahmen von Baumaßnahmen zu erfassen, zu bewerten und negative Auswirkungen auf das Schutzgut Boden durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden. Dies kann durch die frühzeitige und aktive Beteiligung der Belange des vorsorgenden Bodenschutzes bei der Planung, der Durchführung auf der Baustelle und der Kontrolle der Flächenwiederherstellung erreicht werden. Konkret sollen negative stoffliche und bodenphysikalische Bodenveränderungen vermieden bzw. minimiert sowie natürliche Bodenfunktionen wieder hergestellt oder erhalten werden.

Dabei steht der schonende Umgang mit dem Boden bei der Einrichtung von Baustellen, Baustraßen und weiterer – nur bauzeitlich beanspruchter – Flächen, der sparsame Umgang mit der Fläche bei der Gewinnung, der Zwischenlagerung und Weiterverwendung, der Schutz von Tabuflächen, die Optimierung der Geräte- und Arbeitstechnik und die Vermeidung von stoffli-

chen Belastungen im Vordergrund. Darüber hinaus ist die Standortwahl im Zuge der Planung sowie die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens nach Beendigung der Baumaßnahme zu berücksichtigen.

Die bodenkundliche Baubegleitung sorgt somit für die rechtskonforme Realisierung des Bauvorhabens hinsichtlich der bodenrelevanten Vorgaben und sollte folgende Aufgaben beinhalten:

- Behördenkontakt,
- Einhaltung der gesetzlichen Regelungen und behördlichen Auflagen,
- Sichten und Auswerten vorliegender projektrelevanter Daten,
- zusätzliche Datenerhebung, z. B. Bodenkartierung, Messungen,
- Festlegung der aus Bodenschutzsicht notwendigen Maßnahmen,
- Erstellen von bodenkundlichen Ausführungsplänen, Bodenschutzkonzepten, Verwertungs- und Bodenmanagementkonzepten, Baustelleneinrichtungsplänen und Maschinenkatastern,
- Teilnahme an bodenschutzrelevanten Bausitzungen,
- Beratung bei der Bauleitung vor Ort (z. B. Beurteilung von Bodenfeuchte und Einsatzgrenzen für Baumaschinen),
- Kontrolle der Bauausführung und Abnahme der Folgebewirtschaftung,
- Dokumentation und Erfolgsmonitoring.

In der Schweiz ist die bodenkundliche Baubegleitung bereits seit vielen Jahren gesetzlich verankerter Bestandteil, insbesondere bei größeren Bauvorhaben, und ist als Instrument des vorsorgenden Bodenschutzes fest etabliert. Sie entspricht einer Fachbauleitung für den Bereich Boden und sollte von einer entsprechend qualifizierten Person durchgeführt werden (BUWAL 2001a und b).

Kriterien für die Durchführung einer bodenkundlichen Baubegleitung sind in der Schweiz u. a. UVP-pflichtige Bauvorhaben, die Größe der Eingriffsfläche bzw. der Kubatur, die Empfindlichkeit der Böden, die Lage oder auch die Vorgeschichte.

In Deutschland ist die bodenkundliche Baubegleitung nicht verpflichtend, gewinnt aber, insbesondere bei größeren Bauvorhaben, zunehmend an Bedeutung. Die DIN 19639 (Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben) fokussiert insbesondere auf Bauvorhaben, von denen Böden mit hoher Funktionserfüllung bzw. besonders empfindliche Böden betroffen sind oder die eine Eingriffsfläche > 5000 m² aufweisen.

Der vorsorgende Bodenschutz sollte nicht nur Thema bei größeren Bauvorhaben sein, sondern sollte bei jeglichem Umgang mit dem Boden berücksichtigt werden. Häufig ist Unwissenheit Ursache für falschen, rücksichtslosen Umgang mit dem Boden. So kommt es häufig vor, dass zukünftige Gartenflächen in Neubaugebieten in unnötiger Weise mit schwerem Baugerät befahren werden, wodurch es zu Bodenverdichtungen kommen kann, die nur mit erheblichem Aufwand zu beseitigen sind.

3.2. Aufgaben des Bodenschutzes beim Bauen und bei der bodenkundlichen Baubegleitung

Die Berücksichtigung des vorsorgenden Bodenschutzes, insbesondere bei größeren Baumaßnahmen, lässt sich in drei Phasen einteilen.

In Abbildung 9 sind die Aufgaben der bodenkundlichen Baubegleitung bzw. des Bodenschutzes beim Bauen dargestellt. Die bodenkundliche Baubegleitung bringt die Belange des Bodenschutzes bereits in der Vorbereitungs- bzw. Planungsphase in das Vorhaben ein. Neben der Umsetzung während der Durchführungsphase muss der Bodenschutz auch Bestandteil der Wiederherstellung der Flächen sein.

Projektphase Beteiligte	Vorbereitung		Durchführung		Folgenutzung
Bauherr/Planer	Grundlagenermittlung bis Genehmigungsplanung		Ausführungsplanung, Vergabe, Überwachung, Abnahme		Betreuung, Dokumentation
Zuständige Behörde	Vorprüfung	Planfeststellung Genehmigung Zustimmung	Kontrolle		Kontrolle
Unternehmer Subunternehmer			Angebot	Bauphase Schadensbeseitigung Rekultivierung	Beseitigung verdeckter Mängel
	 		 		
Aufgaben der BBB im Auftrag des Bauherrn	Belange des Bodenschutzes einbringen u. a. in Umweltprüfung und Umweltbericht		Kenntnisnahme der Auflagen		aktive Begleitung Beachtung der Auflagen Beratung und Überwachung
					Dokumentation Erfolgskontrolle ggf. Festlegung von Rekultivierungsmaßnahmen

Abb. 9: Aufgaben der bodenkundlichen Baubegleitung im Bauablauf (BVB 2013, verändert).

Vorbereitungsphase

Grundlage für die Berücksichtigung des vorsorgenden Bodenschutzes in Bauprojekten ist das Einbringen der Bodenschutzbelange in die projektspezifischen Planungs- bzw. Zulassungsunterlagen während der Vorbereitungsphase. Eine Hilfestellung, wie Bodenschutzbelange in verschiedene Bauverfahren eingebracht werden können, bieten die LABO-Checklisten „Schutzgut Boden für Planungs- und Zulassungsverfahren“ (LABO 2018a). Zur fachgerechten Berücksichtigung des Bodenschutzes ist zunächst die Ermittlung bodenschutzrelevanter Grundlagen erforderlich. Der fachkundige Planer verschafft sich damit einen Überblick über den Ausgangszustand und ergänzt diesen bei Bedarf durch zusätzliche Erhebungen, beispielsweise durch bodenkundliche Felddatenerhebungen der betroffenen Flächen. Die Sichtung und Ermittlung geowissenschaftlicher Fachdaten, wie sie im Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) für Niedersachsen vorgehalten werden, stellt eine wichtige Grundlage für alle späteren Arbeiten und Aufgaben dar. Auf der Basis gesammelter und ausgewerteter Grundlagendaten sind bodenschutzrelevante Maßnahmen zu formulieren. Diese gehen in die Genehmigungsplanung ein und bilden zusammen mit den Bestimmungen der Genehmigungsbeschlüsse den Grundstein für die Belange des Bodenschutzes einer Baumaßnahme.

Bodenschutzkonzepte

Insbesondere bei großen Bauvorhaben ist die Erstellung von Bodenschutzkonzepten sinnvoll, welche die oben genannten Sachverhalte für alle Phasen des Vorhabens festschreiben. Die wesentlichen projektspezifischen Inhalte eines Bodenschutzkonzeptes in Anlehnung an DIN 19639 sind:

- Vorhabensbeschreibung und Planungsvorgaben,
- bodenbezogene Datenerfassung und Bewertung,
- Wirkfaktoren und vorhabenbezogene zu erwartende Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen und Bodenqualität,
- Empfindlichkeiten der Böden,
- konkrete Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen,
- räumliche Darstellung von Bodenschutzmaßnahmen als Bodenschutzplan,

- Wiederherstellung und Rekultivierung,
- Information und Dokumentation zum Vorhaben.

Das Bodenschutzkonzept sollte bereits im Rahmen der Genehmigungsplanung erstellt werden. Die Umsetzung des Bodenschutzkonzeptes liegt in der Verantwortlichkeit des Auftraggebers. Durch die Aufnahme in die Leistungsbeschreibung im Rahmen der Ausschreibung werden die bauausführenden Unternehmen frühzeitig hierüber informiert (DIN 19639).

Sofern die Möglichkeit besteht, ist es sinnvoll, dass das Bodenschutzkonzept durch die Personen erarbeitet wird, die auch die Bodenkundliche Baubegleitung durchführen.

Verwertungs- und Bodenmanagementkonzepte

Es ist möglich, dass im Zuge von Baumaßnahmen, z. B. durch das in den Boden als Bettungsmaterial eingebrachte Fremdmaterial sowie Fundamente oder Bohrklein, z. T. erhebliche Mengen an überschüssigem Bodenmaterial anfallen. Für diese Überschussmassen bedarf es einer Verwertung nach Maßgabe der entsprechenden rechtlichen Vorgaben (u. a. BBodSchG, KrWG, BBodSchV § 12, LAGA TR Boden, DIN 19731 sowie Erlass „Entsorgung von Bohrklein und Bohrspülungen aus Horizontalbohrungen“ (RdErl. d. MU vom 07.08.2015)). Folgende Schritte können hierbei u. a. zielführend sein:

- möglichst frühzeitige Bilanzierung der voraussichtlich anfallenden Mengen unter Verwendung der verfügbaren Vorinformationen,
- Absprache mit den entsprechenden Behörden (hier v. a. Untere Bodenschutzbehörden) über Möglichkeiten der Entsorgung oder Verwertung,
- die Aufstellung eines Verwertungs- oder Bodenmanagementkonzeptes, in dem diese Sachverhalte transparent festgeschrieben werden und welches mit den Behörden abgestimmt wird.

Durchführungsphase

Mit dem Planfeststellungsbeschluss, der Genehmigung oder sonstiger Zustimmung beginnt die Durchführungsphase und die aktive bodenkundliche Baubegleitung. Bodenkundlicher Sachverstand muss in die Ausführungsplanung eingebunden und Belange des Bodenschutzes müssen berücksichtigt werden. Bodenschutzrelevante Sachverhalte, die hier nicht berücksichtigt wurden, sind später nur schwer auf der Baustelle umzusetzen.

Die bodenkundliche Baubegleitung nimmt an allen bodenschutzrelevanten Projektsitzungen teil und hält den Kontakt zu den beteiligten Behörden. Sie ist zuständig für die Planung der bodenschutzrelevanten Maßnahmen, die Erstellung von Bodenmanagement- und Flächennutzungskonzepten und für deren entsprechende Berücksichtigung bei der Aufstellung des Leistungsverzeichnisses sowie im Ausschreibungsverfahren. Dazu gehören z. B. Vorgaben zur Maschinenwahl, Verfahren und Zeitpläne sowie Regelungen für ungeeignete Bodenverhältnisse.

Die bodenkundliche Baubegleitung ist verantwortlich für die Begleitung und Beratung der Bauleitung bei allen den Bodenschutz betreffenden Maßnahmen und sensibilisiert bzw. führt die Mitarbeiter auf der Baustelle in bodenschutzrelevante Maßnahmen und Bodenmanagementkonzepte ein. Während der Bauphase prüft die BBB regelmäßig die Baubedingungen vor Ort hinsichtlich der Befahrbarkeit oder Bearbeitbarkeit der Böden und schlägt bei Bedarf Schutzmaßnahmen oder Alternativen vor. Dazu gehört in erster Linie die Prüfung der Bodenwasserverhältnisse und damit der potenziellen Verdichtungsgefährdung des Bodens durch Baufahrzeuge. Die BBB sorgt für die Umsetzung der bodenschutzrelevanten Maßnahmen, etwa die Begrünung von Bodenmieten. Maschinenlisten mit Einsatzgrenzen von Baufahrzeugen, Bodenempfindlichkeitskarten und präventiv vorgehaltene Baggermatten sind wichtige Instrumente bei der Umsetzung von Schutzmaßnahmen.

Der bodenkundlichen Baubegleitung obliegt die Organisation, Durchführung und Kontrolle der bereits durchgeführten Boden- bzw. Rekultivierungsarbeiten. Notwendige Maßnahmen zur Schadensbehebung müssen vereinbart werden.

Mit Abschluss der Bauarbeiten ist die Abnahme durchzuführen. Außerdem sollten mit den Bewirtschaftern bzw. Eigentümern Regelungen für die Folgebewirtschaftung ebenso getroffen werden wie für Entschädigungszahlungen für Ertragsausfall bzw. -minderung.

Folgenutzung und Wiederherstellung

Die abschließende Phase der Folgenutzung und Wiederherstellung wird durch die bodenkundliche Baubegleitung betreut. Der Fortschritt der Flächenwiederherstellung wird regelmäßig geprüft. Am Ende dieser Phase organisiert die bodenkundliche Baubegleitung die Schlussabnahme mit allen Beteiligten. Der Erfolg der Rekultivierung wird durch den Vergleich mit dem vorab erfassten Ausgangszustand verglichen. Mit Erreichen des Ziels werden Bauherr und Bewirtschafter entlastet und die Flächen freigegeben.

Treten Mängel auf, müssen Maßnahmen zur Beseitigung oder entsprechende Ausgleichs vereinbart werden.

Das o. g. grundsätzliche Vorgehen ist nicht nur für große Baumaßnahmen relevant, sondern ist ebenso auf kleinere Baumaßnahmen, z. B. im Ein- und Mehrfamilienhausbau, übertragbar. Hier sind z. B. im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung bodenschutzrelevante Informationen einzuholen und als Bestandteil des Umweltberichtes zu thematisieren.

3.3. Anforderungen an die bodenkundliche Baubegleitung

Aufgrund der vielfältigen Aufgaben, die die bodenkundliche Baubegleitung zu erfüllen hat, muss die mit dieser Aufgabe betraute Person eine fundierte Ausbildung haben.

In Abbildung 10 sind die Anforderungen dargestellt.

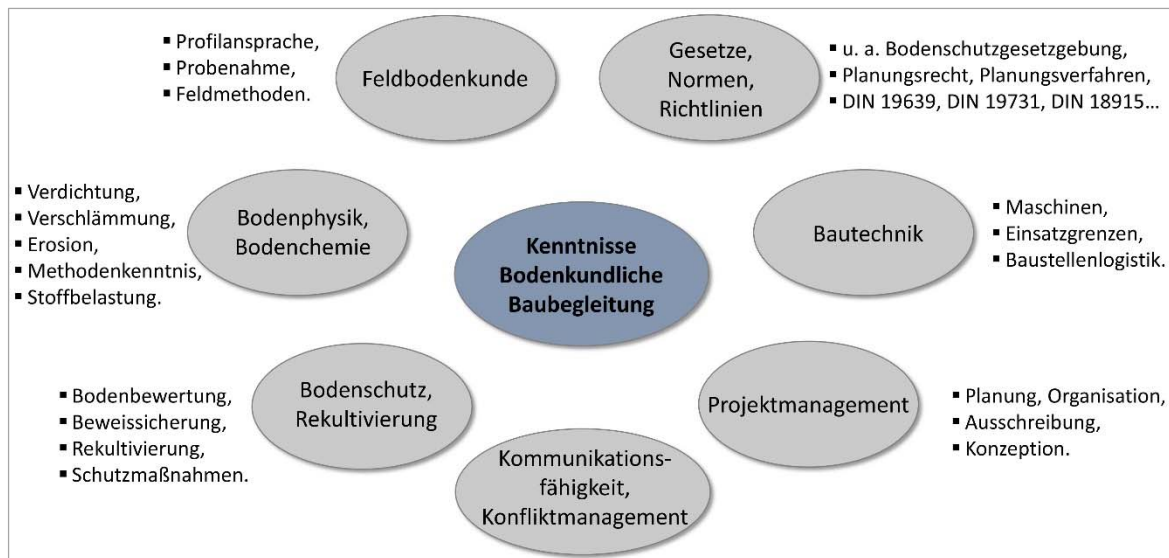
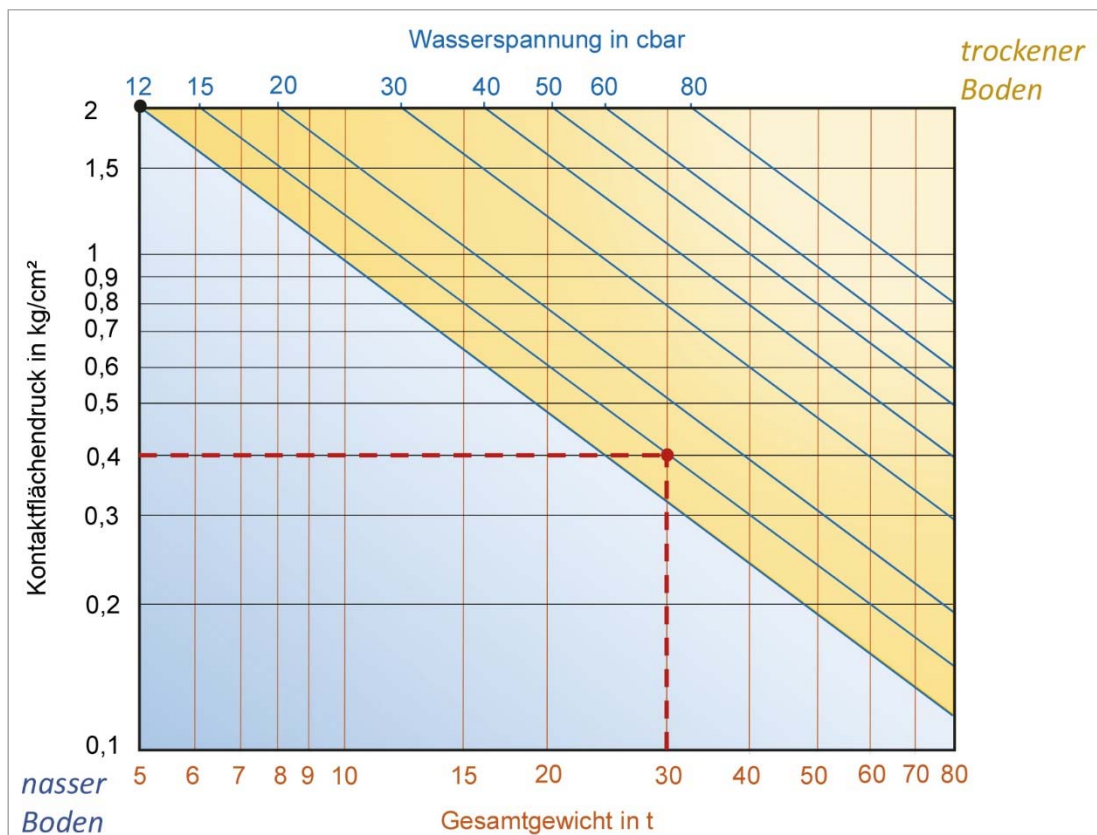


Abb. 10: Anforderungen an die bodenkundliche Baubegleitung.

3.4. Werkzeuge

Von zentraler Bedeutung für die potenzielle Gefährdung des Bodens durch bauliche Tätigkeiten ist neben der stofflichen Beeinträchtigung die bodenphysikalische Veränderung des Standortes. Böden werden in vielfältiger Weise in Anspruch genommen. Sie werden mit schwerem Gerät befahren, sie werden zeitweise beansprucht, z. B. als Baustraße, und sie werden ausgehoben, umgelagert, zwischengelagert oder abgefahren. Dies führt in aller Regel zu Veränderungen der Bodenstruktur. Ungünstige Boden- und Bodenwasserverhältnisse und ungeeignete Baufahrzeuge führen zu Bodenverdichtungen, die es zu vermeiden gilt.



Beispiel 1: ● - - - -

Bei einem Boden mit einer Wasserspannung von 15 cbar ist bei einem Raupenfahrzeug mit einem Einsatzgewicht von 30 t ein maximaler Kontaktflächendruck von 0,4 kg/cm^2 zulässig. Bei Bedarf erfolgt die Berechnung der Mindestaufstandsfläche nach der Formel:

$$\text{Aufstandsfläche} = \frac{\text{Gesamtgewicht in kg}}{\text{Kontaktflächendruck in } \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 10.000 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2}}$$

Für das Beispiel ergibt sich eine Aufstandsfläche von 7,5 m^2 .

$$\frac{30.000 \text{ kg}}{0,4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 10.000 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2}} = 7,5 \text{ m}^2$$

Ausgehend von einer Aufstandslänge des Laufwerks von 4,7 Metern lässt sich die Breite (b) der Bodenplatten berechnen:

$$b = \frac{7,5 \text{ m}^2}{4,7 \text{ m}} = \sim 1,6 \text{ m}; \text{ da zwei Bodenplatten} = 0,8 \text{ m Breite pro Bodenplatte.}$$

Beispiel 2: ●

Bei einem Boden mit einer Wasserspannung von 12 cbar ist bei einem Radlader mit einem Einsatzgewicht von 5 t ein maximaler Kontaktflächendruck von 2 kg/cm^2 zulässig.

$$\frac{5.000 \text{ kg}}{2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 10.000 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2}} = 0,25 \text{ m}^2 = 2500 \text{ cm}^2; \text{ da 4 Räder} = 625 \text{ cm}^2 \text{ pro Rad.}$$

Abb. 11: Einsatzgrenzen von Baumaschinen (nach DIN 18915 und DIN 19639 in Anlehnung an AFU 2003). Siehe hierzu auch Tabelle 2.

Für die Beurteilung der Befahrbarkeit von Flächen stehen geeignete Werkzeuge zur Verfügung. Anhand des Nomogramms (Abb. 11) können beispielsweise Einsatzgrenzen von Baumaschinen für den bodenschonenden Einsatz ermittelt werden. Bei dem dargestellten Beispiel kann die Maschineneinsatzgrenze (= Saugspannung in cbar) durch das Einsatzgewicht und die Flächenpressung der Maschine direkt aus dem Nomogramm abgelesen werden. Es ergibt sich die Saugspannung bzw. Bodenfeuchte, ab der die Maschine direkt auf dem Boden eingesetzt werden kann. Unterhalb dieser Bodenwasserverhältnisse führt das direkte Befahren zu Bodenverdichtungen. Solange der Boden nicht zu nass ist (s. Abb. 12), sind Erdarbeiten mit entsprechendem Baugerät und entsprechenden Schutzmaßnahmen (z. B. Baggermatten, Lastverteilerplatten o. ä.) möglich.

Was bedeutet der gemessene Saugspannungswert?

unter 2,5 cbar: Kein Befahren und keine Erdarbeiten.

Erde ist tropfnass, klebt im Löffel.

>2,5–12,4 cbar: Kein Befahren, Erdarbeiten nur von Baggermatten oder Baustraßen aus.

Erde ist nass und knetbar, klebt nicht mehr im Löffel.

über 12,4 cbar: Befahren und Erdarbeiten abhängig vom Maschinentyp (Einsatzgewicht, Flächenpressung) und Saugspannung; Beurteilung gemäß Nomogramm.

Erdbrocken bricht leicht, ist im Löffel rieselfähig.

Abb. 12: Bedeutung der Saugspannung für die Befahrbarkeit (nach DIN 18915 und DIN 19639 in Anlehnung an AfU 2003). Unterhalb von 2,5 cbar Saugspannung ist das Befahren zu unterlassen.

Tab. 1: Vereinfachtes Maschinenkataster mit Bewertung des Gefährdungspotenzials für Bodenverdichtungen am Beispiel schleswig-holsteinischer Böden (LLUR 2014).

Geräteart (Beispiele)	(zulässiges) Gesamtgewicht [kg]	Kontaktflächen- druck [kg cm ⁻²]	Gefährdungspotential bei Feldkapazität			
			Schluffige und tonige Böden der Marsch (z. B. Kleimarsch, Kalkmarsch)	Sandige Böden der Geest (z. B. Podsol, Gley)	Sandige und lehmige Böden des östlichen Hügellandes (z. B. (Para-) Braunerde, Pseudogley)	Moore (Hochmoor, Niedermoor)
Kettenbagger	27.230	0,40	●	●	●	●
	25.600	0,35	●	●	●	●
	25.500	0,37	●	●	●	●
	22.130	0,28	●	●	●	●
	25.300	0,30	●	●	●	●
	20.000	0,29	●	●	●	●
	12.450	0,36	●	●	●	●
Minibagger	4.000	0,20	●	●	●	●
	1.720	0,30	●	●	●	●
Raupe	18.200	0,26	●	●	●	●
	18.200	0,26	●	●	●	●
	16.000	0,23	●	●	●	●
Kettendumper	22.700	0,29	●	●	●	●
	17.900	0,28	●	●	●	●
	15.500	0,29	●	●	●	●
Rohrleger	95.000	1,01	●	●	●	●
	90.000	0,90	●	●	●	●
	85.000	0,79	●	●	●	●
	60.000	0,87	●	●	●	●
Bohranlagen	19.000	0,54	●	●	●	●
	14.200	0,77	●	●	●	●
	7.000	0,47	●	●	●	●
Mobilbagger	15.100	2,92	●	●	●	●
	14.400	2,78	●	●	●	●
Kabeltransportanhänger	29.250	6,57	●	●	●	●
	22.000	2,29	●	●	●	●
	18.000	4,98	●	●	●	●
Rohrtransporter	22.000	2,60	●	●	●	●
Schlepper	14.000	1,06	●	●	●	●
	11.000	1,00	●	●	●	●
	8.000	0,88	●	●	●	●
Radlader	8.330	1,27	●	●	●	●
	6.400	1,14	●	●	●	●
	6.000	1,52	●	●	●	●
	5.170	1,10	●	●	●	●
Muldenkipper	21.000	2,43	●	●	●	●
	12.000	1,18	●	●	●	●
	22.000	2,55	●	●	●	●

● Spannungseintrag ist höher als die Eigenstabilität des Bodens in 40 cm Bodentiefe (Unterbodenverdichtung)

● Spannungseintrag ist geringer als die Eigenstabilität des Bodens in 40 cm Bodentiefe (keine Unterbodenverdichtung)

Für die Beurteilung der Einsatzfähigkeit der jeweiligen Baumaschinen ist ein einfaches Maschinenkataster, wie in Tabelle 1 exemplarisch aufgeführt, hilfreich. Mit Hilfe der angegebenen Werte (zulässiges Gesamtgewicht und Kontaktflächendruck) sowie der aktuellen Saugspannung bzw. der Bodenwasserverhältnisse kann

die Einsatzweise der Baumaschinen beurteilt bzw. können Schutzmaßnahmen initiiert werden. Die aktuelle Saugspannung wird in aller Regel mit Tensiometern am Ort der Beurteilung ermittelt. Näherungsweise ist eine Abschätzung anhand bodenkundlicher Geländebefunde möglich (s. Tab. 2).

Tab. 2: Befahrbarkeit (nach BVB 2013, DIN 18915, DIN 19639).

Befahrbarkeit gemäß Nomogramm (Grundlage Tensiometerwerte)		Wasserspannung im Boden			Bodenfeuchte		Konsistenz- bereich bindiger Böden	Umlagerungs- eignung (Mindestfestigkeit) nach DIN 19731
			pF-Wert		KA5			
[cbar]	Einstufung	[cbar]	[lg hPa]	Stufen	Bezeichnung	Kurzzeichen	DIN 19682-2	
≤2,5	kein Befahren/ keine Bodenarbeiten	0	0,0	0	sehr nass	feu 6	zähflüssig	unzulässig
		2,5	1,4	≤1,4	nass	feu 5	breiig (plastisch)	
>2,5– 12,4	Arbeiten nur von Baggermatratzen/ Baustraßen aus	6,0	1,79	>1,4 bis 2,1	sehr feucht	feu 4	weich (plastisch)	
		10,0	2,01					
		12,4	2,1					
>12,4	Befahren und Erdarbeiten gemäß Nomogramm	30	2,49	>2,1 bis 2,7	feucht	feu 3	steif (plastisch)	tolerierbar
		50	2,71					
		70	2,85	>2,7 bis 4,0	schwach feucht	feu 2	halbfest (bröckelig)	optimal
		100	3,01					
		990	4,0					
		>990	>4,0	>4,0	trocken	feu 1	fest (hart)	

Die Nichtberücksichtigung der Bodenwasserverhältnisse auf verdichtungsempfindlichen Böden kann zu schweren Strukturschäden, insbesondere in tieferen Bodenschichten, führen, die, wenn überhaupt, dann nur unter erheblichem Aufwand beseitigt werden können.

Abbildung 13 zeigt die Folgen einer Bodenverdichtung bei einem tonigen Boden. Das Plattengefüge ist ein deutlicher Hinweis auf schwere Strukturschäden. Bodenverdichtungen können vor Ort an ungleichmäßigem Pflanzenwuchs, an tiefen Fahrspuren oder auch an Pfützenbildung (verringerte Versickerungsraten) erkannt werden. Weiterhin stehen mit Penetrometern, Penetrologgern und Handsonden Instrumente zur Messung des Eindringwiderstandes und damit der Dichte des Bodens zur Verfügung.



Abb. 13: Plattengefüge als Indikator schwerer Strukturschäden durch Bodenverdichtung (Foto: J. Zausig, GeoTeam GmbH 2014).

4. Bodenschutzrelevante Vorinformationen

Der Vermeidung bzw. der Minimierung der Beeinträchtigung der Bodenfunktionen im Rahmen baulicher Tätigkeiten ist oberste Priorität einzuräumen. Für die Beurteilung der Empfindlichkeit des Bodens bei konkreten Bauprojekten ist es notwendig bzw. vor dem Hintergrund der Kostenoptimierung sinnvoll, zur Verfügung stehende Informationen vorab zu nutzen. Die Auswahl der Vorinformationen orientiert sich immer an den möglichen Beeinträchtigungen, Empfindlichkeiten bzw. Gefährdungen. Bautätigkeiten können negative Auswirkungen auf das Bodengefüge, den Wasser- und Lufthaushalt, die Ertrags- und Leistungsfähigkeit sowie die stoffliche Zusammensetzung haben. Sie werden hervorgerufen durch Bodenverdichtung, Verschlammung, Vermischung von Bodenmaterial,

Erosion sowie durch stoffliche Belastungen geogenen oder anthropogenen Ursprungs.

Das LBEG stellt dazu zahlreiche geowissenschaftliche Daten für den mittel- und teilweise großmaßstäbigen Bereich für Niedersachsen zur Verfügung. Die Daten können überwiegend über den Kartenserver des LBEG eingesehen, blattschnittfrei als georeferenzierte Daten oder Plot erworben und als WMS-Dienst in eigene geographische Informationssysteme eingebunden werden.

Diese Daten stellen eine wichtige Grundlage für die Genehmigungs- und Ausführungsplanung dar, dienen dem bodenschutzoptimierten Bauablauf während der Baumaßnahme, sind Datengrundlage für die Erstellung von Massenbilanzen, Verwertungskonzepten sowie Baustelleneinrichtungsplänen und dienen der Beweis-sicherung während und im Anschluss an die

Baumaßnahme. Auch im Rahmen der Rekultivierung bzw. der Wiederherstellung bauzeitlich beanspruchter Flächen sind sie zu verwenden.

Im Folgenden werden die bodenkundlichen und geologischen Informationsebenen anhand eines beispielhaft ausgewählten Projektgebietes dargestellt und erläutert.

4.1. Geologische Karten

Geologische Karten bieten Informationen zur Verbreitung, Beschaffenheit und Abfolge von Gesteinen bis in eine Tiefe von zwei Metern. Zu jeder geologischen Einheit werden die Stratigraphie (zeitliche Einordnung), Petrographie (Beschaffenheit) und Genese (Entstehung) beschrieben. Es liegen Kartenwerke im Maßstab 1 : 25 000 (GK 25) als Detail- oder als Übersichtskartierung sowie im Maßstab 1 : 50 000 (GK 50) flächendeckend vor.

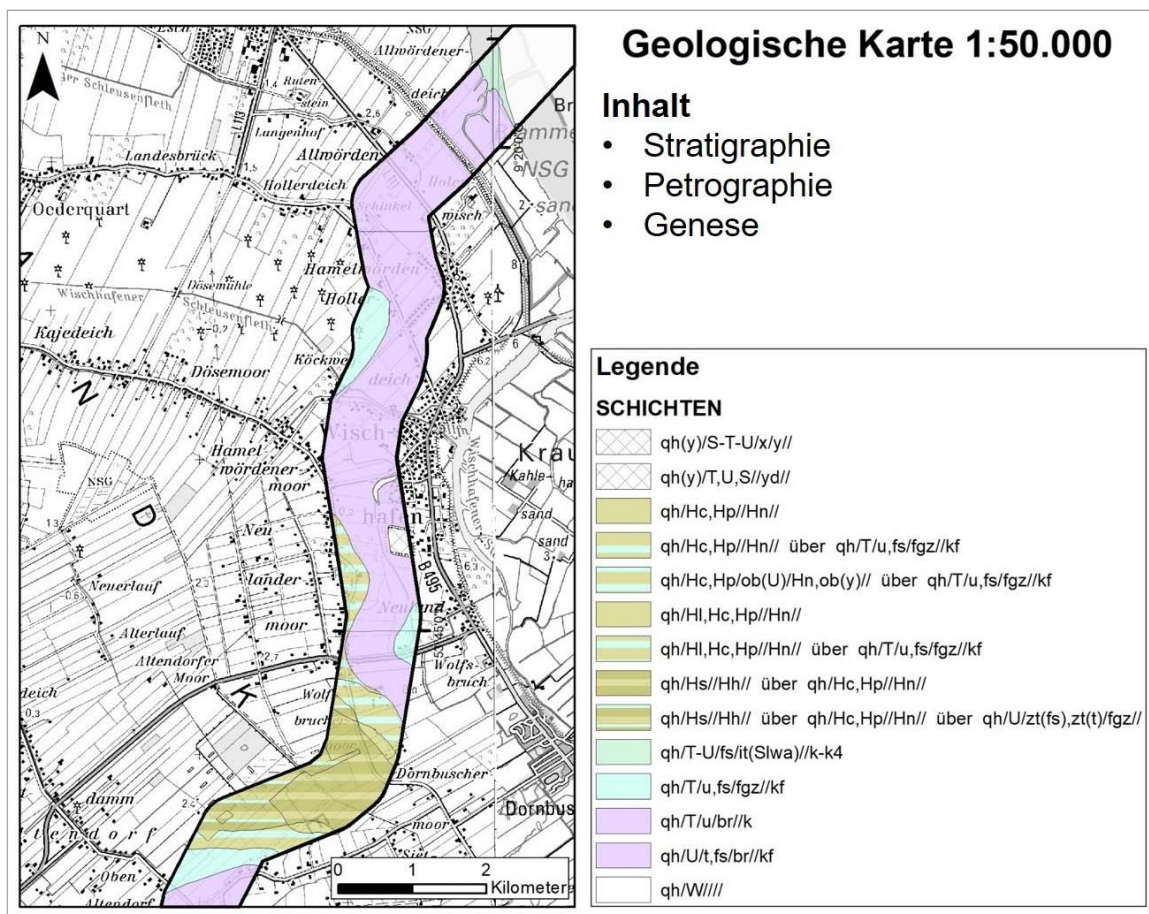


Abb. 14: Geologische Karte 1 : 50 000 (GK 50).

4.2. Bodenkarten

Bodenkarten zeigen Informationen über die Verbreitung der Böden und deren jeweilige Eigenschaften.

Als flächendeckende Informationsebene steht die Bodenkarte im Maßstab 1 : 50 000 zur Verfügung. Ihr sind Informationen zu den Bodentypen mit Angaben zum charakteristischen Bodenprofil und zu den Horizonten sowie weitere Informationen zu entnehmen. Für Teilräume von Niedersachsen liegen zudem Bodenkarten im Maßstab 1 : 25 000 vor.

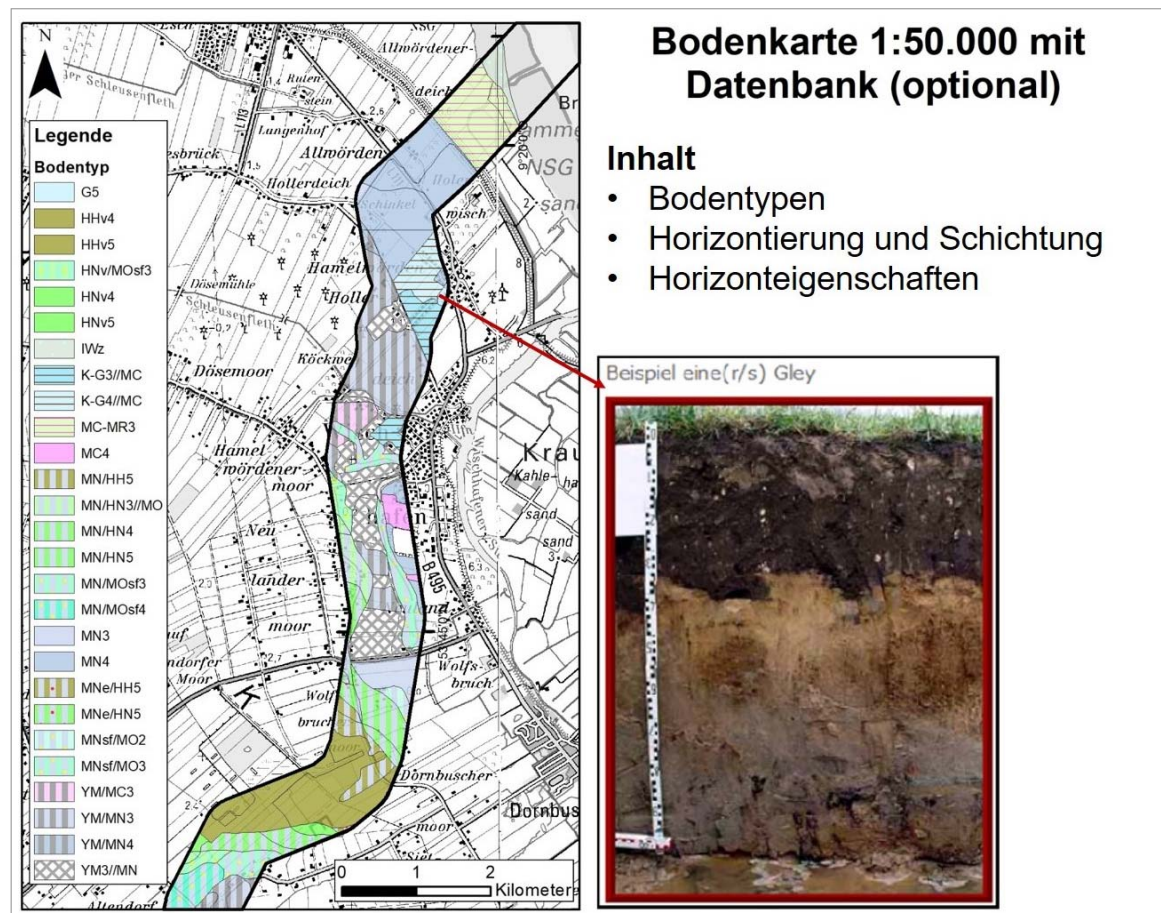


Abb. 15: Bodenkarte 1 : 50 000 (BK 50).

Für landwirtschaftliche Nutzflächen und den Maßstab 1 : 5 000 steht die ebenfalls flächen-deckend vorliegende Bodenschätzung zur Verfügung. Hier werden Flächen gleicher Bodenareale abgegrenzt und inhaltlich durch das Klassenzeichen und das flächentypische Grabloch beschrieben.

Das Klassenzeichen der Bodenschätzung gibt einen Überblick über den bodenartigen Profilaufbau, die Bodenentwicklung und den Wasserhaushalt. In der Grablochbeschreibung sind Daten zur Bodenart, zum Humusgehalt, zum Grobbodenanteil, zur Herkunft und zum Kalkgehalt enthalten.

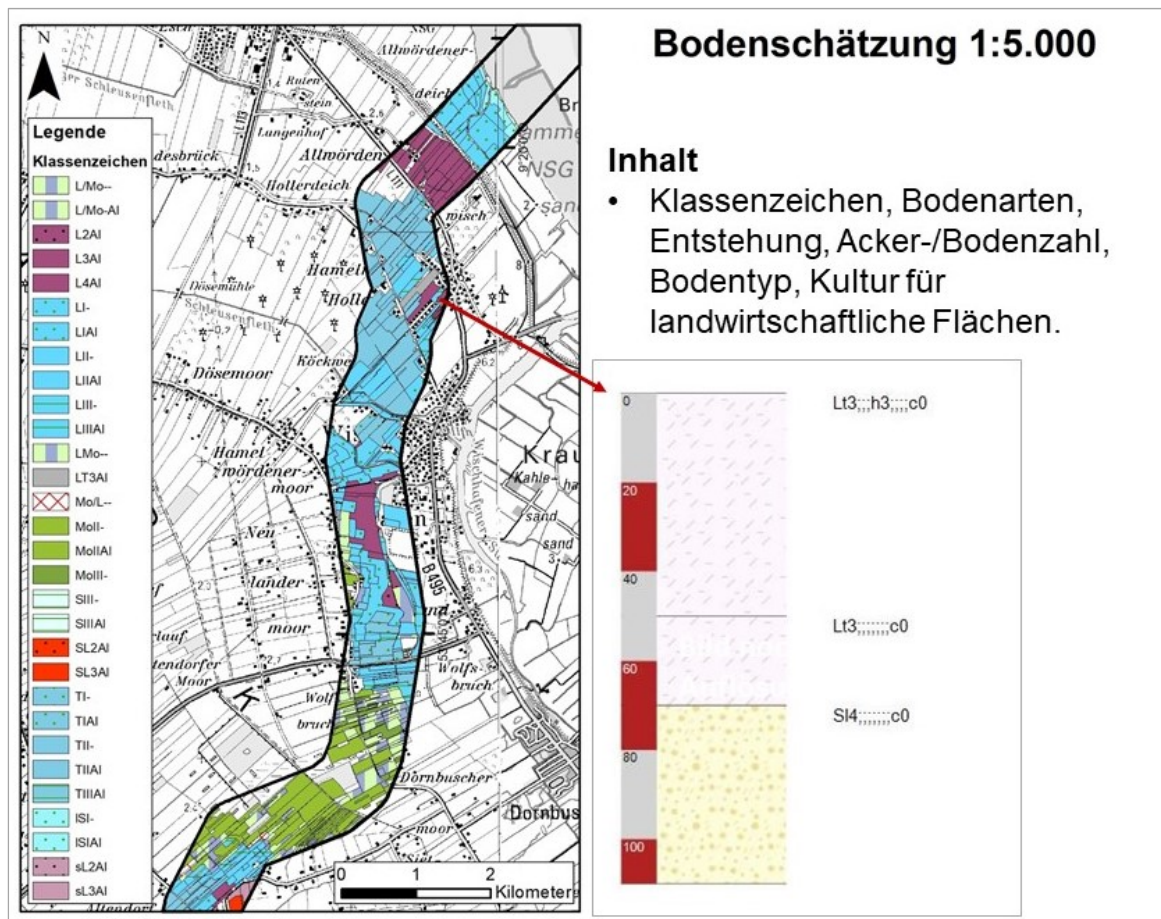


Abb. 16: Bodenschätzung (1 : 5 000) mit beispielhaftem Aufbau des Grabloches vom NIBIS® Kartenserver.

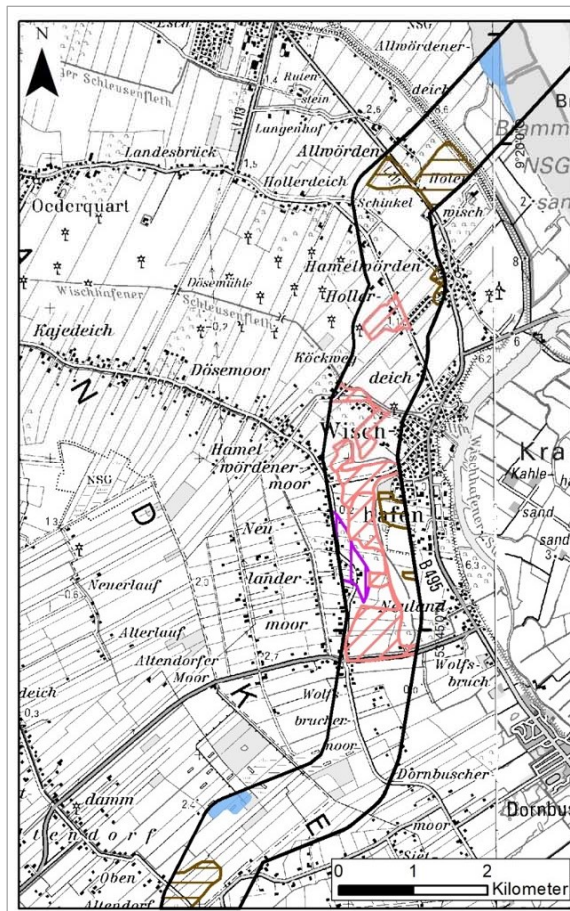
Bodenkundliche Auswertungskarten und Bohrdaten

Mit Hilfe der im Niedersächsischen Bodeninformationssystem (NIBIS®) vorliegenden Daten und Methoden (MeMaS®) können Auswertungskarten erstellt werden. Diese können für Fragen des vorsorgenden Bodenschutzes und somit auch für den Bodenschutz beim Bauen herangezogen werden. Die ausgewiesenen Inhalte beruhen zumeist auf der mittellaßstäbigen Bodenkarte 1 : 50 000 (BK 50) und stellen Suchräume dar, für die eine Überprüfung für großmaßstäbige Planungen erfolgen sollte. Neben den Daten der BK 50 werden Daten aus der Bodenschätzung, der Bodenkarte 1 : 25 000 und der Geologischen Karte für die Auswertung herangezogen. Mit Fokus auf relevante Themen für die bodenkundliche Baubegleitung werden die folgenden Auswertungen vorgestellt.

Schutzwürdige Böden

Schutzwürdige Böden sind Böden, deren natürliche Funktionen und deren Archivfunktion im Wesentlichen erhalten sind. Gemäß Bodenschutzgesetz sollen Beeinträchtigungen dieser Funktionen vorrangig vermieden werden.

Dargestellt sind Böden mit besonderen Standortbedingungen, mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit, Böden mit hoher naturgeschichtlicher (z. B. Bodendauerbeobachtungsflächen) oder kulturgeschichtlicher Bedeutung (z. B. Plaggenesch) und seltene Böden.



Schutzwürdige Böden

Inhalt

- Böden mit besonderer Erfüllung der Lebensraumfunktion:
 - Böden mit besonderen Standorteigenschaften,
 - Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit.
- Böden mit Erfüllung der Archivfunktion:
 - Böden mit naturgeschichtlicher Bedeutung,
 - Böden mit kulturgeschichtlicher Bedeutung,
 - seltene Böden.

Dokumentation in GeoBerichte 8

Legende

- extrem nasse Böden (Besondere Standorteigenschaften)
- Böden mit kulturgeschichtlicher Bedeutung
- Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit
- Seltene Böden

Abb. 17: Schutzwürdige Böden (auf Grundlage der BK 50).

Sulfatsaure Böden

In Niedersachsen kommen im Bereich der Marschen, Moore und Watten der Küstengebiete sogenannte „Sulfatsaure Böden“ vor. Diese Bezeichnung umfasst Böden, Sedimente und Torfe. Charakteristisch ist eine geogen bedingte Anreicherung von reduzierten Schwefelverbindungen (v. a. Pyrit) aufgrund konstant hoher Grundwasserstände.

Im Rahmen von Bauvorhaben (Bodenaushub, Entwässerung) wird Pyrit aufgrund der Belüftung oxidiert, und je nach Höhe der bodeneigenen Pufferkapazität können erhebliche Mengen an Säure und Sulfat freigesetzt werden. Kann die Säurebildung nicht gepuffert werden, handelt es sich um „potenziell sulfatsaure Böden“, die durch die Oxidation zu „aktuell sulfatsauren Böden“ (d. h. pH-Wert $<4,0$) werden.

Schwerwiegende Probleme sind neben dem niedrigen pH-Wert und der deutlich erhöhten Sulfatkonzentration eine erhöhte Aluminium- und Schwermetallverfügbarkeit, hohe Gehalte betonschädlicher Stoffe und eine hohe Korrosionsgefahr für Stahlkonstruktionen.

Es wird empfohlen, bei Flächen, die in die Kategorien „sehr hoch“ bis „mittel“ eingestuft wurden, weitere Vorerkundungen im Vorfeld einer Baumaßnahme durchzuführen. Fachliche Hintergründe, Hinweise zur Erkundung, zur Gefährdungseinstufung und zu Handlungsempfehlungen für den Umgang mit sulfatsaurem Material sind den Geofakten 24 und 25 zu entnehmen.

Für die niedersächsischen Küstengebiete stehen die beiden Kartenwerke „Sulfatsaure Böden Tiefenbereich 0–2 m“ und „Sulfatsaure Böden unterhalb von 2 m Tiefe“ zur Verfügung.

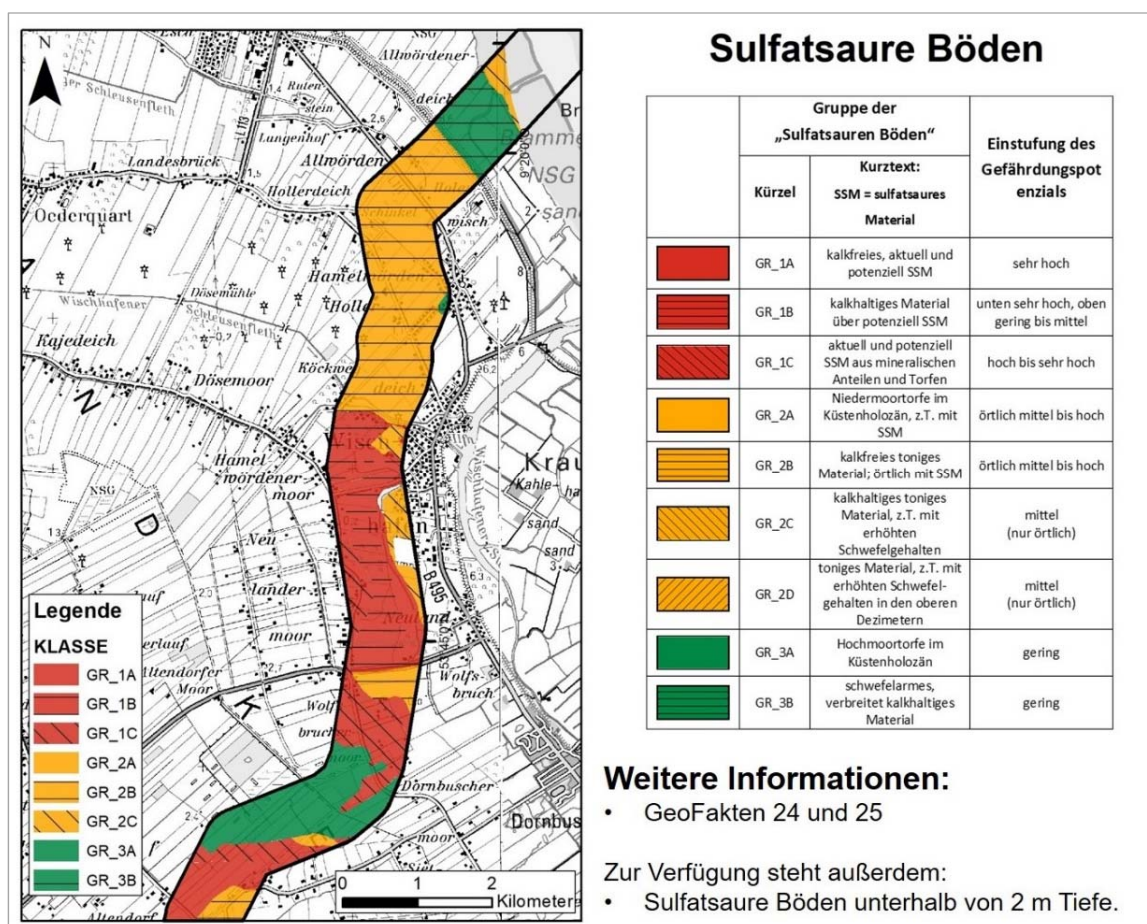


Abb. 18: Sulfatsaure Böden (auf Grundlage der BK 50).

Vorherrschende Bodenklassen nach DIN 18300

Für die Vorplanung, Kalkulation, Abrechnung und Planung von Erdarbeiten werden flächen- deckend die Bodenklassen nach DIN 18300 bis in eine Tiefe von 2 m dargestellt. Dabei werden zum einen die vorherrschenden Bodenklassen in unterschiedlichen Tiefenbereichen (0–1 m, 1–2 m und 0–2 m) und zum anderen die jeweils höchste Bodenklasse in den Tiefenbereichen 0–1 m und 1–2 m angegeben. Die in der BK 50 vorhandenen Bodenprofilaten werden hori- zontweise in die Bodengruppen nach DIN 18196 überführt, und es wird eine Zuord- nung zu Bodenklassen nach DIN 18300 vorge- nommen. Es wird ausdrücklich darauf hingewie- sen, dass diese Daten nur zur Vorplanung von Erd- und Felsarbeiten bis in 2 m Tiefe herange- zogen werden dürfen.



Abb. 19: Vorherrschende Bodenklassen nach DIN 18300 (auf Grundlage der BK 50).

Potenzielle Anzahl der Bodenmieten

Für die sachkundige Wiederherstellung des Bodenaufbaus ist die getrennte Lagerung von Bodenmaterial mit unterschiedlichen Eigenschaften während einer Baumaßnahme bedeutend. Böden mit mehreren Substratschichten bzw. Bodenhorizonten bedeuten entsprechend, dass eine größere Zahl an Bodenmieten entlang der Baustelle angelegt werden muss. Der Platzbedarf der Baustelle wird hiervon erheblich beeinflusst.

Um hierfür eine Planungsgrundlage zu schaffen, wurden die Profile der Bodenkarte 1 : 50 000 (BK 50, bis 2 Meter unter Geländeoberkante) ausgewertet. Für humosen Oberboden wird grundsätzlich eine Bodenmiete ausgewiesen, da dieser getrennt zu lagern ist. Für die

tieferen Bereiche des Bodens werden Wechsel in der Bodenartenhauptgruppe (Sande – Lehme – Schluffe – Tone) betrachtet. Zudem werden Torfe und Grobkomponenten berücksichtigt. Die so abgeleiteten deutlichen Substratwechsel werden in eine einfache Einteilung der potenziellen Anzahl der Bodenmieten überführt. Zudem wird eine Information zur Tiefe des Wechsels der Bodeneigenschaften ausgegeben.

Bei der Betrachtung des Ergebnisses ist zu beachten, dass diese Informationen häufig eine geogen bedingte Substratdifferenzierung darstellen (geologische Bildungs- oder Ablagerungsbedingungen). Es kann allerdings durch pedogene Überprägung (z. B. Tonverlagerung) eine weitere Aufteilung oder Reduzierung notwendig sein, die durch die bodenkundliche Bauleitung im Gelände festgestellt wird.

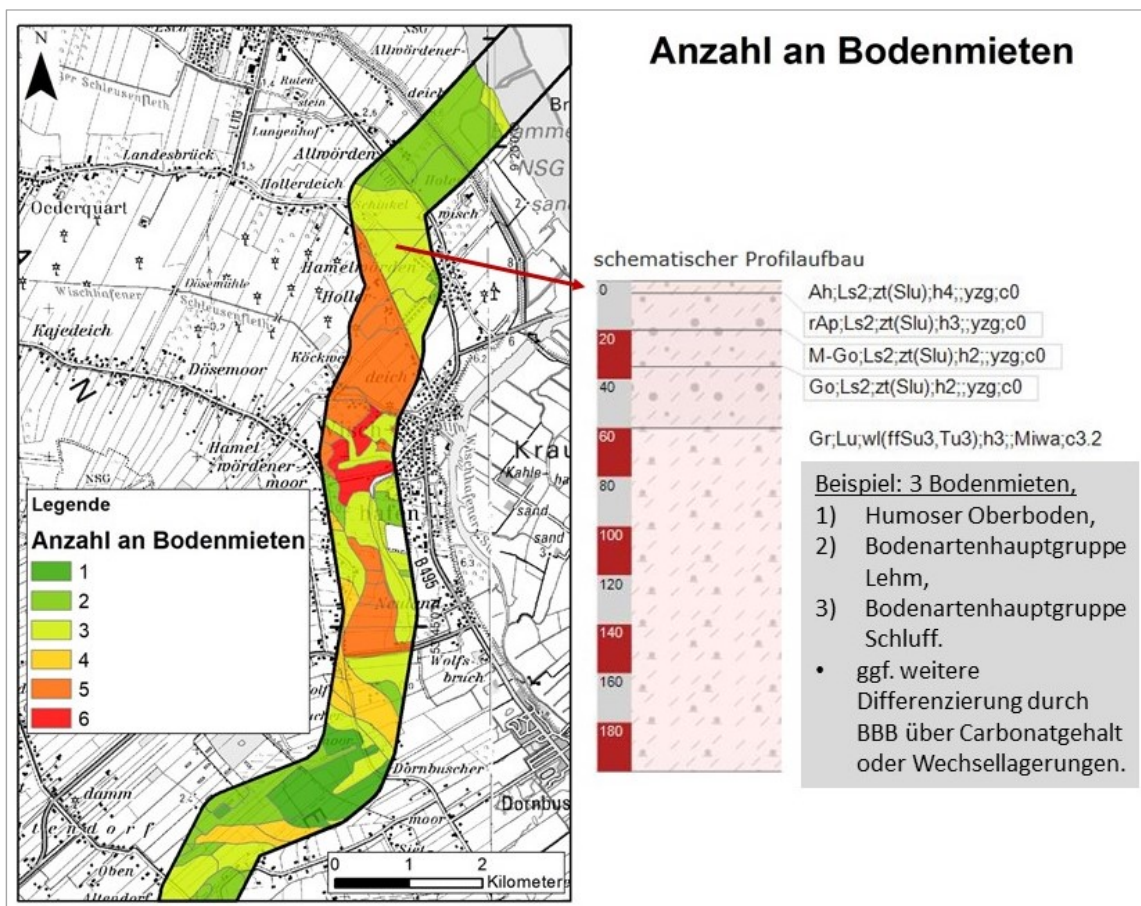


Abb. 20: Anzahl der Bodenmieten (auf Grundlage der BK 50) und schematischer Profilaufbau vom NIBIS® Kartenserver.

Gefährdung der Bodenfunktionen durch Bodenverdichtung

Böden weisen in Abhängigkeit von ihren Eigenschaften eine unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Belastungen auf. Die mögliche Verdichtung hängt von der Auflast sowie den Bodeneigenschaften ab. Aus den Bodeneigenschaften Bodenart, Skelettgehalt, Lagerung und Humusgehalt sowie standortabhängigen Faktoren wie dem Bodenwassergehalt wird die standortabhängige Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens gegenüber der Befahrung mit schweren Land- oder Baumaschinen abgeleitet. In einem zweiten Schritt wird diese Verdichtungsempfindlichkeit in Beziehung zu den Gefügeeigenschaften des Bodens gesetzt, um die Gefährdung von Bodenfunktionen durch Bodenverdichtung abzubilden.

In der Karte werden also Standorte ausgewiesen, die hinsichtlich der Bodenverdichtung durch Bodenbearbeitung und Befahren unterschiedlich empfindlich reagieren. Bewertet wird die übliche Bezugstiefe von 35 cm.

Diese Karte dient der Abgrenzung empfindlicher von weniger empfindlichen Bereichen, kann beispielsweise für die Bauzeitenplanung herangezogen werden und kann Grundlage für die Durchführung entsprechender Schutzmaßnahmen sein. Mögliche Maßnahmen wären das Vorhalten von Lastverteilungsplatten (Baggermatten o. ä.) in hoch bis äußerst hoch verdichtungsgefährdeten Bereichen oder die Installation von Tensiometern zur Messung und Kontrolle der Bodenfeuchte sowie der Schutz von Tabuflächen durch Absperrung.

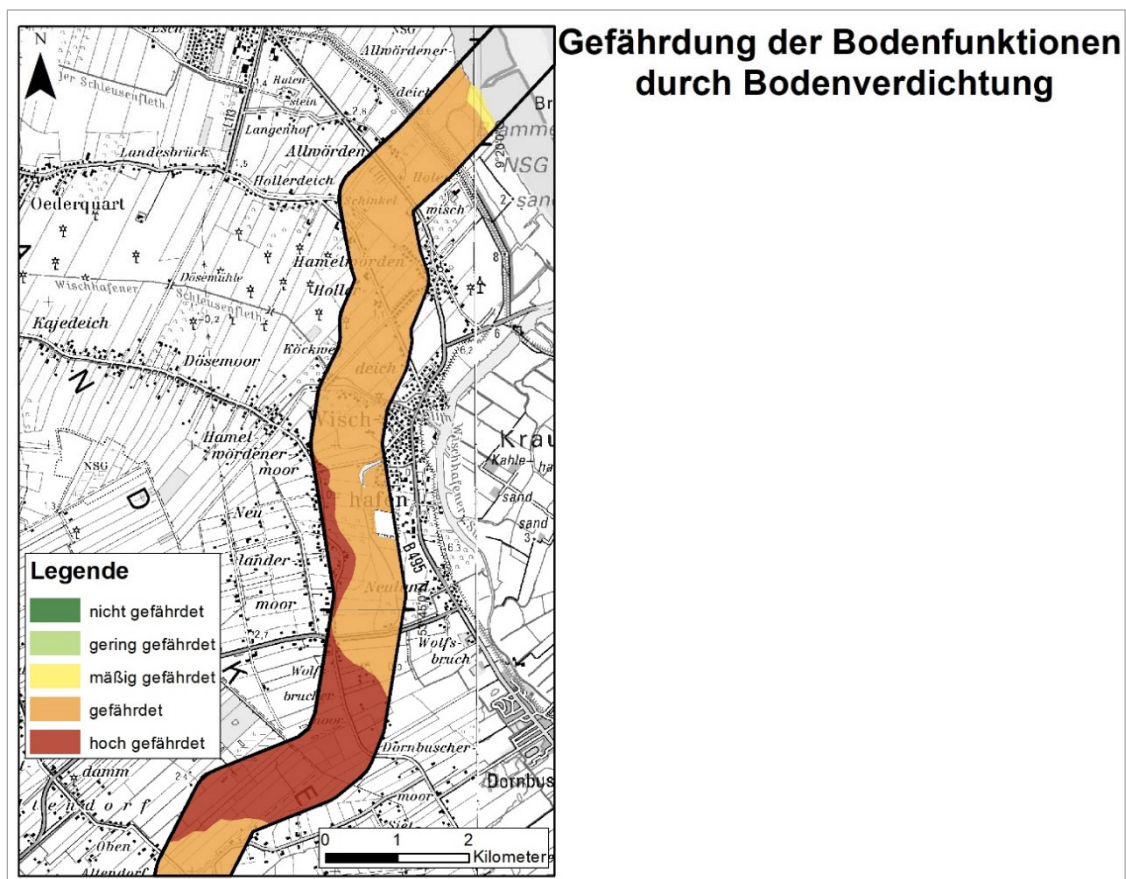


Abb. 21: Gefährdung der Bodenfunktionen durch Bodenverdichtung (auf Grundlage der BK 50).

Grundwasser

Die Auswertung bodenkundlicher Informationen zum Grundwasser liefert zum einen Hinweise auf grundwasserbeeinflusste Böden und zum anderen Informationen zum oberflächennahen Grundwasserstand. Der Karte der Grundwasserstufe können Angaben zu den mittleren Grundwasserständen, den Grundwasserhoch- und -niedrigständen entnommen werden. Je nach Ausbautiefe der Baumaßnahme kann dies im Vorfeld einer Grundwasserhaltung berücksichtigt werden.

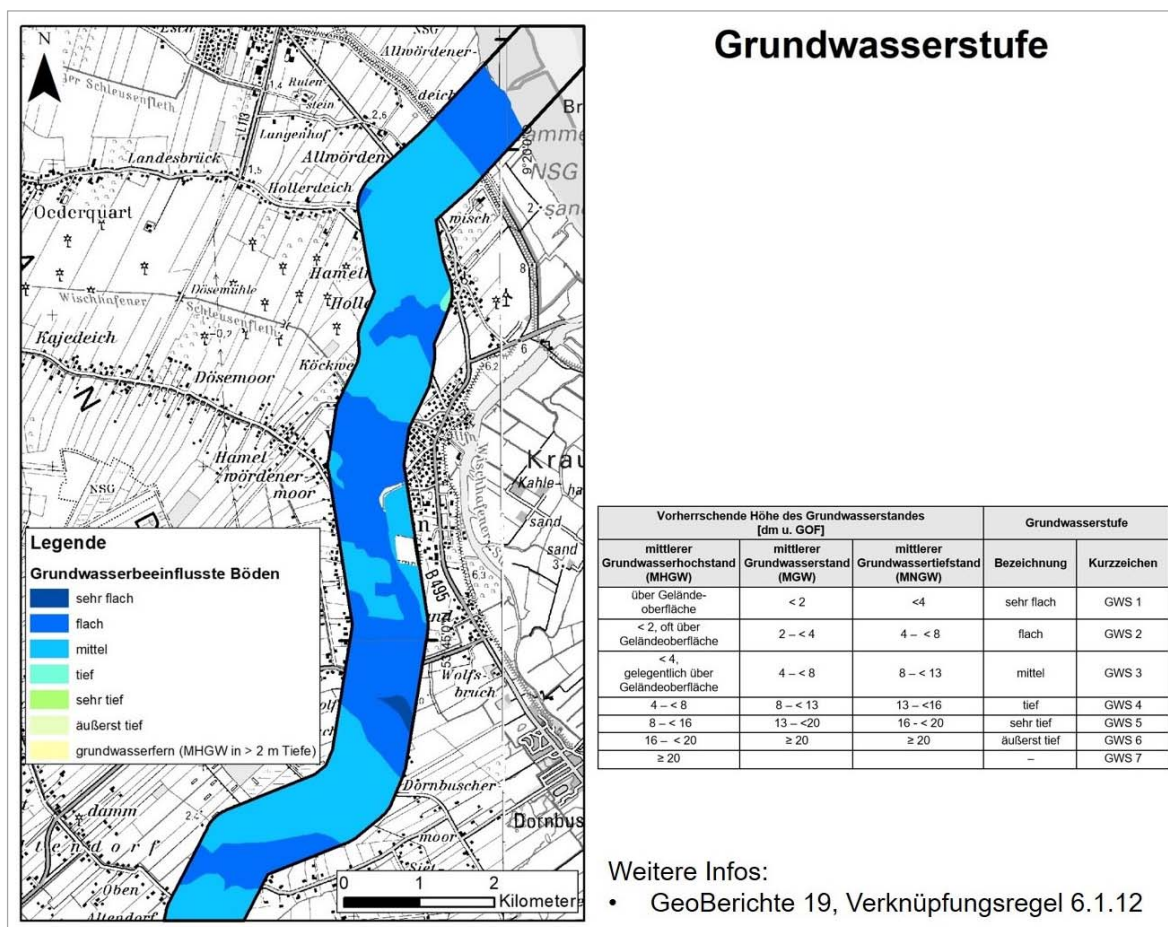


Abb. 22: Grundwasserstufen der Bodeneinheiten (auf Grundlage der BK 50).

Erosion

Die Karte der potenziellen Erosionsgefährdung durch Wind zeigt Flächen unterschiedlicher Gefährdung. Winderosion tritt immer dann auf, wenn der Boden vegetationslos ist und dem Wind Angriffsfläche geboten wird. Bei Baumaßnahmen ist dies bei den Aushubarbeiten und der Lagerung des Bodenaushubs der Fall. In erosionsgefährdeten Gebieten können entsprechende Schutzmaßnahmen, z. B. Abdeckung oder Bepflanzung der Bodenmiete, vorgesehen werden.

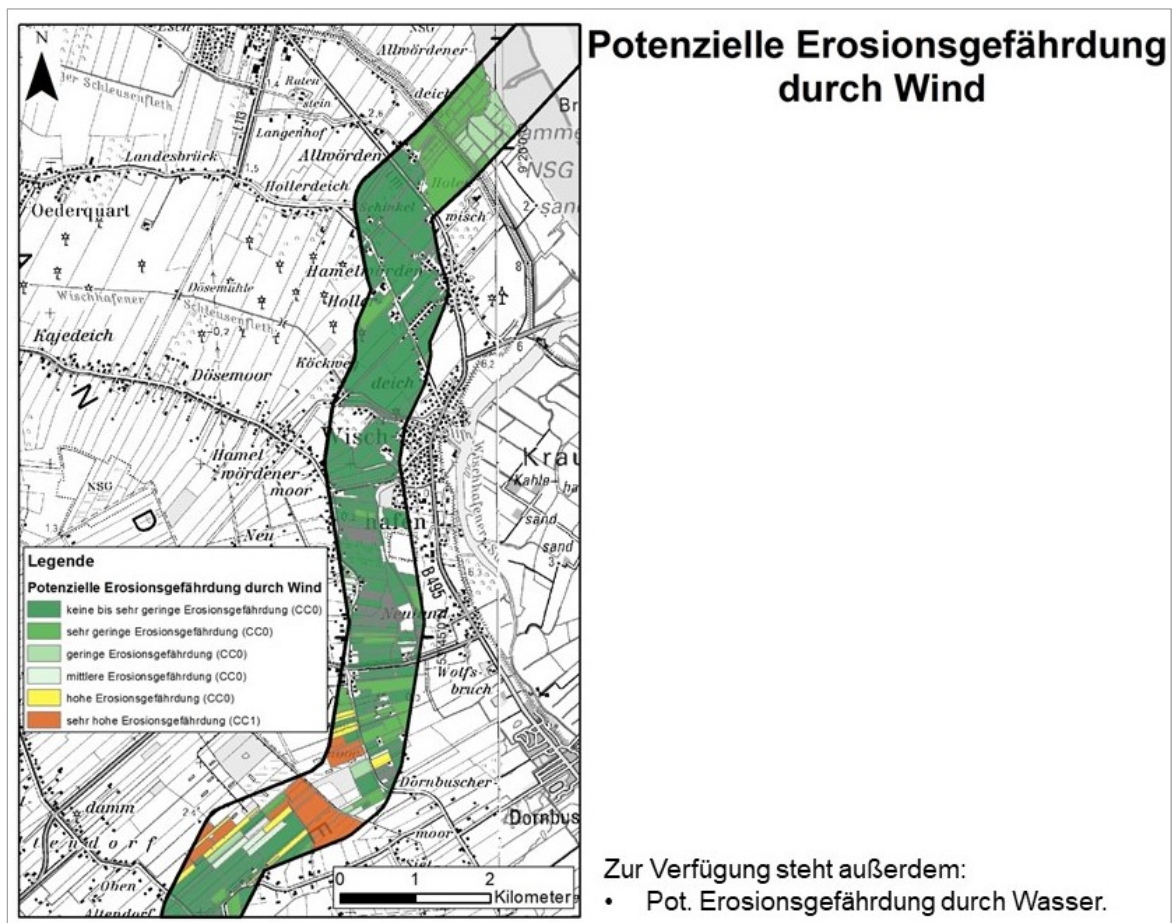


Abb. 23: Potenzielle Erosionsgefährdung durch Wind (auf Grundlage der BK 50).

Hangneigungsstufen

Die Neigung des Geländes kann bei linienhaften Bauvorhaben hinsichtlich der Wasserleitung von Bedeutung sein. Dies kann zum einen die Dränung von Standorten und damit den Wasserhaushalt, zum anderen auch die Erosionsgefährdung durch Wasser betreffen.

Um hier potenziell gefährdete Bereiche frühzeitig identifizieren und Vermeidungsmaßnahmen ergreifen zu können, werden basierend auf einem Digitalen Geländemodell (DGM) Hangneigungsklassen abgeleitet.

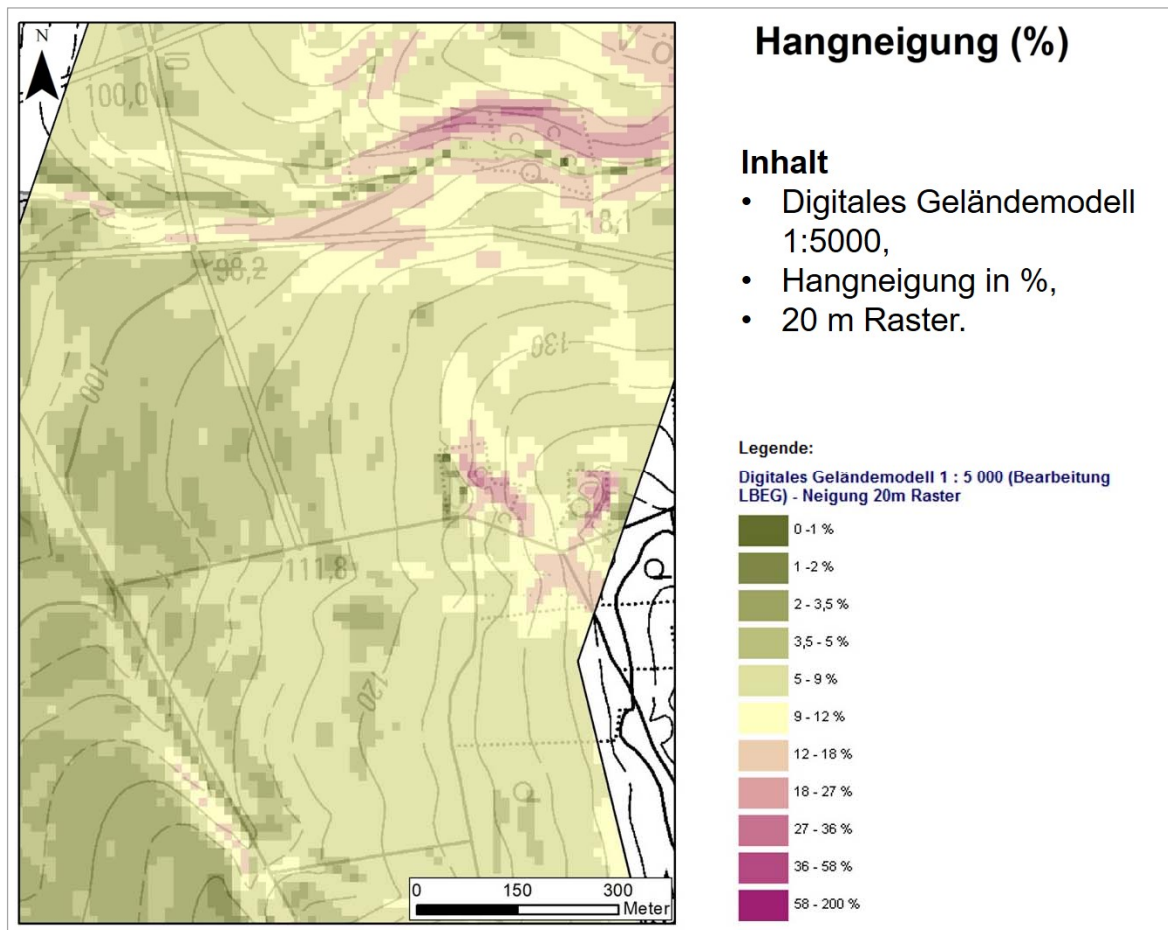


Abb. 24: Stufen der Hangneigung in %.

Bohrdatenbank

In der Bohrdatenbank Niedersachsen sind bodenkundliche, geologische, hydrogeologische und Rohstoffbohrungen verzeichnet, zu denen in der Regel Schichtenverzeichnisse vorhanden sind.

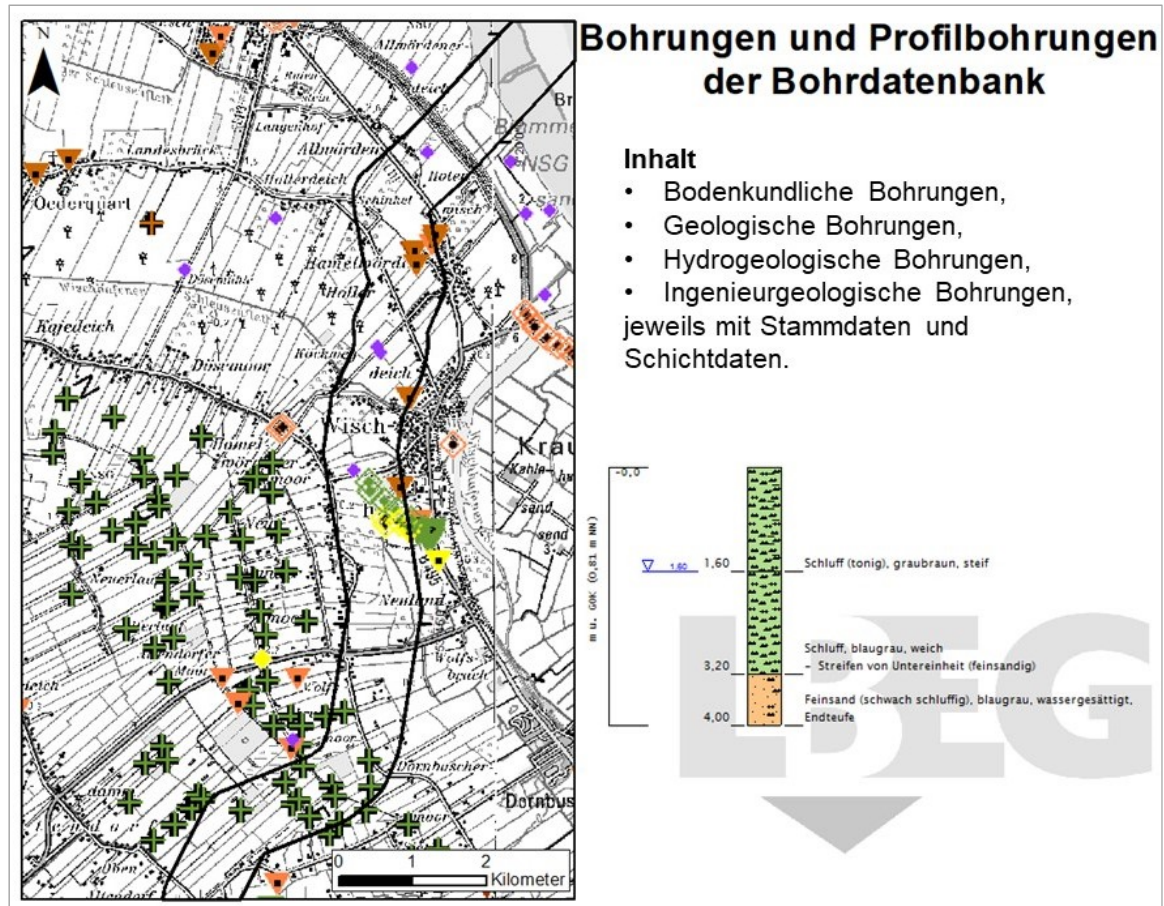


Abb. 25: Bohrdatenbank.

Die aufgeführten Fachinformationen sind als Vorinformation und Grundlage für die Planungsphase sowie als Grundlage für die Ausführungsplanung und für die Bauphase zu verwenden. Sie dienen zur geowissenschaftlichen Beschreibung des Projektgebietes, können Grundlage z. B. für eine bodenschutzoptimierte Trassenfindung sein, sind Grundlage für Schutz- und Vorsorgemaßnahmen, sind in Verbindung mit zusätzlich zu erhebenden Bodendaten (Bodenkar-

tierung) Grundlage für die Erstellung von Massenbilanzen, Verwertungskonzepten, Baustelleneinrichtungsplänen, Bauzeitenplänen, für einen angepassten Geräteeinsatz und für die Erstellung eines Bodenschutzkonzeptes. Als weitere wichtige Informationen sind Drainagepläne zu recherchieren.

5. Muster-Aufgabenheft mit Checkliste

Das Muster-Aufgabenheft soll als Vorlage für die Erstellung von projektbezogenen Festlegungen für die bodenkundliche Baubegleitung (BBB) dienen und kann als ergänzbare Grundlage für vertragliche Regelungen zwischen der Baubegleitung und dem Auftraggeber Anwendung finden.

Das Aufgabenheft ist nach den einzelnen Phasen des Bauablaufes gegliedert. Einzelne Aufgaben sind durch den grau gekennzeichneten Text erläutert.

Die anschließende Checkliste ist eine Zusammenstellung von Aufgaben aus vorhandenen Checklisten, überwiegend aus der Schweiz. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, bietet jedoch einen Überblick über die möglichen Aufgaben der bodenkundlichen Baubegleitung und ist wahlweise anzupassen. Die Checkliste eignet sich als Grundlage für die zu erbringenden Leistungen in den einzelnen Projektphasen.

5.1. Muster-Aufgabenheft

Die bodenkundliche Baubegleitung übernimmt folgende Pflichten und Auflagen:

1. Planungs-und Projektierungsphase

- Sichtung und Erhebung bodenschutzrelevanter Daten für das Untersuchungsgebiet/Projektgebiet, die für die Beurteilung der Empfindlichkeit durch die Baumaßnahme sowie für die Erhebung des Ausgangszustandes notwendig sind.

Dazu zählen beispielsweise Bodenkarten, Bodenschätzungsdaten, geologische und hydrogeologische Karten unterschiedlicher Maßstäbe, Daten zu schutzwürdigen Böden, zu sulfatsauren, verdichtungsempfindlichen, erosionsgefährdeten und verschlammungsgefährdeten Böden, Bodenklassen nach DIN 18300 und vorliegende Bohrungen. Weiterhin können Drainagepläne, Luftbilder sowie vorhandene Baugrunduntersuchungen wichtige Hinweise liefern. Für die Aufstellung von Massenbilanzen, Boden- und Flächenmanagementplänen sollte unter Berücksichtigung bodenkundlicher Vorinformationen eine Bodenkartierung durchgeführt werden.

- Sichtung von Unterlagen zu potenziellen stofflichen Vorbelastungen, etwa durch Altablagerung und Rüstungsaltslasten.

Informationen zu flächenhaften Bodenbelastungen, z. B. in Bodenplanungsgebieten, sind zu finden unter https://www.lbeg.niedersachsen.de/boden_grundwasser/bodenschutz/beschreibung_und_bewertung_bodenbelastung/beschreibung-und-bewertung-der-bodenbelastung-578.html.

- Festlegung von notwendigen Schutzmaßnahmen, z. B. bei verdichtungsgefährdeten, erosionsgefährdeten, sulfatsauren oder schutzwürdigen Böden.

Schutzwürdige Böden sollten nach Möglichkeit nicht überplant werden. Ihre Inanspruchnahme sollte auf ein Minimum reduziert werden. Nicht benötigte Flächen können durch Abzäunung geschützt werden. Beim Aushub von sulfatsauren Böden sollten entsprechende Lagermöglichkeiten zur Verfügung stehen (vgl. Geofakten 24 u. 25). Bei erosionsgefährdeten Böden ist die unverzügliche Ansaat des Bodenaushubs denkbar. Für verdichtungsgefährdete Bereiche sollten schützende Maßnahmen, wie etwa das Vorhalten von Baggermatratzen oder eine entsprechend ausgeführte Baustraße, vorgesehen werden.

- Mitarbeit bei der Auftragsvergabe, insbesondere die Erarbeitung von Vorgaben zu Maschinenlisten und lastverteilenden Maßnahmen.

Die Maschinenlisten sollen geeignete Informationen beinhalten, aus denen der spezifische Bodendruck ermittelbar ist. Dazu werden Gesamtgewicht und Bodenpressung benötigt. Mögliche

Alternativen, d. h. Maschinen mit geringerem spezifischem Bodendruck, sollten aufgeführt sein. Kettenfahrzeugen ist der Vorzug vor Radfahrzeugen zu geben.

- Festlegung von bodenrelevanten Arbeitsgängen, von Zeitplänen und von Regelungen für ungünstige Bodenverhältnisse.

Anhand vorhandener Werkzeuge (z. B. Nomogramm) kann die Einsatzgrenze für Maschinen bezüglich der Bodenfeuchte ermittelt werden. Die Einsatzgrenze entspricht jener Bodenfeuchte, ab der die Maschine direkt auf dem Boden eingesetzt werden kann. Es ist festzulegen, wie bei bestimmten Bodenfeuchtegehalten/Saugspannungen im Boden in Bezug auf bodenschützende Maßnahmen verfahren wird.

- Ermittlung von Massenbilanzen, Aufstellen von Boden- und Flächenmanagementplänen.

Ermittlung und Ausweisung von Flächen für die Zwischenlagerung des Bodens. Planung von Materialflüssen und möglicher Verwertungs- oder Entsorgungswege. Die Flächeninanspruchnahme ist auf ein Minimum zu reduzieren. Es können beispielsweise Flächen für die Zwischenlagerung genutzt werden, die später bebaut werden.

- Kontaktaufnahme mit Behörden und Betroffenen und Sicherstellen des Informationsflusses.

Die Baubegleitung nimmt Kontakt zu den Behörden auf, informiert Betroffene über durchzuführende Maßnahmen und den Bauablauf.

2. Bauphase

- Beurteilung der Ausführbarkeit bodenrelevanter Arbeiten in Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen, täglich oder nach Absprache.

Eine Beurteilung ist auf jeden Fall notwendig beim Beginn neuer Arbeitsschritte, bei der Beanspruchung neuer Flächen und bei wesentlichen Witterungsänderungen. Die Beurteilung sollte auf Grundlage von regelmäßigen Messungen oder evtl. Modellierungen der Bodenfeuchtigkeit (Saugspannung) sein. In den Schutzmaßnahmen muss klar festgelegt werden, bei welchen Saugspannungswerten die Bauarbeiten eingestellt bzw. diese wieder freigegeben werden können oder welche sonstigen Maßnahmen durchzuführen sind.

- Überwachung und Kontrolle der Bodenschutzmaßnahmen gemäß einschlägigen Richtlinien und Normen sowie die Kontrolle der bodenschutzrelevanten Auflagen der Behörden.

- Einrichtung und Unterhalt von Messstellen zur Ermittlung der Bodenfeuchte und der Niederschläge einschließlich der Protokollierung und Datenauswertung.

- Führung und Aktualisierung der Maschinenliste.

Schema mit Interventionswerten für bodenrelevante Arbeiten, bei denen ein Befahren des Bodens mit Maschinen nicht bodenverträglich ist bzw. Schutzmaßnahmen durchgeführt werden müssen (z. B. Baggermatratzen).

- Information des Baustellenpersonals (Bauleitung und Maschinisten) über den praktischen Bodenschutz und die resultierenden Maßnahmen auf der Baustelle.

- Beratung der Bauleitung und des Bauherrn in allen Fragen des Bodenschutzes.

- Ausweisung geeigneter Flächen für Zwischenlager, Überwachung des Bodenabtrages, Formulierung von Bauvorgaben und Schutzmaßnahmen für die Zwischenlagerung (Schütthöhen, Begrünung, Trennung der Böden usw.).

Ausweisung von entsprechenden Flächen auf der Baustelle. Darüber hinaus sind Ausschlussgebiete durch Absperrungen zu kennzeichnen.

- Teilnahme an allen bodenrelevanten Bausitzungen, selbstständige Beobachtung des Zeitplanes, tägliche Präsenz vor Ort während bodenrelevanter Erdarbeiten und vorausschauende Kontrolle in bodenrelevanten Phasen des Bauablaufes.

- Überwachung von Aushub, Zwischenlagerung und Entsorgung stofflich belasteter Böden. Die Entsorgung ist durch Entsorgungsnachweise zu dokumentieren.

- Umgang mit unbelasteten Überschussmassen, die einer Verwertung zugeführt werden müssen.

- Dokumentation des Arbeitsfortschrittes und der bodenschutzrelevanten Arbeiten und Schutzmaßnahmen.

3. Wiederherstellung und Abnahme

- Begleitung der Rekultivierung unter Beachtung der zulässigen Saugspannungen und der Maschinenliste.
- Abnahme der wieder aufgetragenen Bodenhorizonte. Bei den Abnahmen sollten Bauleitung, Bauherr, Eigentümer/Bewirtschafter vertreten sein. Erstellung eines Abnahmeprotokolls.
- Begleitung von Maßnahmen zur Schadensbehebung (z. B. Lockerungen, Drainagen usw.).
- Qualitätsprüfungen von auf der Baustelle angelieferten Böden.
- Aufklärung der Bewirtschafter über die Folgebewirtschaftung zur Gefügebildung der wiederaufgebauten Böden (Saatmischungen, Befahren, Bodenbearbeitung, Schnittfolgen, freiwillig dokumentierte Selbstkontrolle usw.).

Die Folgebewirtschaftung beginnt im Jahr nach der Ansaat der definitiven Erstbegrünung und endet in der Regel nach drei Jahren, maximal nach acht Jahren.

- Schlussabnahme der wiederhergestellten Flächen nach Ablauf der Folgebewirtschaftung (in der Regel nach drei Jahren) mit der Bauleitung, dem Bauherrn, dem Eigentümer/Bewirtschafter und Behördenvertretern. Vergleich mit dem Ausgangszustand und Freigabe zur Nutzung.

4. Unterschriften

Ort/Datum

Ort/Datum

Bodenkundliche Baubegleitung

Bauherr

5.2. Checkliste

Das ausgearbeitete Aufgabenheft ist für alle Beteiligten verbindlich zu vereinbaren. Die aufgeführten Bestimmungen sind dann verpflichtend.

1. Checkliste Planung und Projektierung

- ☐ Festlegen eines detaillierten Aufgabenhefts für die bodenkundliche Baubegleitung (BBB)

1.1 Aufnahme des Ausgangszustandes (Planung und Beweissicherung)

- ☐ Geowissenschaftliche Grundlagendaten (Geologische Karten, Bodenkarten usw.)
- ☐ Geowissenschaftliche Auswertungskarten (z. B. sulfatsaure, verdichtungsempfindliche, erosionsempfindliche Böden, Bodenklassen nach DIN 18300, schutzwürdige Böden usw.)
- ☐ Bodenschätzungsdaten für landwirtschaftliche Flächen
- ☐ Ergänzende Bodenkartierung auf Grundlage der Auswertung der vorliegenden geowissenschaftlichen Grundlagen- bzw. Auswertungskarten
- ☐ Erosionsrisikokarte der Projektfläche
- ☐ Verdichtungsempfindlichkeitskarte der Projektfläche (Darstellen der Belastbarkeit abhängig von Bodentyp, Saugspannung, Maschinentyp)
- ☐ Beurteilung von physikalischen und/oder stofflichen Vorbelastungen (Vernässungsstellen, Altlasten)
- ☐ Dokumentation
- ☐ Qualitätskontrollen
- ☐ Weitere:
.....

1.2 Bodenschutzmaßnahmen

- ☐ Formulieren von projektspezifischen Bodenschutzmaßnahmen (Zufahrts- und Baustraßen, Baggermatratzen usw.)
- ☐ Erstellung eines Bodenschutzkonzeptes
- ☐ Teilnahme an bodenrelevanten Projektsitzungen
- ☐ Vorgaben zum Maschineneinsatz und zu lastverteilenden Maßnahmen bei bodenrelevanten Arbeiten
- ☐ Regelungen für Bauarbeiten bei ungünstigen Bodenverhältnissen und Witterungsbedingungen
- ☐ Weitere:
.....

1.3 Bodenmanagementkonzept

- ☐ Konzept zur Untersuchung und Entsorgung des Bodenmaterials (bei Schadstoffbelastung)
- ☐ Zeitplan und räumliche Organisation des Bodenabtrags
- ☐ Abtragsmächtigkeiten und Kubatur des Bodenmaterials
- ☐ Zwischenlagerflächen (Größe und Lage)
- ☐ Zwischenlagerunterhalt (Untergrundvorbereitung, Aufbau, Begrünung, Schnitt, Unkrautbekämpfung, Umzäunung)

- ☐ Zwischenlagerbezeichnung (Horizont, Herkunft, Begrünungstyp, Errichtungsdatum, Schadstoffbelastung, zuständiger Bauführer und Maschinist usw.)
- ☐ Rekultivierungskonzept Zwischenlagerflächen
- ☐ Auftrag Unterboden mit Zwischenbegrünung
- ☐ Auftrag Oberboden mit definitiver Begrünung
- ☐ Weitere:
-

1.4 Übernahmeprotokoll für unvorhergesehen beanspruchte Flächen

- ☐ Protokollierung des Ausgangszustandes (Beweissicherung)

2. Checkliste Bauphase

2.1 Definition der Befugnisse gegenüber Baustellenpersonal

- ☐ Erarbeitung eines Organigramms (sofern nicht vorhanden)
- ☐ Regelung der Weisungsbefugnisse gegenüber Baustellenpersonal (Bauleitung, Bauführung, Poliere und weiteres Baupersonal)

2.2 Präsenz auf der Baustelle, Teilnahme an Sitzungen usw.

- ☐ Regelung der Präsenz auf der Baustelle (z. B. mindestens einmal täglich während der bodenrelevanten Erdbauarbeiten)
- ☐ Regelung der Teilnahme an Bausitzungen (vor allem, wenn bodenrelevante Erdbauarbeiten anstehen oder besprochen werden)
- ☐ Regelung der Erreichbarkeit der BBB

2.3 Einführung des Baupersonals in den Bodenschutz auf der Baustelle

- ☐ Erläuterung der Bodenschutzmaßnahmen
- ☐ Erstellung von Merkblättern
- ☐ Information über die Erreichbarkeit der BBB
- ☐ Weitere:
-

2.4 Dokumentation (Beweissicherung)

- ☐ Bodenrelevante Anordnungen, Ausführungen und Qualitätskontrollen
- ☐ Fotodokumentation
- ☐ Protokollierung von Verstößen gegen die Bodenschutzrichtlinien
- ☐ Nachführung eines Rekultivierungsplans der beim Bau beeinflussten Flächen
- ☐ Weitere:
-

2.5 Entscheidungsgrundlagen für die Bauleitung

- ☐ Bereitstellen von Bodenschutzmaßnahmen
- ☐ Bereitstellen des Bodenmanagementkonzepts

- ☐ Installation von Tensiometerstation/en und Niederschlagsmessern, periodische Wartung
- ☐ Erstellen einer Bodenempfindlichkeitskarte für die Bauleitung
- ☐ Weitere:

2.6 Beratung und Begleitung der Bauleitung in bodenrelevanten Bauphasen

- ☐ Teilnahme an allen bodenrelevanten Bausitzungen
- ☐ Beurteilung der Arbeitsschritte im Bauprogramm (täglich oder nach Notwendigkeit)
- ☐ Anordnung zusätzlicher Schutzmaßnahmen
- ☐ Periodische Begehungen (mindestens einmal täglich während bodenrelevanter Erdarbeiten)
- ☐ Erstellung von Baustellenprotokollen

2.7 Periodische Information der Fachstelle/Bodenschutzbehörde über Ablauf und Qualität der Umsetzung gemäß behördlichen Vorgaben

- ☐ Zwischenberichte
- ☐ Unregelmäßigkeiten, unsachgemäßen Umgang mit Boden und besondere Vorkommnisse umgehend melden
- ☐ Weitere:

3 Checkliste Wiederherstellung und Abnahmen

3.1 Abnahme nach Wiederauftrag der Bodenhorizonte

- ☐ Abnahme vor der Ansaat mit Protokollführung
- ☐ Abnahme nach angelaufener Ansaat mit Protokollführung
- ☐ Empfehlungen über die Zwischenbegrünung (z. B. Winterbegrünung)
- ☐ Empfehlungen über die Folgenutzung mit Verteilung von Merkblättern
- ☐ Vereinbaren einer angepassten Folgebewirtschaftung mit Eigentümern/Bewirtschaftern
- ☐ Schlussabnahme nach der Folgenutzung mit Protokollführung
- ☐ Weitere:

3.2 Anordnung von möglichen Maßnahmen zur Schadensbehebung (falls notwendig)

- ☐ Lockerung (Tiefenlockerung, Abbruchlockerung)
- ☐ Zusätzliche Drainageleitungen
- ☐ Zufuhr von geeignetem Boden
- ☐ Saatmischung mit Zusatz von tiefwurzelnden Pflanzen
- ☐ Kein Befahren mit schweren Maschinen (nur im trockenen Zustand mit leichten Maschinen)
- ☐ Weitere:

3.3 Selbstkontrolle der Bewirtschafter mittels Bewirtschaftungsprotokollen

- ☐ Kontrolle und Archivierung der Protokolle
- ☐ Regelung der Erreichbarkeit der BBB bei Schwierigkeiten
- ☐ Schlussabnahme nach ... Jahren: Abnahmen mit Vertretern der Fachstelle, Projektleitung, Bauleitung, Unternehmung, Bauherr und Eigentümer/Bewirtschafter
- ☐ Übernahmeprotokolle
- ☐ Weitere:
.....

3.4 Anordnung von Maßnahmen zur Behebung von Mängeln

- ☐ Vereinbarung von Entschädigung aufgrund von festgestellten Mängeln (z. B. Vernässungen)
- ☐ Weitere:
.....

6. Quellen

6.1. Literatur/Links

Gesetze und Verordnungen

BBODSCHG – BUNDESBODENSCHUTZGESETZ: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) vom 17. März 1998 (BGBl. I: 502), das zuletzt durch Artikel 5 Absatz 30 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I: 212) geändert worden ist. – <http://www.gesetze-im-internet.de/bbodschg/>.

BBODSCHV – BUNDESBODENSCHUTZVERORDNUNG: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I: 1554), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I: 212) geändert worden ist. – <http://www.gesetze-im-internet.de/bbodschv/>.

KRWG – KREISLAUFWIRTSCHAFTSGESETZ: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen vom 24. Februar 2012 (BGBl. I: 212), das zuletzt durch § 44 Absatz 4 des Gesetzes vom 22. Mai 2013 (BGBl. I: 1324) geändert worden ist. – <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/krwg/gesamt.pdf>.

LROP (2017): Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen vom 26. September 2017. – <http://www.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink&query=RaumOPrV+ND&psml=bsvorisprod.psml&max=true&aiz=true>.

NBODSCHG: Niedersächsisches Bodenschutzgesetz vom 19. Februar 1999 (Nds. GVBl. 1999: 46), letzte berücksichtigte Änderung: § 13 geändert durch Artikel 16 des Gesetzes vom 16.05.2018 (Nds. GVBl.: 66) – <http://www.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink&query=BodSchG+ND&psml=bsvorisprod.psml&max=true>.

NROG (2017): Niedersächsisches Raumordnungsgesetz in der Fassung vom 6. Dezember 2017 (Nds. GVBl. 2017: 456) – <http://www.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink&query=RaumOG+ND&psml=bsvorisprod.psml&max=true&aiz=true>.

ROG (2008): Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I: 2986), letzte Änderung durch Artikel 9 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I: 2585). – http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/rog_2008/gesamt.pdf.

UVPG: Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I: 94), zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 25. Juli 2013 (BGBl. I: 2749). – <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/uvpg/gesamt.pdf>.

Bauplanungs- und Bauordnungsrecht

BAUGB – BAUGESETZBUCH (2004): Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I: 2414), letzte Änderung durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Juli 2014 (BGBl. I: 954). – <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbaug/gesamt.pdf>.

BBERG – BUNDESBERGGESETZ: Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I: 1310), zuletzt geändert durch Artikel 4 Absatz 71 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I: 3154). – <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bberg/gesamt.pdf>.

BNATSCHG – BUNDESNATURSCHUTZGESETZ (2009): Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I: 2542), letzte Änderung durch Artikel 4 Absatz 100 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I: 3154). – http://www.gesetze-im-internet.de/bnatσχg_2009/.

LAGA – LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln. - Allgemeiner Teil (Überarbeitung vom 06.11.2003) - Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) (Stand: 05.11.2004) - Teil III: Probenahme und Analytik (Stand: 05.11.2004). – LAGA-Mitteilung 20, <https://www.laga-online.de/Publikationen-50-Mitteilungen.html>.

NAGBNATSCHG: Niedersächsisches Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz vom 19. Februar 2010. – Nds. GVBl. 2010: 104. – <http://www.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink&query=BNatSchGAG+ND&psml=bsvorisprod.psml&max=true&aiz=true>.

DOLWin2 (2013): Planfeststellungsbeschluss für die Netzanbindung DolWin2 der Offshore-Plattform DolWin beta mittels einer 600-kV-Gleichstromleitung. – Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (NLStBV), Az.: 3331-05020-5 Land.

Handreichungen, Merkblätter und Leitfäden

AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 5). – 5. Aufl., 438 S., 41 Abb., 103 Tab, 31 Listen; Hannover.

AFU – AMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2003): Nomogramm Maschineneinsatz. – <https://uwe.lu.ch/-/media/UWE/Dokumente/Themen/Bodenschutz/bodenfeuchte/boden_nomogramm.pdf?la=de-CH>; Luzern.

BBSR – BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (2013): Bodenschutz im baulichen Umfeld. – BBSR-Analysen Kompakt **08/2013**; Bonn.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2012): Richtlinien für die sachgerechte Bodenrekultivierung. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz. Arbeitsgruppe Bodenrekultivierung. – Wien.

BUWAL – BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT (2001a): Bodenschutz beim Bauen. – Bern.

BUWAL – BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT (2001b): Wegleitung, Verwertung von ausgehobenem Boden. – Bern.

BVB – BUNDESVERBAND BODEN (2013): Bodenkundliche Baubegleitung BBB. – BVB-Merkblatt, Band 2.

DIN 18196 – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2011): Erd- und Grundbau. Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke. – Ausgabedatum: 2011-05; Berlin (Beuth).

DIN 18300 – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2012): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen. Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Erdarbeiten. – Ausgabedatum: 2012-09; Berlin (Beuth).

DIN 18915 – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2018): Vegetationstechnik im Landschaftsbau. Bodenarbeiten. – Ausgabedatum: 2018-06; Berlin (Beuth).

DIN 19639 – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2019): Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben. – Ausgabedatum: 2019-09; Berlin (Beuth).

DIN 19682-2 – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2014): Bodenbeschaffenheit – Felduntersuchungen - Teil 2: Bestimmung der Bodenart. – Ausgabedatum: 2014-07; Berlin (Beuth).

DIN 19731 – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (1998): Bodenbeschaffenheit. Verwertung von Bodenmaterial. – Ausgabedatum: 1998-05; Berlin (Beuth).

DVGW – DEUTSCHER VEREIN DES GAS- UND WASSERFACHES E. V. (2013): Bodenschutz bei Planung und Errichtung von Gastransportleitungen. Technischer Hinweis – Merkblatt DVGW **G 451** (M); Bonn.

DWA – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (2012): Ökologische Baubegleitung bei Gewässerunterhaltung und -ausbau. – Merkblatt DWA-**M 619**; Hennef.

GEOBERICHTE 8 – BUG, J., ENGEL, N., GEHRT, E. & KRÜGER, K. (2019): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. Arbeitshilfe zur Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in Planungs- und Genehmigungsverfahren. – 2. Aufl., GeoBerichte **8**: 56 S., 25 Abb., 5 Tab., 3 Anh.; Hannover (LBEG).

GEOBERICHTE 19 – MÜLLER, U. & WALDECK, A. (2011): Auswertungsmethoden im Bodenschutz - Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS®. – GeoBerichte **19**: 415 S., 37 Abb., 335 Tab.; Hannover (LBEG).

GEOBERICHTE 26 – ENGEL, N. (2013): Bodenfunktionsbewertung auf regionaler und kommunaler Ebene – Ein niedersächsischer Leitfaden für die Berücksichtigung der Belange des vorsorgenden Bodenschutzes in der räumlichen Planung. – GeoBerichte **26**: 43 S., 1 Abb., 17 Tab., 4 Anh.; Hannover (LBEG).

GEOFAKTEN 23 – RAISSI, F., BOHNENSTEIN, V., MÜLLER, U. & FRITZ, J. (2011): Ermittlung von Bodenklassen für Erdarbeiten nach DIN 18300 auf Basis der Bodenübersichtskarte i. M. 1 : 50 000. – 3. Aufl., Geofakten **23**: 6 S., 2 Tab.; Hannover (LBEG).

- GEOFAKTEN 24 – HEUMANN, S., GEHRT, E., & GRÖGER-TRAMPE, J. (2018): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten: Entstehung, Vorerkundung und Auswertungskarten - Überarbeitete Fassung. – Geofakten **24**: 17 S., 6 Abb., 1 Tab.; Hannover. (LBEG).
- GEOFAKTEN 25 – SCHÄFER, W., PLUQUET, E., WEUSTINK, A., BLANKENBURG, J. & GRÖGER, J. (2010): Handlungsempfehlungen zur Bewertung und zum Umgang mit Bodenaushub aus (potenziell) sulfatsauren Sedimenten. – Geofakten **25**: 8 S., 4 Abb., 2 Tab.; Hannover (LBEG).
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2014): Bodenschutz bei der Planung, Genehmigung und Errichtung von Windenergieanlagen. – Wiesbaden.
- HLUG – HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2012): Vorsorgender Bodenschutz bei Baumaßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur und der Durchgängigkeit. – Böden und Bodenschutz in Hessen **10**; Wiesbaden.
- LABO – BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (2018a): Checklisten Schutzgut Boden für Planungs- und Zulassungsverfahren. Arbeitshilfen für Planungspraxis und Vollzug. <https://www.labo-deutschland.de/documents/2018_08_06_Checklisten_Schutzgut_Boden_PlanungsZulassungsverfahren.pdf>.
- LABO – BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (2018b): Empfehlungen zur Berücksichtigung des Schutzgutes Boden für erdverlegte Höchstspannungsleitungen. – <https://www.labo-deutschland.de/documents/LABO_AH_Bodenschutz_beim_Netzausbau.pdf>.
- LANUV NRW – LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (2009): Bodenschutz beim Bauen. Dokumentation der LANUV-Internetseiten. – <www.lanuv.nrw.de/bodenschutz-beim-bauen>; Recklinghausen.
- LLUR – LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME SCHLESWIG-HOLSTEIN (2014): Leitfaden Bodenschutz auf Linienbaustellen. – <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/Downloads/Leitfaden.pdf;jsessionid=C7D985D143D9B31AB909EDD50F9B4589?__blob=publicationFile&v=1>; Flintbek.
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, BAUEN UND KLIMASCHUTZ (2015): Entsorgung von Bohrklein und Bohrspülungen aus Horizontalbohrungen. – RdErl. d. MU vom 07.08.2015.
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, BAUEN UND KLIMASCHUTZ (2016): Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land (Windenergieerlass). – Gem. RdErl. d. MU, d. ML, d. MS, d. MW u. d. MI v. 24.02.2016. – MU-52-29211/1/300, VORIS 28010 – <https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/96713/Planung_und_Genehmigung_von_Windenergieanlagen_an_Land_in_Niedersachsen_und_Hinweise_fuer_die_Zielsetzung_und_Anwendung_Windenergieerlass_Ministerialblatt_vom_24.02.2016_.pdf>.
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, BAUEN UND KLIMASCHUTZ (2019): Umlagerung von potentiell sulfatsauren Aushubmaterialien im Bereich des niedersächsischen Küstenholozäns. – RdErl. d. MU vom 12.02.2019.
- NLSTBV – NIEDERSÄCHSISCHE LANDESBEHÖRDE FÜR STRAßENBAU UND VERKEHR (2014): Handreichung Qualifizierte Entsorgung von mineralischen Abfällen im Straßenbau - Kurzfassung. – <https://www.ngsmbh.de/bin/pdfs/Erlass_mineralische_Abfaelle_Handreichung_NLStBV.pdf>; Hannover.

6.2. Karten

- NIBIS® KARTENSERVEN (2019): Niedersächsisches Bodeninformationssystem (NIBIS®). Kartenwerke: GK 50, BK 50, BK 25, Bodenschätzung; Auswertungskarten: schutzwürdige Böden, sulfatsaure Böden, Gefährdung der Bodenfunktionen durch Bodenverdichtung, Grundwasserstufe, Potenzielle Erosionsgefährdung durch Wind, Potenzielle Anzahl der Bodenmieten, Stufen der Hangneigung, Bohrdatenbank. – <<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>>, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG); Hannover.

Autoren

- Uwe Hammerschmidt

<https://orcid.org/0000-0002-2037-7572>

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie,
Referat L 3.1 Bodenschutz, Bodenkundliche Landesaufnahme,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.

- Robin Stadtmann

<https://orcid.org/0000-0002-6232-4188>

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie,
Referat L 3.1 Bodenschutz, Bodenkundliche Landesaufnahme,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.

ISSN 1864 – 7529