

Leitfaden

Bodenschutz bei Gewässerrenaturierungs- maßnahmen

Ansprechpartnerin

Dr. Nicole Bädjer

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und

ländliche Räume

Hamburger Chaussee 25

24220 Flintbek

Tel. 04347/704-551

Mail: nicole.baedjer@llur.landsh.de

Stand: 20.01.2017

Inhalt

1. Ziele und Anwendungsbereich	1
2. Vorhabenplanung und Bodenschutzkonzept	2
2.1 Nutzung von Fachinformationen	2
2.2 Bodenmanagementplanung - der Umgang mit Bodenmaterialien	3
2.3 Baustellenplanung und Vermeidung von Bodenverdichtungen	7
3. Durchführung der Baumaßnahme	9
3.1 Umgang mit Bodenmaterial	9
3.2 Bodenschonende Bauausführung und Vermeidung von Verdichtungen	10
4. Literatur, Gesetze, Normen und technische Regeln	12

Anhang

Anhang A, Teil 1: Bodenrelevante Fachinformationen

Anhang A, Teil 2: Karte der sulfat-sauren Böden

Anhang B: Ablaufdiagramm

Anhang C: Checklisten

1. Ziele und Anwendungsbereich

Der Boden ist ein wichtiger Bestandteil eines Ökosystems und übernimmt neben der zentralen Rolle für das Wachstum landwirtschaftlicher Nutzpflanzen Funktionen im Natur- und Wasserhaushalt. Der Schutz und Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen ist daher ein zentrales Anliegen des nachhaltigen Bodenschutzes und Flächenmanagements und als Zielstellung in verschiedenen gesetzlichen Normen verankert.

Gewässerrenaturierungsmaßnahmen im Zuge der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) (WRRL) betreffen auch das Schutzgut Boden. Zwar fördern diese Maßnahmen einen standortgemäßen Bodenwasserhaushalt und die Entwicklung des Bodens hin zu einem natürlichen Zustand, gleichwohl sind sie auch mit Einwirkungen auf den Boden verbunden. Dies sind insbesondere der Umgang mit Bodenmaterialien und Baggergut, wie z. B. Abgrabungen, Bodenumlagerungen, Bodenauftrag und der Umgang mit den in den Auenbereichen regelmäßig höheren Gehalten an umweltrelevanten Schadstoffen sowie Fragen der Bodenverdichtung durch intensives Befahren und weitere Tätigkeiten mit Eingriffen in den Boden. Dabei können Beeinträchtigungen von Böden die Folgen sein, wie zum Beispiel: Schädigungen des Bodengefüges, Vernässungen, Boden-substratvermischungen, Bodenerosion, Eintrag / Mobilisierung von Schadstoffen.

Daher sind auch bodenschutzrechtliche Regelungen und technische Normen zu berücksichtigen, die das Ziel haben, dass es nicht zur Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung (SBV) kommt. Von den bodenschutzrechtlichen Regelungen **ausgenommen sind Maßnahmen im Gewässer** und somit auch der Bereich des Gewässerbettes¹ (vgl. § 2 Abs.1 Bundes-Bodenschutzgesetz ([BBodSchG](#))).

Der Leitfaden enthält Hinweise zur bodenschonenden Durchführung des Gewässerumbaus. Mit den Empfehlungen werden keine zusätzlichen Regelungen zum Bodenschutz geschaffen, sondern die bestehenden gesetzlichen Anforderungen für die praktische Umsetzung bei Gewässerrenaturierungsmaßnahmen konkretisiert. Dies betrifft den **Umgang mit Bodenmaterial und Baggergut** und die **Vermeidung von Bodenverdichtungen**. Zur Erleichterung der Umsetzung der Maßnahmen sind im Anhang Ablaufdiagramme (Anhang B) und Checklisten (Anhang C) zu den Themen „Bodenmaterialmanagement“ und „Baustelleneinrichtung und Bauausführung“ mit den wesentlichen zu beachtenden Punkten aufgeführt.

Der vorliegende Leitfaden richtet sich an die betroffenen Maßnahmenträger, Planungsbüros und ausführenden Baufirmen sowie die beteiligten Behörden. Zuständige Behörden für die Durchführung bodenschutzrechtlicher Regelungen sind die unteren Bodenschutzbehörden (uBB) der Kreise und kreisfreien Städte, die möglichst frühzeitig einzubinden sind. Daneben bestehen Zuständigkeiten der unteren Naturschutzbehörden insbesondere bei den Eingriffs-/Ausgleichregelungen und für den Abbau von oberflächennahen Bodenschätzen, Abgrabun-

¹ Das Gewässerbett besteht aus der Sohle, dem vom Wasser bedeckten Boden des Gewässers und den Ufern (...). Ufer in diesem Sinne sind die seitlichen Einfassungen eines Gewässers [bis zur Böschungskante, die durch den Ausuferungswasserstand bestimmt ist (vgl. DIN 4049)]. (vgl. Czychowski und Reinhardt 2010).

gen und Aufschüttungen², soweit es sich nicht um bodenschutzrechtliche Regelungen handelt.

2. Vorhabenplanung und Bodenschutzkonzept

Bodenschutz ist im Rahmen der Planung der Gewässerrenaturierung zu berücksichtigen und bei der Durchführung der Baumaßnahmen zu beachten. Es ist zu gewährleisten, dass das Vorsorgeprinzip (§ 7 [BBodSchG](#)) eingehalten wird. Dies kann insbesondere durch ein Bodenschutzkonzept sichergestellt werden, welches sowohl den Umgang mit den Bodenmaterialien (Bodenmanagementplanung, Massenbilanzen) als auch die Baustellenplanung (Festlegung von Baustellenflächen und Baustraßen) sowie die Erstellung eines Bauzeitenplans, der flexibel den aktuellen Witterungseinflüssen angepasst werden kann, umfasst. Art und Umfang eines entsprechenden Konzeptes hängen von der Größe der geplanten Maßnahme ab. Die zuständige uBB ist dabei einzubinden.

2.1 Nutzung von Fachinformationen

Bereits in der Phase der Planung einer Gewässerrenaturierungsmaßnahme sind die vorhandenen Bodeninformationen zu berücksichtigen, um die Vorsorgepflicht und deren Konkretisierung durch die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung ([BBodSchV](#)) zu erfüllen, mögliche Konfliktfelder frühzeitig zu erkennen und Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Die für den betreffenden Bereich vorliegenden Bodeninformationen sind dabei einzubeziehen. Auch unter Berücksichtigung dieser Bodeninformationen ist die geeignetste Planungsvariante zu erarbeiten. Die für Schleswig-Holstein vorliegenden bodenkundlichen Informationen, Daten und Karten sowie deren Auswertemöglichkeiten sind in Anhang A aufgeführt.

- a) Bodenkundliche Informationen zu Bodenbeschaffenheit und Verdichtungsgefährdung
Anhand bodenkundlicher Informationen lassen sich ehemalige Flussläufe und Auenbereiche rekonstruieren, die im Rahmen der Gewässerrenaturierungsmaßnahme wiederhergestellt werden könnten. Die Lage von im Planungsgebiet vorkommenden schutzwürdigen Böden und von Böden mit besonderen Archivfunktionen, die Beschaffenheit von Böden, deren Material bei der Verwertung besonderen Einschränkungen unterliegt, sowie die Empfindlichkeit der Böden gegenüber mechanischen Belastungen sind in diesen Informationen ebenfalls enthalten. Ergänzend kann eine Bodenkartierung in Bereichen, für die keine ausreichenden Vorinformationen zur Verfügung stehen, notwendig sein, um Bodendaten in ausreichender Aktualität und räumlicher Auflösung zu erhalten³.
- b) Informationen über Schadstoffgehalte in Böden
Für einige Überflutungsbereiche in Schleswig-Holstein ist bekannt, dass mit größerer Wahrscheinlichkeit erhöhte Schadstoffgehalte zu erwarten und hier bei geplanten Umlagerungen bodenchemische Untersuchungen erforderlich sein können: In den ehemaligen und aktuellen Überflutungsgebieten der Elbe, der Haseldorfer, Wedeler und Seestermüher Marsch und den Mündungsbereichen der Nebenflüsse Pinnau, Krückau und Stör wurden bei Bodenuntersuchungen erhöhte Gehalte an Dioxinen (PCDD) und Fura-

² vgl. § 11a LNatSchG

³ Dabei ist auf die Wirtschaftlichkeit in Bezug auf die Gesamtmaßnahme zu achten.

nen (PCDF) nachgewiesen. Bedingt durch den Eintrag belasteter Sedimente ist in diesen Bereichen mit erhöhten Schadstoffgehalten zu rechnen. Darüber hinaus liegen Bodenuntersuchungen auf organische und anorganische Schadstoffe zu weiteren Auenbereichen in Schleswig-Holstein vor, bei denen zum Teil ebenfalls erhöhte Gehalte im Boden ermittelt wurden. Dazu zählen beispielsweise die Überflutungsbereiche im Verlauf von Schwale und Stör in bzw. unterhalb von Neumünster. Hier enthalten die Böden mit höherer Wahrscheinlichkeit bedingt durch ehemalige Einleitungen aus der Lederindustrie erhebliche Gehalte gerbereitypischer Schadstoffe wie Chrom und Arsen. Aufgrund der höheren Anzahl an Einleitungen sind in besiedelten Bereichen wie auch im Unterlauf deren Gewässer eher erhöhte Schadstoffgehalte zu erwarten.

2.2 Bodenmanagementplanung - der Umgang mit Bodenmaterialien

Es empfiehlt sich frühzeitig den Umgang mit Bodenmaterialien und Baggergut im Rahmen der Maßnahmenplanung in Form einer Bodenmanagementplanung zu berücksichtigen. Hierdurch können Konflikte aufgrund der Bodenmaterialmengen und der stofflichen Eigenschaften des Materials vermieden werden. Bei der Planung einer Maßnahme ist folgende Hierarchie zu berücksichtigen:

- Vermeidung des Anfalls von Bodenmaterial und Baggergut
- Verwertung des Materials innerhalb des Projektgebietes
- Verwertung außerhalb des Projektgebietes

Bei der Planung ist zu berücksichtigen, wo und in welchen Mengen Bodenmaterial anfällt, ob dieses im Gewässerbett umgelagert oder wie dieses verwertet werden kann und wo ggf. zur Umlagerung vorgesehenes Bodenmaterial gelagert werden soll. Eine Massenbilanzierung ist vorzunehmen und die Verwertung des Bodenmaterials in Abhängigkeit von seinen Eigenschaften (Gehalte an organischer Substanz, Stoffbelastungen) zu planen. Dabei sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

Umgang mit Bodenmaterialien

Wird Bodenmaterial in Böden auf- und eingebracht, gelten die Vorgaben nach § 12 [BBodSchV](#). Im Wesentlichen zielen die Anforderungen darauf ab, dass schädliche Bodenveränderungen durch stoffliche und physikalische Einwirkungen auf den Boden im Zuge der Bodenumlagerung nicht zu besorgen sind. Ausführliche Hinweise zum Auf- und Einbringen enthält die [Vollzugshilfe](#) zu § 12 BBodSchV.

Die an die Qualität und Eigenschaften des umzulagernden Bodenmaterials zu stellenden Anforderungen, ggf. die Notwendigkeit von bodenchemischen Ana-

Infobox

Der Boden erfüllt im Sinne des BBodSchG (§ 1 Abs.1) verschiedene Funktionen. Diese sind

1. natürliche Funktionen als
 - a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
 - b) Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
 - c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers,
2. Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie
3. Nutzungsfunktionen als
 - a) Rohstofflagerstätte,
 - b) Fläche für Siedlung und Erholung,
 - c) Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
 - d) Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung

lysen, die Möglichkeiten und Grenzen der Verwertung des Bodenmaterials sowie zu beachtende Kriterien sind dabei insbesondere abhängig von der Beschaffenheit und Lage des Herkunfts- und des vorgesehenen Verwertungsortes.

Die Verwertung muss für Aufbringungsorte außerhalb des Herkunftsortes nützlich im Sinne der Sicherung oder Wiederherstellung mindestens einer der in § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 3 Buchstabe b und c [BBodSchG](#) genannten Bodenfunktionen sowie schadlos sein. Die Schadlosigkeit ist in Abhängigkeit der Notwendigkeit, d.h. bei entsprechend vorliegenden konkreten Anhaltspunkten durch Ergebnisse bodenchemischer Untersuchungen zu belegen.

Ausschlussflächen im Hinblick auf mögliche Aufbringungsorte sind zu beachten (siehe § 12 Abs. 8 [BBodSchV](#)). Dazu zählen Böden, welche die Bodenfunktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 2 [BBodSchG](#) im besonderen Maße erfüllen, Böden im Wald, in nach Wasserhaushaltsgesetz festgesetzten Wasserschutzgebieten, unter Dauergrünland, in nach Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) rechtsverbindlich unter Schutz gestellten Gebieten und Teilen von Natur und Landschaft⁴ sowie Böden mit Ertragszahlen von weniger als 20 oder mehr als 60 Bodenpunkten.

Der Bodenauftrag ist in seiner Schichtmächtigkeit zu begrenzen. Eine Schichtmächtigkeit von mehr als zwanzig Zentimetern trägt i. d. R. nicht zu einer Verbesserung des Bodens am Verwertungsort bei. Bei erhöhten Gehalten an organischer Substanz reduziert sich die zulässige Schichtmächtigkeit, da die Nährstoffzufuhr zu begrenzen ist, es sei denn, das Bodenmaterial wird an vergleichbaren Standorten mit entsprechenden Bodenbedingungen verwertet.

Fachtechnische Anforderungen, wie ein schonender Umgang mit Bodenmaterial erfolgen soll, sind weiterhin in der DIN 19731 'Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial' enthalten.

Umgang mit schadstoffbelastetem Bodenmaterial

Weiterhin ist zu prüfen, ob Anhaltspunkte für eine Schadstoffbelastung des umzulagernden Bodenmaterials vorliegen. Die Schadstoffgehalte in Auenbereichen schwanken beeinflusst durch Oberflächenausformungen und die unterschiedliche Dauer der Sedimentation kleinräumig sehr stark. Darüber hinaus können auch anthropogene Maßnahmen wie die Verteilung von Grabenaushub auf den Flächen und Einbringung von Bodenmaterial von außerhalb in den Gewässerverlauf Einfluss auf den Schadstoffgehalt haben. Ausgehend von vorliegenden Informationen (siehe auch Kap. 2.1) ist zu prüfen, ob die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung durch die Auf- und Einbringung des Materials bestehen könnte. Sollten die vorhandenen Informationen nicht ausreichen, ist schrittweise der Informationsstand durch ergänzende Bodenuntersuchungen zu verbessern. Dabei sind die Grundsätze der Verhältnismäßigkeit und insbesondere der Kosten-Nutzen-Betrachtung zu beachten. Schadstoffuntersuchungen sind auf maßnahmenbezogen relevante Stoffe und auf die direkt von der Umlagerungsmaßnahme betroffenen Bereiche zu beschränken.

⁴ Von den bodenschutzfachlichen Regelungen unabhängig sind die ggf. vorhandenen naturschutzrechtlichen Belange, z.B. zum Schutze von gesetzlich geschützten Biotopen zu berücksichtigen.

Grundsätzlich sind bei dem zu verwertenden Material wie auch bei den Böden, auf denen die Verwertung, d. h. ein Auf- und Einbringen stattfinden soll, die Vorsorgewerte der [BBodSchV](#),

Anhang 2, einzuhalten. Wird die Aufbringungsfläche anschließend landwirtschaftlich genutzt, dürfen in der durchwurzelbaren Bodenschicht (i. d. R. maximal zwei Meter) 70% der Vorsorgewerte nicht überschritten werden. In Außenbereichen mit erhöhten Schadstoffgehalten kann auch Bodenmaterial mit erhöhten Schadstoffgehalten, ggf. auch bei Überschreitung von Vorsorgewerten, verwertet werden. Voraussetzung ist, dass die Situation am Aufbringungsort dadurch nicht verschlechtert wird. Dies gilt entsprechend auch für zu verwertendes Bodenmaterial mit erhöhten TOC-Gehalten. Ausnahmen können bei höheren Stoffgehalten des zu beaufschlagenden Bodens im Einzelfall in Absprache mit der uBB möglich sein.

Nach Möglichkeit soll das Bodenmaterial, insbesondere bei erhöhten Gehalten an umweltrelevanten Schadstoffen, am Herkunftsort⁵ verbleiben, d. h. in unmittelbarer Nähe zur Entnahmestelle. Sofern durch die Umlagerung keine Verschlechterung und insbesondere nicht die Entstehung von SBV (i. d. R. bei Überschreitung von Prüf- bzw. Maß-

Infobox

Verwertung von Bodenmaterial

Gemäß § 2 Nr. 1 BBodSchV ist Bodenmaterial definiert als Material aus Böden und deren Ausgangssubstraten (z. B. Lehm, Sand, Kies, Steine) einschließlich Mutterboden, das im Zusammenhang mit Baumaßnahmen oder anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben, abgeschoben oder behandelt wird. Auch Bodenmaterial mit mineralischen Fremdbestandteilen (z. B. Bauschutt, Schlacke, Ziegelbruch) bis zu 10 Vol.-% fällt unter diese Definition.

Bodenmaterial kann - bedingt durch seine Herkunft oder Vorgeschichte - mit sehr unterschiedlichen Stoffen belastet sein. Liegen Anhaltspunkte vor, dass das Bodenmaterial belastet ist, ist dieses auf die in Frage kommenden Schadstoffe zu untersuchen. Die Verwertungsmöglichkeit für Bodenmaterial hängt ab vom Schadstoff, Schadstoffgehalt und von der Mobilisierbarkeit des Schadstoffs sowie von den Einbaubedingungen am Ort der geplanten Verwertung. Bodenmaterial kann ohne Einschränkungen in bodenähnlichen Anwendungen eingebaut werden, wenn die Anforderungen des vorsorgenden Boden- und Grundwasserschutzes erfüllt werden. Bodenmaterial sollte hochwertig verwertet werden, dies geht unter bestimmten Einbaubedingungen und einem gewissen Belastungsgrad. Bei höheren Belastungen kommt dagegen nur noch eine Verwertung auf einer Deponie, z. B. im dortigen Wegebau, in Frage. Als Abfallerzeuger hat der Bauherr, der Sanierungspflichtige oder der Bauunternehmer in eigener Verantwortung dafür Sorge zu tragen, dass das Bodenmaterial ordnungsgemäß und schadlos in einer zugelassenen Anlage bzw. Einbaumaßnahme verwertet wird. Im Zweifel kann die untere Abfallbehörde des Kreises oder der kreisfreien Stadt helfen.

nahmenwerten nach [BBodSchV](#)) zu besorgen sind, ist diese Umlagerung möglich. Soll entnommenes Bodenmaterial außerhalb des Herkunftsortes verwertet werden, d. h. auf eine bestehende durchwurzelbare Bodenschicht aufgetragen oder zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht verwendet werden, sind die entsprechenden Vorgaben hinsichtlich der Schadlosgkeit und Nützlichkeit der Maßnahme zu berücksichtigen (s. o.). Das Prinzip „Gleiches zu Gleichem“ bei der Verbringung auf Böden wie auch das Verschlechterungsverbot gemäß Kreislaufwirtschaftsrecht⁶ sind zu beachten. Wird Bodenmaterial außerhalb

⁵ Der Herkunftsort bezeichnet „generell die Lokalität bzw. die Anfall- oder Entnahmestelle von Bodenmaterialien ... Der Herkunftsort im Sinne dieses Absatzes muss eindeutig bestimmbar und klar abgrenzbar in seinem räumlichen Bezug - also unstrittig - sein. ... Der Herkunftsort kann auch mehrere Grundstücke eines Vorhabens umfassen, die unter dem Aspekt der Bodenbeschaffenheit vergleichbare Standortbedingungen aufweisen sollten.“ (LABO 2002)

⁶ Abfälle sind alle Stoffe oder Gegenstände, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Abfälle zur Verwertung sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung (vgl. § 3 Abs. 1 KrWG). Sobald die Materialien einer geordneten Beseitigung zugeführt werden müssen, d. h. Schadstoffgehalte über Z2 (TR Boden der LAGA M 20) enthalten, sind sie i. d. R. als Abfall einzustufen. Sofern eine Verwertung außerhalb der Maßnahme erfolgt, wird das Material i. d. R. ebenfalls als Abfall eingestuft.

des Herkunftsortes unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht in bodenähnlichen Anwendungen verwertet, gelten die Vorgaben der Mitteilung 20 'Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln' der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall ([LAGA M 20](#)).

Bei allen Baumaßnahmen in ehemaligen und aktuellen Überflutungsgebieten, die mit Umlagerung von Bodenmaterialien verbunden sind, sind die für den Vollzug der bodenschutzrechtlichen und -fachlichen Regelungen zuständigen uBB der Kreise und kreisfreien Städte frühzeitig zu beteiligen.

Umgang mit Torfen oder sulfatsauren Böden

Torfe sollten grundsätzlich im Auenbereich verbleiben. Ist eine Entnahme unumgänglich, sollen sie weitestgehend unter den gleichen Bedingungen wie am Herkunftsort verbracht werden. Außerhalb des Herkunftsortes ist eine Verwertung nur unter Einschränkungen möglich. Das Informationsblatt „[Verwendung von torfhaltigen Materialien aus Sicht des Bodenschutzes](#)“ (LLUR 2010) ist zu beachten. Dieses enthält die Vorsorgewerte für Schadstoffgehalte in Torfen, Angaben zu zulässigen Schichtmächtigkeiten bei der Aufbringung sowie weitere Informationen zu Zwischenlagerung, Transport und Einbringung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Bei Vorkommen pyrithaltiger Sedimente, die unter Gezeiteneinfluss entstanden sind, können sulfatsaure Böden von der Baumaßnahme betroffen sein. Diese können bei unsachgemäßer Behandlung zu Versauerungsprozessen und damit verbundenen negativen Auswirkungen führen. Dazu gehören verminderter Pflanzenwuchs, erhöhte Sulfatkonzentrationen im Boden und Sickerwasser sowie eine erhöhte Schwermetalllöslichkeit und -verfügbarkeit. Auf eine Entnahme von sulfatsaurem Bodenmaterial soll nach Möglichkeit verzichtet werden, da hinsichtlich seiner Lagerung und Verwertung Einschränkungen zu beachten sind. Bei wasserwirtschaftlichen Maßnahmen in Gebieten mit Gezeiteneinfluss berät das LLUR auf Nachfrage hinsichtlich potentiell vorliegender sulfatsaurer Böden (s. Anhang A, Teil 2).

Zwischenlagerung

Wird Material zwischengelagert, sind Ober- und Unterbodenmaterial getrennt und nach Möglichkeit horizontweise zu lagern. Die zulässigen Mietenhöhen sind einzuhalten, die Lagerdauer ist zu begrenzen und bei längerer Lagerdauer wird ggf. eine Abdeckung oder Begrünung erforderlich (ca. 6 Monate). Entsprechende Lagerflächen sind auf Grundlage einer Massenbilanzerstellung einzuplanen. Eine Genehmigung nach dem Immissionsschutzrecht des Zwischenlagers kann erforderlich sein.

Organisches und sulfatsaures Bodenmaterial erfordern besondere Behandlungsweisen und sind gesondert zu lagern bzw. ggf. fachgerecht zu entsorgen. Fallen torfhaltige Materialien an, ist das Informationsblatt „[Verwendung von torfhaltigen Materialien aus Sicht des Bodenschutzes](#)“ (LLUR 2010) zu beachten.

2.3 Baustellenplanung und Vermeidung von Bodenverdichtungen

Die Durchführung von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen erfordert den Einsatz von Baumaschinen sowie die Planung und Einrichtung von temporären Baustellenflächen und Baustraßen. Dadurch kommt es zu mechanischen Belastungen des Bodens, dessen Empfindlichkeit gegenüber Verdichtung in Abhängigkeit von Bodenart, Gehalt an organischer Substanz, aktuellem Bodenwassergehalt, Grundwasserflurabstand und anderem variiert. Das Ziel des Bodenschutzes ist die Vermeidung von Bodenverdichtungen. Entscheidend ist die Verdichtungsgefährdung in vierzig Zentimetern Tiefe, da sich der Unterboden im Gegensatz zum Oberboden bei eingetretenen Verdichtungen in Abhängigkeit vom Tongehalt wesentlich langsamer wieder regeneriert und weniger gut wieder aufgelockert werden kann. In Tabelle 1 sind Mittelwerte für die Unterbodenstabilität der in Schleswig-Holstein vorkommenden Bodenartenhauptgruppen und die daraus abgeleiteten Grenzwerte für den Kontaktflächendruck für Baumaschinen aufgeführt. Die Werte gelten für Böden mit Wassergehalten im Bereich der Feldkapazität⁷ und sind aufgrund der klimatischen Bedingungen in Schleswig-Holstein und des teilweise vorliegenden Grundwassereinflusses nahezu ganzjährig anzusetzen. Sie sollen grundsätzlich nicht überschritten werden, um Unterbodenschadverdichtungen zu vermeiden. Sollen Maschinen mit höherem Kontaktflächendruck eingesetzt werden als es dem Grenzwert entspricht bzw. sind die Böden zu feucht, sind Lastverteilungsplatten vorzusehen.

Tab. 1: Mittelwerte der Unterbodenstabilität (Vorbelastung) repräsentativer schleswig-holsteinischer Böden in vierzig Zentimetern Tiefe und Grenzwerte für den Kontaktflächendruck

Repräsentative Böden	Mittlere Unterbodenstabilität (Vorbelastung) bei Feldkapazität [kg cm ⁻²]	Verdichtungsempfindlichkeit	Grenzwert für den Kontaktflächendruck [kg cm ⁻²] ⁸
schluffige und tonige Böden der Marsch (z. B. Kalkmarsch, Kleimarsch)	0,57	hoch	0,8
sandige Böden der Geest (z. B. Podsol, Gley)	0,89	gering	1,6
sandige und lehmige Böden des östlichen Hügellandes (z. B. (Para-)Braunerde, Pseudogley)	0,75	mittel	1,2
Moore (Hochmoor, Niedermoor)	0,37	sehr hoch	0,6 (i. d. R. Lastverteilungsplatten)

⁷ Feldkapazität entspricht der Wassermenge, die ein zunächst wassergesättigter Boden entgegen der Schwerkraft nach zwei bis drei Tagen noch halten kann.

⁸ Ist der Kontaktflächendruck einer Maschine nicht bekannt, wird er aus den Maschinendaten (z. B. Art des Fahrzeuges, Leer- und zulässiges Gesamtgewicht, zulässige Achslasten, ggf. geplante Zuladung, Kettenbreite, Kettenlänge, Anzahl der Achsen) berechnet (siehe [GZP \(2014\)](#), S. 53 ff)

Zum Vorkommen verdichtungsgefährdeter Böden geben weiterhin die [Karten der Verdichtungsgefährdung](#)⁹ der Böden in Schleswig-Holstein Auskunft. Dies ist bei der Planung der Maßnahme zu berücksichtigen und macht ggf. den Einsatz von Schutzmaßnahmen erforderlich. Die einfachste Lösung, aber i.d.R. nicht die kostengünstigste, ist das Auslegen von Lastverteilungsplatten. Allerdings kann hiervon abgewichen werden, wenn folgende Punkte berücksichtigt werden.

Planung des Maschineneinsatzes und der Baustelleneinrichtung

Gegenüber Verdichtung besonders empfindliche Bereiche sollen so weit möglich gemieden werden, daher sollten bei der Planung der Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen nach Möglichkeit bereits vorhandene Wirtschaftswege genutzt werden. Ist eine Nutzung vorhandener Wege nicht möglich und müssen angrenzende landwirtschaftlich oder naturnah genutzte Flächen befahren werden, sind folgende Strategien zur Vermeidung und Verminderung mechanischer Bodenbelastungen zu beachten:

Alle notwendigen Fahrzeugeinsätze auf unversiegeltem Boden sollen logistisch und technisch so geplant und durchgeführt werden, dass die mechanischen Belastungen, die Flächeninanspruchnahme sowie die Überrollhäufigkeiten auf das notwendige Maß minimiert werden. Der Einsatz von Maschinen soll unter Berücksichtigung der Verdichtungsempfindlichkeit der betroffenen Böden erfolgen. Gerade bei wasserwirtschaftlichen Maßnahmen sind i.d.R. hydromorphe Böden betroffen, die besonders verdichtungsgefährdet sind. Neben Bodentyp und Bodenart ist der Haupteinflussfaktor auf die Befahrbarkeit die zum Zeitpunkt der Bauausführung vorherrschende Bodenfeuchte. Eine Befahrung sollte möglichst bei trockenem Boden erfolgen. Dies sollte Berücksichtigung bei der Bauzeitenplanung finden. Sind trotz des Einsatzes geeigneter bodenschonender Maschinen (kettenbetriebene Fahrzeuge, Radfahrzeuge mit Reifendruckkontrolle) übermäßige Unterbodenverdichtung zu besorgen, sind die zu befahrenden Flächen mit Lastverteilungsplatten (Baggermatten) auszulegen.

☞ Tipp: Angaben zu den zu verwendenden Maschinen bzw. bodenschonenden Maßnahmen sind in das Leistungsverzeichnis ebenso aufzunehmen wie die maximal zulässigen Kontaktflächendrücke, die der ausführenden Baufirma mitgeteilt und gegebenenfalls vertraglich vereinbart werden sollten, damit der Auftragnehmer seine erforderlichen Fahrzeuge und Maschinen entsprechend disponieren kann.

Werden Baustraßen aus Sand oder Schotter angelegt, führt dies trotz der üblichen Trennung mit Geovlies beim Rückbau häufig zu Verunreinigungen des anstehenden Oberbodens mit dem zugeführten Einbaumaterial. Baustraßen sollten daher nach Möglichkeit nur für den Schutz von längerfristig benötigten Flächen (z. B. Zuwegungen, Baustelleneinrichtungsflächen) angelegt werden.

⁹ Pfad: Boden/Bodengefährdung/Verdichtung unter Acker bzw. Verdichtung unter Grünland

3. Durchführung der Baumaßnahme

Während dieser Phase erfolgen die Einrichtungen der Baustelle und temporärer Baustraßen, Entnahme von Bodenmaterial, ggf. Zwischenlagerung, Umlagerung und Verwertung des Bodenmaterials. Die Einhaltung der bodenschutzfachlichen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen ist zu gewährleisten. Dies hat durch den Vorhabenträger zu erfolgen, der sich seiner Bauleitung bzw. bei größeren Maßnahmen einer bodenkundlichen Baubegleitung bedienen kann. Der uBB sollen entsprechende Baustellenberichte vorgelegt werden. Vor-Ort-Kontrollen in eigener Zuständigkeit bleiben ihr vorbehalten.

3.1 Umgang mit Bodenmaterial

Bodenabtrag

Beim Abtrag von Bodenmaterial im Zuge der Baudurchführung ist insbesondere darauf zu achten, dass der Boden nicht zu plastisch ist und das Material horizont- bzw. schichtenweise abgetragen und zwischengelagert wird. Abtragsarbeiten dürfen nur mit Kettenbaggern mit möglichst breiten Ketten durchgeführt werden. Schadstoffbelastete Böden müssen unter Berücksichtigung besonderer Entsorgungswege separat behandelt, überschüssiges Bodenmaterial nach Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) fachgerecht verwertet oder beseitigt werden.

Zwischenlagerung und Verwendung

Ein Abtrag bedingt an anderer Stelle die zeitlich begrenzte Zwischenlagerung des entnommenen Bodenmaterials, sofern dieses nicht sofort verwertet wird. Zur Vermeidung von für den Boden nachteiligen Einwirkungen soll das aufgenommene Material in einem Arbeitsgang abgetragen und seitlich abgelegt werden. Dabei sollen Transportwege so kurz wie möglich gehalten werden. Ober- und Unterbodenmaterial sind getrennt voneinander zu lagern, die maximalen Schütthöhen auf zwei Meter Höhe für Oberbodenmaterial, im Ausnahmefall bei größeren Mieten mit Unterbodenmaterial auf bis zu drei Meter Höhe zu begrenzen. Um anaerobe Bedingungen im Mietenkern, Verdichtung und Stauwirkung sowie Vernässung zu vermeiden, sollen Bodendepots trocken geschüttet werden und gut durchlüftet sein. Substratvermischungen sind zu vermeiden. Bei längerer Lagerung ist eine Zwischenbegrünung aus tiefwurzelnden, wasserzehrenden Pflanzen (z. B. Luzerne, Lupine, Raps) vorzusehen. Mieten sollen nicht in Muldenlage angelegt werden, um Vernässungen zu vermeiden. Bei auftretender Vernässung ist eine temporäre Oberflächenentwässerung einzurichten. Insbesondere Mieten bindiger Substrate sollen nicht befahren werden.

Wird sulfatsaures Bodenmaterial ausgebaut, ist darauf zu achten, dass die Lagerzeit so kurz wie möglich gehalten und Austrocknung vermieden wird. Zur Abschätzung der Verockerungsgefahr von Gewässern sollten regelmäßige Untersuchungen des Pumpwassers auf Frachten an reduziertem Eisen vorgesehen werden. Der Wiedereinbau sulfatsauren Bodens muss anaerob unterhalb der Grundwasseroberfläche erfolgen. Auf landwirtschaftlich genutzte Flächen darf sulfatsaures Material nicht aufgebracht werden.

Ebenfalls problematisch sind organische Böden. Nach Entnahme sollen diese nicht austrocknen. Werden Torfe entnommen, die anschließend auf landwirtschaftlich genutzten Flä-

chen verwertet werden sollen, sind die Vorgaben des Informationsblattes zur „[Verwendung von torfhaltigen Materialien aus Sicht des Bodenschutzes](#)“ (LLUR 2010) zu beachten.

3.2 Bodenschonende Bauausführung und Vermeidung von Verdichtungen

Auf besonders verdichtungsempfindlichen Böden, die als Baustellenflächen und Baustraßen von Maschinen genutzt werden sollen, insbesondere auf Mooren, sind regelmäßig Lastverteilungsplatten auszulegen (siehe Kap. 2.3).

Davon kann bei Nachweis einer aktuell verminderten Verdichtungsgefährdung bei trockenen Witterungsverhältnissen abgewichen werden¹⁰. Zur Einschätzung der aktuellen Verdichtungsgefährdung der Böden können begleitende Messungen der jeweils aktuellen Bodenspannung notwendig werden. Dazu werden im jeweiligen Bauabschnitt an repräsentativen Standorten mit Hilfe einfacher Methoden, wie z. B. Messungen mit Tensiometern (Gerät zur Feststellung der Saugspannung) und Niederschlagsmessern, tagesaktuelle Daten zur Wasserspannung sowie zu Niederschlagshöhen erfasst. Diese Daten werden zusammen mit Messergebnissen der Eindringwiderstände oder Scherparameter und der aktuellen effektiven Bodenstabilität für Befahrbarkeitsanalysen und die Beurteilung der Gefahr von Unterbodenverdichtungen verwendet. Auch für eine ggf. erforderliche Entscheidung zu einem witterungsbedingten Baustopp sind diese Daten unerlässlich.

Bei vernässtem Ober- und / oder Unterboden soll keine Bodenbearbeitung stattfinden. Tiefe Fahrspuren sind immer Anzeichen dafür, dass die Stabilität des Bodens nicht ausreicht, um die Last eines Fahrzeuges schadlos zu tragen, und der Einsatz besser geeigneter Maschinen oder zusätzlicher Schutzmaßnahmen erfolgen sollte. Werden Lastverteilungsplatten ausgelegt, ist auf eine ausreichende Breite und eventuell notwendige Ausweichstellen zu achten. Sollen diese bei feuchten Bodenbedingungen verlegt werden, ist darauf zu achten, dass sie im Vortriebsverfahren verlegt werden.

Insbesondere während der technischen Durchführung der Bodenmaterialentnahme, der Separierung möglicherweise besonders zu behandelnder Materialien, Lagerung und ggf. Verwertung ist sicherzustellen, dass die Umsetzung der bodenschutzrelevanten Auflagen und Empfehlungen gewährleistet wird.

Nach der Baufertigstellung sollen auf den ggf. landwirtschaftlich oder auch anderweitig genutzten angrenzenden Flächen, die für Baustelleneinrichtungen und / oder temporäre Baustraßen genutzt wurden, die natürlichen Bodenfunktionen zeitnah wiederhergestellt werden.

Sollten trotz Einhaltung bodenschutzfachlicher Vorgaben tieferreichende Bodenschadverdichtungen eingetreten sein, die sich mit den üblichen Standardbodenbearbeitungen nicht lockern lassen, sind diese im Rahmen der Rekultivierung zu meliorieren. Vor allem Tieflockerungsmaßnahmen sind jedoch Eingriffe in den Boden, die zwar die Voraussetzung für die Restrukturierung des geschädigten Bodens schaffen, ihn jedoch zunächst anfällig für erneute Bodenverdichtungen hinterlassen. Erst eine schonende Folgebewirtschaftung führt zur Entstehung eines dauerhaft stabilisierenden Bodengefüges. Weitergehende Hinweise zur

¹⁰ Weitergehende Informationen zu diesem Thema enthält das [Gutachten zum Bodenschutz auf Linienbaustellen](#) (GZP 2014), insbesondere Kap. 4.2.1.2.

Folgebewirtschaftung, Rekultivierung und Melioration sind dem „[Leitfaden zum Bodenschutz auf Linienbaustellen](#)“ (LLUR 2014, vgl. Kap. 6) zu entnehmen.

Bodenkundliche Baubegleitung

Infobox

Der Einsatz einer bodenkundlichen Baubegleitung ist insbesondere bei größeren Baumaßnahmen, bei denen mit erheblichen Auswirkungen auf den Boden zu rechnen ist, zu empfehlen. Sie berät die Bauleitung und vermittelt im Konfliktfall zwischen Auftraggeber, Eigentümern / Pächtern und Behörden. Weitergehende Hinweise zu den Aufgaben der bodenkundlichen Baubegleitung bei Baumaßnahmen sind dem „[Leitfaden zum Bodenschutz auf Linienbaustellen](#)“ (LLUR 2014, s. insbesondere Kap. 5) bzw. dem Leitfaden des Bundesverbands Boden (2013): „*Bodenkundliche Baubegleitung BBB - Leitfaden für die Praxis*“ zu entnehmen. Für die Übernahme der Aufgaben der bodenkundlichen Baubegleitung ist der bodenkundliche Sachverstand entscheidend, das kann - bei Eignung - auch der planende Ingenieur sein. Wie die Lösung z.B. durch Übernahme der Aufgaben durch andere Baubegleiter gewährleistet wird, bleibt dem Bauherrn überlassen. Die Bodenkundliche Baubegleitung hat keine Weisungsbefugnis und übernimmt daher nicht die Funktion eines Bauleiters.

Anforderungen an eine

Bodenkundliche Baubegleitung:

Die Hinzuziehung einer Bodenkundlichen Baubegleitung kann für größere Bauvorhaben sinnvoll sein und entspricht einer fachlichen Baubegleitung. Eine Bodenkundliche Baubegleitung ist nicht verpflichtend eingeführt und daher meist nur beratend tätig. Bei Planung und Ausschreibung ist zu berücksichtigen, dass bedingt durch das abzudeckende Aufgabenspektrum die Bodenkundliche Baubegleitung von Personal durchzuführen ist, das über den entsprechend nachzuweisenden Sachverstand sowie die notwendigen Gerätschaften verfügt.

Dazu gehören Kenntnisse

- der Bodenansprache (Kartierung, Verdichtungsempfindlichkeit, Rekultivierbarkeit),
- der Bodenphysik und -mechanik (Verdichtung, Wasserhaushalt, Messmethoden),
- der Bodenchemie (Schadstoffbelastung, Untersuchungsmethoden),
- der Landwirtschaft (Bodenbearbeitung, Folgebewirtschaftung),
- der Bautechnik und
- des Bodenschutzes auf Baustellen (Baumaschinen, Baustellenorganisation, Schutzmaßnahmen),
- der einschlägigen Gesetze, Richtlinien und Normen sowie
- im Projektmanagement.

Zur Durchführung begleitender Messungen sind Messgeräte zur Feststellung des Eindringwiderstandes (i. d. R. Penetrologger), des Bodenfeuchtegehaltes (i. d. R. Messung der Bodenwasserspannung mit Hilfe von Tensiometern) sowie zur Erfassung von Niederschlagsmengen (Niederschlagssammler) notwendig.*

* § 18 BBodSchG sieht bisher für diesen Arbeitsbereich keinen Sachverständigen vor.

4. Literatur, Gesetze, Normen und technische Regeln

BauGB	Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1548)
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 30 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 21. Januar 2013 (BGBl. I S. 95)
BVB (2013)	(Bundesverband Boden): Bodenkundliche Baubegleitung BBB - Leitfaden für die Praxis
DIN 18915	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten, Ausgabe 2002-08
DIN 19731	Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial, Ausgabe 1998-05
GZP (2014)	Gutachten zum Bodenschutz auf Linienbaustellen (http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/Downloads/Gutachten.pdf?__blob=publicationFile&v=1)
KrWG	Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das durch Artikel 4 des Gesetzes vom 4. April 2016 (BGBl. I S. 569) geändert worden ist"
LABO (2002)	Vollzugshilfe zu §12 BBodSchV (http://www.gdi-sh.de/DE/Fachinhalte/B/boden/Downloads/Vollzugshilfe_12_BBodSchV.pdf;jsessionid=CF17C1F92861EE376A1F6DD821FF94BA?__blob=publicationFile&v=1)
LAGA M20	Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) (http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/A/abfallwirtschaft/Downloads/bauabbruchabfaelle_technRegelungen_TR_Boden.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

- LLUR (2010) Verwendung von torfhaltigen Materialien aus Sicht des Bodenschutzes (http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/Downloads/Infoblatt.pdf?__blob=publicationFile&v=1)
- LLUR (2014) Leitfaden zum Bodenschutz auf Linienbaustellen (http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/B/boden/Downloads/Leitfaden.pdf?__blob=publicationFile&v=1)
- WHG Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 21. Januar 2013 (BGBl. I S. 95)

Anhang A, Teil 1 : Bodenrelevante Fachinformationen

Für Schleswig-Holstein nutzbare bodenkundliche Kartenwerke in der Reihenfolge ihrer Priorisierung zur Nutzung bei der Planung von Gewässerrenaturierungsmaßnahmen

Name ¹	Kartenblätter	Maßstab	Auswertemöglichkeiten für Maßnahmen der Gewässerrenaturierung	Art	Bezug
BÜK200	liegt für Schleswig-Holstein flächendeckend vor (6 Kartenblätter)	1:200.000	Hinweis: Für eine orientierende Bewertung verwendbar.	gedruckt, digital (pdf, jpeg, png, tiff, ES-RI shape)	Geoshop ² Hannover (online-shop)
BK50	L2526	1:50.000	Hinweis: Für eine orientierende Bewertung verwendbar.	Vektordatei, pdf	LLUR ³
BK25	verfügbar für etwa die Hälfte der Landesfläche ³	1:25.000	Hinweis: Für eine detaillierte Bewertung verwendbar.	gedruckt; Vektordatei	LLUR ³
Bodenschätzung und bodenkundliche Ableitungen (Bodenfunktionsbewertungskarten)	verfügbar für die landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzten Flächen des Landes	1:2.000	<ul style="list-style-type: none"> - Verdichtungsgefährdung - Ertragsfähigkeit - Wasserhaushalt und weitere Bodenfunktionen - Hinweis: Für eine detaillierte Bewertung verwendbar. 	Vektordatei; Landwirtschafts- und Umweltatlas Schleswig-Holstein	LLUR, Internet ⁴
Hintergrundwerte	liegt für Schleswig-Holstein flächendeckend für den ländlichen Raum vor	1:200.000	<ul style="list-style-type: none"> - von abgeschätzten Daten für die Naturräume bis zu Analyseergebnissen - Hinweis: Je nach vorhandener Datenbasis für orientierende bis zur detaillierten Bewertung verwendbar. 	Vektordatei; Landwirtschafts- und Umweltatlas Schleswig-Holstein	LLUR
weitere Sonderkarten					
BK10, BK5	vor allem westliche Landesteile	1:10.000 1:5.000		gedruckt; digital (georeferenziert)	LLUR ³

Name ¹	Kartenblätter	Maßstab	Auswertemöglichkeiten für Maßnahmen der Gewässerrenaturierung	Art	Bezug
Insel Fehmarn	1 Kartenblatt	1:50.000		gedruckt	LLUR ³
Böden der Eiderniederung	1 Kartenblatt	1:100.000		gedruckt; digital (pdf; georeferenziert)	LLUR ³
Karten der Holozänmächtigkeit	17 Kartenblätter	1:25.000		gedruckt; digital (tiff; georeferenziert)	LLUR ³
Karten der Holozänmächtigkeit	7 Kartenblätter (Süderau- und Mielegebiet)	1:10.000		gedruckt; digital (tiff; georeferenziert)	LLUR ³
Boden-Sonderkarten	Stadt Kiel und Umland, Forstamt Segeberg	1:20.000 1:25.000		gedruckt; digital (georeferenziert)	LLUR ³

¹ BK Bodenkarte, BÜK Bodenübersichtskarte

² www.geoshop-hannover.de

³ <http://www.umweltdaten.landsh.de/bestell/bestellpubl.html>

⁴ <http://www.umweltdaten.landsh.de/atlas/script/index.php> (s. Rubrik Boden /Bodenbewertung)

Anhang A, Teil 2 : Karte der sulfatsauren Böden

Einleitung und Grundlagen:

Sulfatsaure Böden entstehen durch die versauernde Wirkung von Schwefelsäure. Wichtigste Voraussetzung zur Entstehung dieser Böden ist daher das Vorkommen größerer Schwefelgehalte im Boden. Diese Bedingung ist vor allem in den Marschgebieten erfüllt, weil das Meerwasser und Meeresablagerungen Sulfat enthalten. Andere Schwefelquellen können ältere meeresbürtige Gesteine (Anhydrit) sein. Diese spielen für die Versauerung von Böden in Schleswig-Holstein aber allenfalls eine untergeordnete Rolle und werden in dieser Ausarbeitung nicht berücksichtigt. Über die Böden aus Sedimenten der Ostsee, bzw. mit Salzwassereinfluss an der Ostsee liegen in Bezug auf die Schwefelsäure-Problematik im LLUR keine spezifischen Erkenntnisse vor. Dennoch wurden hier die Flächen aufgenommen, die aus theoretischen Erwägungen von der Problematik betroffen sein könnten.

Das meeresbürtige Sulfat (SO_4) wird in den Marschgebieten nach der Sedimentation zunächst zu Sulfid (FeS) oder Pyrit (FeS_2) reduziert und kann so viele Jahre im Boden verbleiben. Bei Belüftung (Sauerstoffzufuhr) dieser Stoffe in Folge von Entwässerung z.B. nach Eindeichung entsteht Schwefelsäure (H_2SO_4). Diese kann solange gepuffert werden, bis der im Boden vorhandene Kalk-Vorrat aufgebraucht ist. Bei weiterer Freisetzung von Schwefelsäure kommt es zu starker Versauerung und Bildung von Maibolt (Jarosit bzw. Schwertmannit). Da an der Reduktion von Sulfat humuszehrende Mikroorganismen beteiligt sind, läuft dieser Prozess verstärkt in humusreichen Sedimenten ab. Besonders gute Bedingungen für die Bildung von sulfatsauren Böden finden sich daher in meeresbürtigen humosen Tönen und im Verzahnungsbereich von marinogenen Sedimenten und Torfen (Wechselagerungen, „Darg“). Bodentypologisch sind daher Organomarschen und die Marsch-Moor-Wechselagerungsböden (Marsch über Moor, Moor über Marsch) besonders betroffen. Die Böden der Jungen Marsch (Hohe Marsch) sind wegen der noch vorhandenen Pufferfähigkeit und wegen der geringeren Anteile an organischer Substanz weniger betroffen als die der Alten Marsch (Sietland).

Man unterscheidet zwischen aktuell sulfatsauren Böden, bei denen die oben genannten Prozesse bereits abgelaufen sind und den potentiell sulfatsauren Böden, die erst nach Belüftung in Folge von Entwässerung und Aushubarbeiten versauern. Da die liegenden Horizonte von aktuell sulfatsauren Böden in der Regel ebenfalls potentiell sulfatsauer sind, wird in der hier erarbeiteten Karte nicht zwischen diesen Kategorien unterschieden.

Näheres zu den chemischen Prozessen und Verbreitung in Norddeutschen Küstengebiet kann der anhängenden Literatur entnommen werden.

Kartengrundlage und Bewertungsverfahren:

Die vorliegende Karte ist auf der Grundlage der Bodenübersichtskarte 1:250.000 entwickelt worden. Dabei ist den ausgewiesenen Bodengesellschaften in Abhängigkeit ihrer Bodentypenvergesellschaftung und ihrer geologischen Schichtung eine Auftretens-Wahrscheinlichkeit in Stufen mit Werten von 0 bis 5 zugewiesen worden. Bei den Flächen der Stufe 5 ist der Anteil sulfatsaurer Böden besonders hoch (stark verbreitet), bei den Flächen der Stufe 1 ist deren Anteil sehr gering.

Die Karte unterscheidet:

- Kein Auftreten/keine Erkenntnisse über das Auftreten
- Sehr seltenes Auftreten (Stufe 1)
- Seltenes Auftreten (Stufe 2)

- Gering verbreitetes Auftreten (Stufe 3)
- Verbreitetes Auftreten (Stufe 4)
- Stark verbreitetes Auftreten (Stufe 5)

Der größte Sprung liegt zwischen den Stufen 3 und 4. Während für die Stufe 3 nicht mit einem regelmäßigen Auftreten sulfatsaurer Böden gerechnet werden kann, ist die Wahrscheinlichkeit sulfatsaure Böden anzutreffen bei der Stufe 4 deutlich erhöht.

Dokumentation der Kriterien:

Die Stufe 5 wurde für die Flächen vergeben, deren Leitboden von der Organomarsch gebildet werden.

Die Stufe 4 wurde vergeben für Flächen, bei denen die Leitböden Marsch-Niedermoor-Wechselagerungen darstellen (Marsch über Moor, Moor über Marsch), Ausnahme: Kalkmarschen über Moor. An der Ostseeküste tritt eine vergleichbare Bodeneinheit nur einmal bei Hohwacht auf.

Die Stufe 3 wurde vergeben für Flächen der Dwog- und Knick- und Kleimarschen ohne Moor-Unterlagerung, und für Flächen in denen die Organomarschen Begleitböden darstellen (soweit noch nicht durch andere Kriterien erfasst). An der Ostseeküste wurden die Böden aus mächtigen Niedermoortorfen, marinogenen Schluffen und Mudden und entsprechende Wechselagerungen mit der Stufe 3 belegt.

Die Stufe 2 wurde vergeben für Flächen der Kleimarschen ohne Moor-Unterlagerung und für mächtige Moore ohne Marschenzwichenschichten im Hauptnaturraum „Marsch“, sowie für Flächen in denen Knick- und Dwogmarschen Begleitböden darstellen (soweit noch nicht durch andere Kriterien erfasst oder keine Sandunterlagerung gegeben ist). An der Ostseeküste wurden die Böden aus geringmächtigen Niedermoortorfen, marinogenen Schluffen und Mudden und entsprechenden Wechselagerungen mit der Stufe 2 belegt. Für die Schlei wurden wegen abnehmendem Meerwassereinflusses die Flächen zwischen Lindaunis und Missunde, die sonst mit der Stufe 3 belegt worden wären, mit der Stufe 2 belegt.

Die Stufe 1 wurde vergeben für Flächen der Kalkmarschen mit Moorunterlagerung und der geringmächtigen Moore über Sand im Hauptnaturraum „Marsch“ sowie für Flächen mit Klei-, Knick- oder Dwogmarschen mit Sandunterlagerung als Begleitboden (soweit nicht bereits durch andere Kriterien erfasst). An der Ostseeküste wurden Böden aus sandigen marinogenen Ablagerungen mit Ausnahme von Strandwällen mit der Stufe 1 belegt. Für die Schlei wurden wegen abnehmendem Meerwassereinflusses die Flächen zwischen Missunde und Schleswig, die sonst mit den Stufen 2 oder 3 belegt worden wären mit der Stufe 1 belegt.

Abgleich mit der aktuellen Programmkulisse des Auenprogramms:

Schwerpunkt der Umsetzung des Auenprogramms sollen die Vorranggewässer der WRRL sowie die Fließgewässer sein, die im Schutzgebietssystem Natura 2000 enthalten sind. Dem Auenprogramm liegt jedoch keine abschließende Kulisse zugrunde.

Die Verbreitung der sulfatsauren Böden in Schleswig-Holstein deckt sich nicht für den Bereich der zu bearbeitenden Vorranggewässer der WRRL und auch die Fließgewässer, die im Schutzgebietssystem Natura 2000 enthalten sind, sind weit überwiegend nicht betroffen.

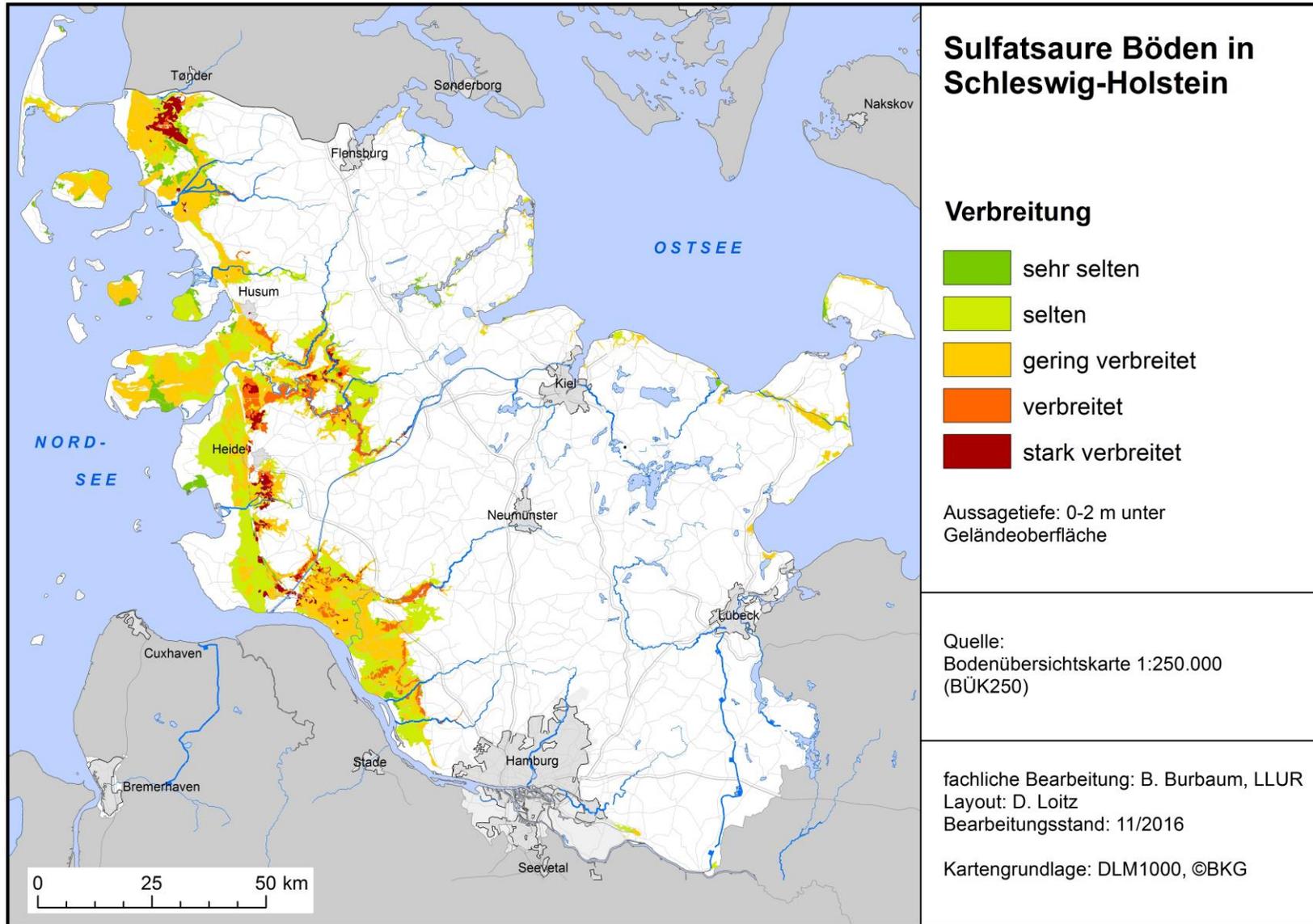
Literatur:

Gröger, J. & Blankenburg, J. (2011): Sulfatsaure Böden im Land Bremen – Aus Boden kann Abfall werden. Geologischer Dienst für Bremen. Online-Veröffentlichung. Download: http://www.bauumwelt.bremen.de/sixcms/media.php/13/Handlungsempfehlung_Saure%20B%F6den.pdf

Krüger, K., Burbaum, B., Fleige, H. Gehrt, E., Giani, L. & Gröngröft, A.(2013): Neues zu den Böden der Marsch – Profilprägende Prozesse, Merkmale und Kennzeichnung: In: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Download: http://eprints.dbges.de/796/1/2.1_Neues_zu_den_B%C3%B6den_der_Marsch.pdf

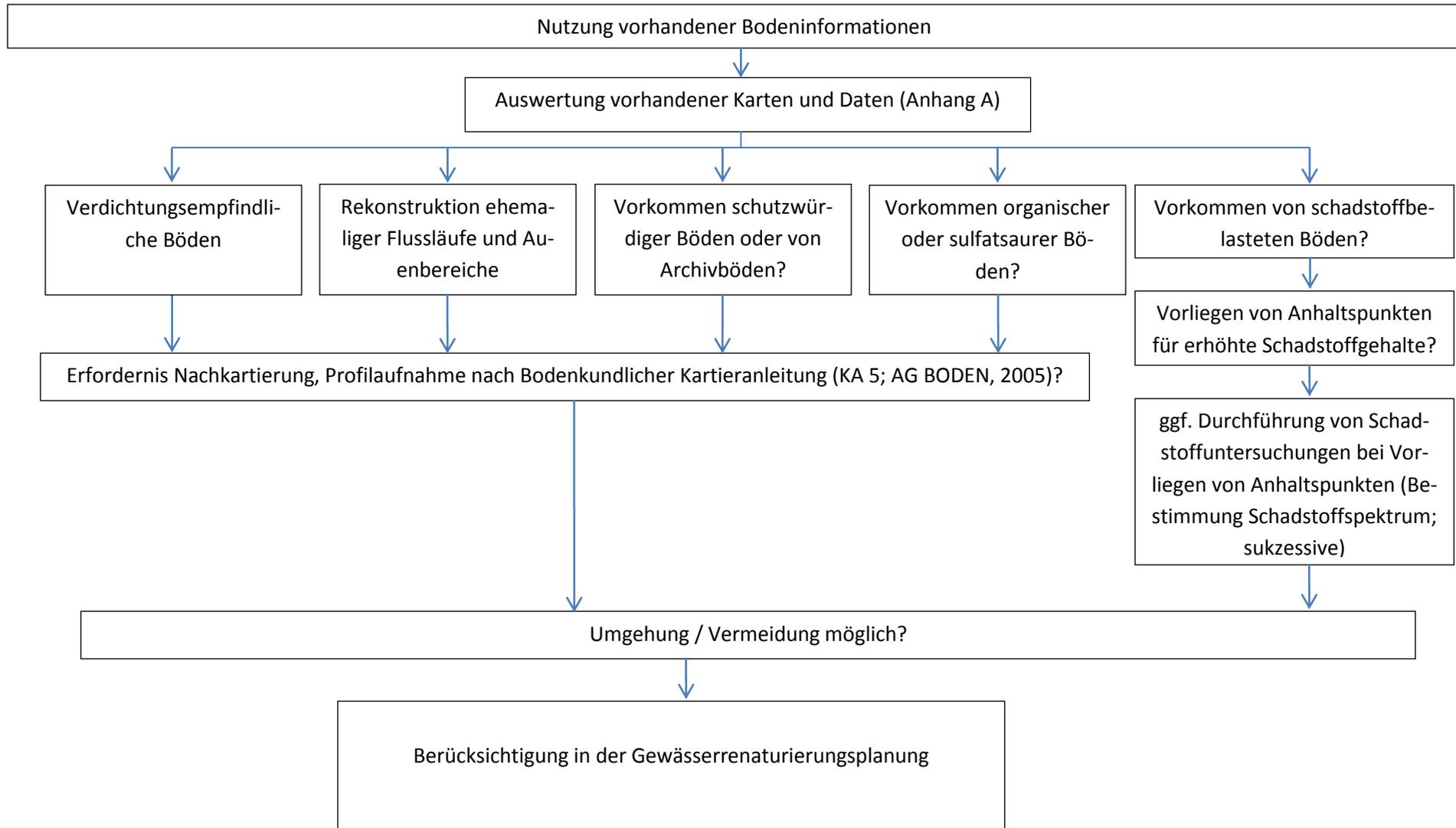
Schäfer, W., Gehrt, E. Müller, U., Blankenburg, J. & Gröger, J. (2010): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten. In: Geofakten, Bd. 24. Hannover. Download: <http://www.lbeg.niedersachsen.de/download/50612>

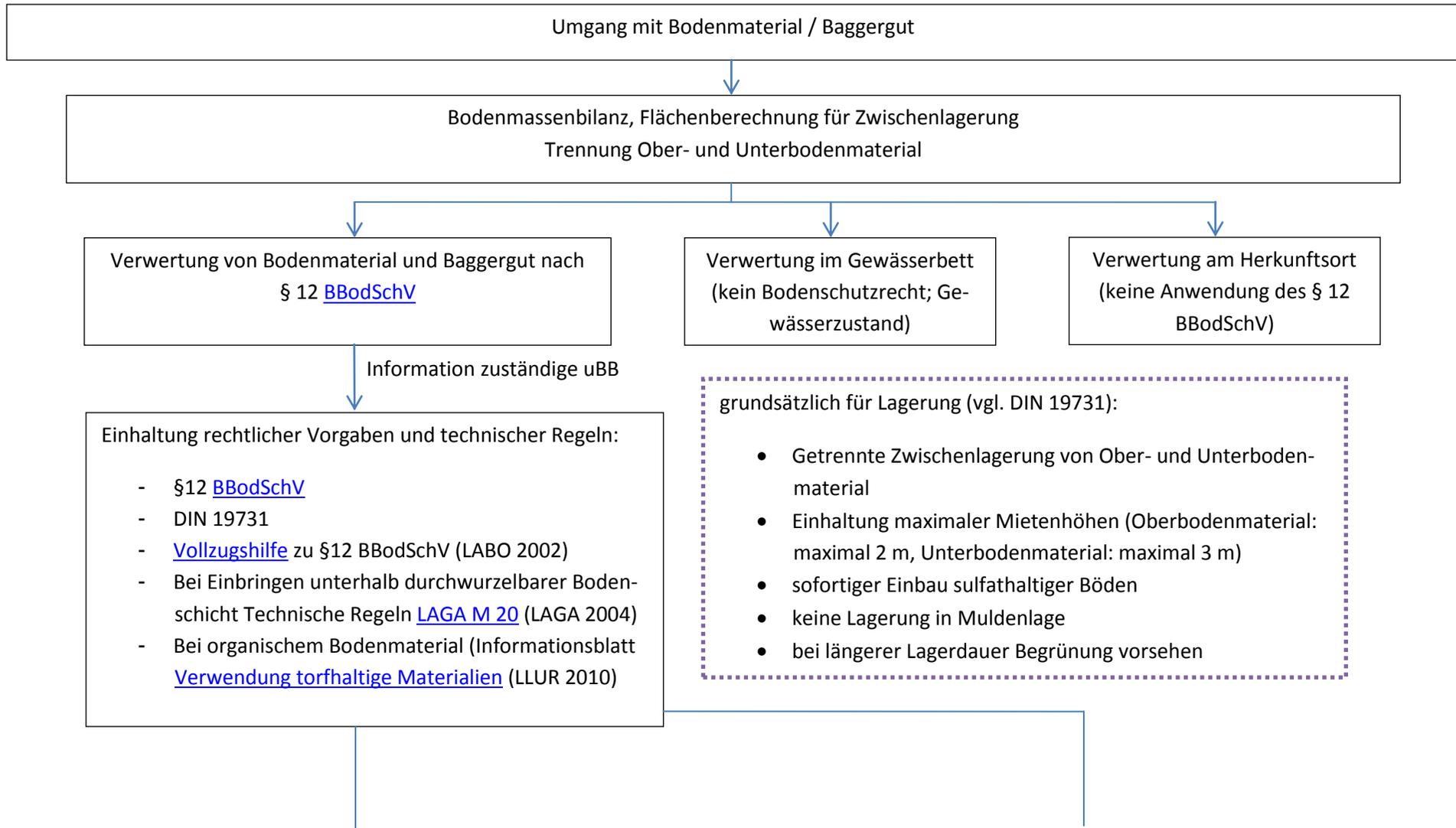
Schäfer, W., Pluquet, E., Weustink, A., Blankenburg, J. & Gröger, J. (2010): Handlungsempfehlungen zur Bewertung und zum Umgang mit Bodenaushub aus (potenziell) sulfatsauren Sedimenten. In: Geofakten Bd. 25. Hannover. Download: <http://www.lbeg.niedersachsen.de/download/52975>

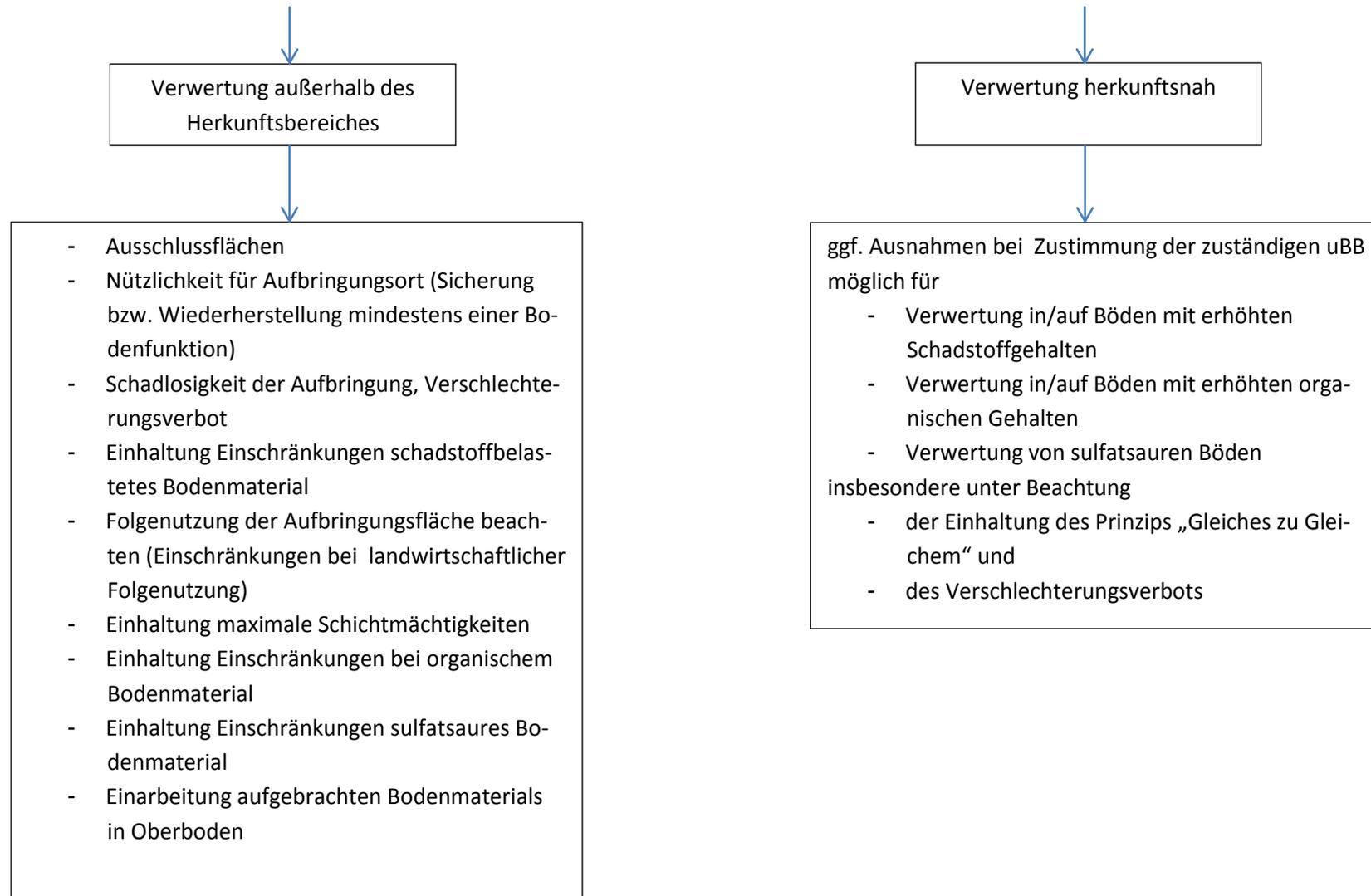


Anhang B: Ablaufschema

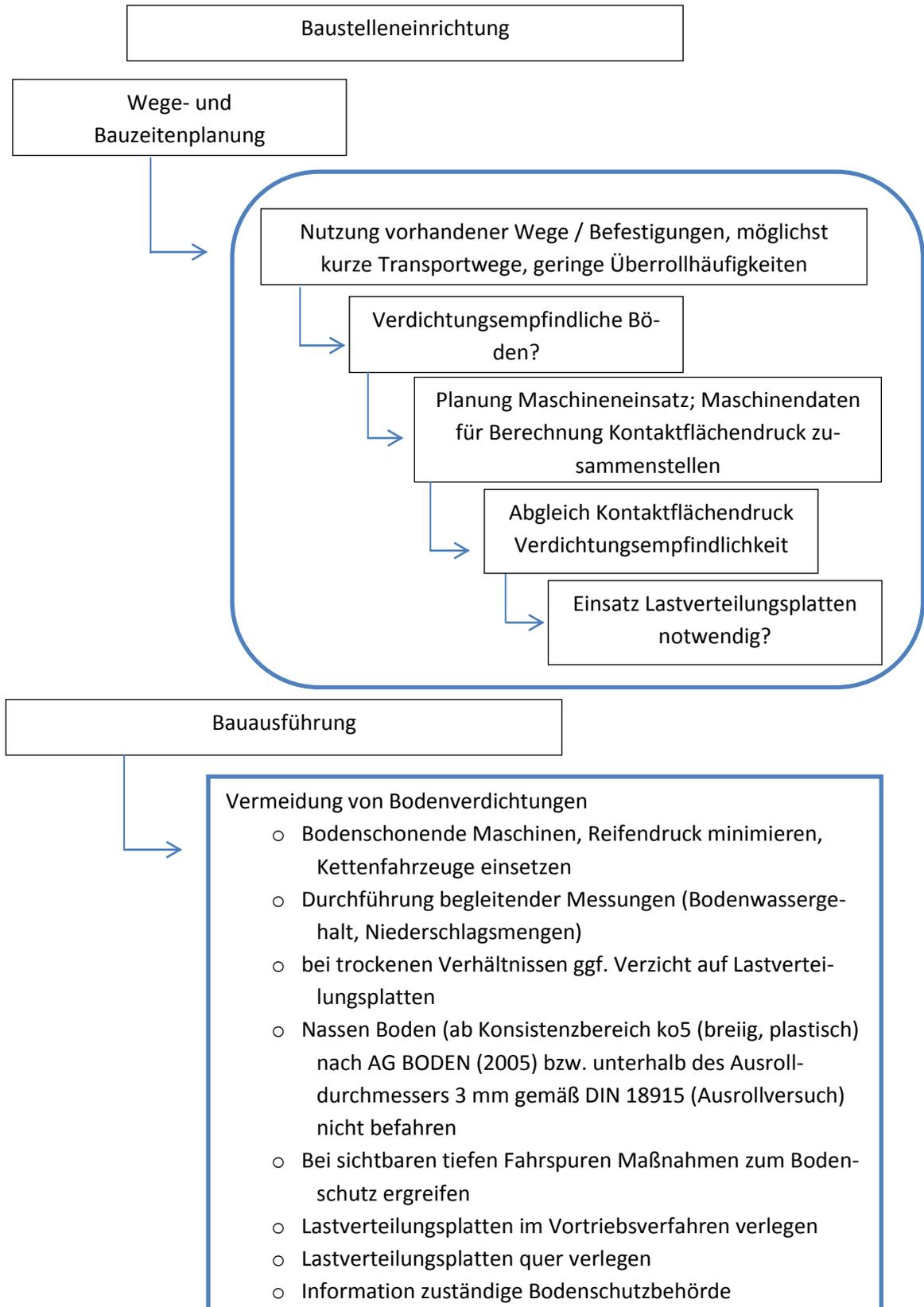
Planungsphase:



Bodenmaterialmanagement:



Baustelleneinrichtung und Bauausführung¹¹:



¹¹ Berücksichtigung der Empfehlungen des „[Leitfadens zum Bodenschutz auf Linienbaustellen](#)“ (Kap. 5)

Anhang C: Checklisten**Checkliste 1: Bodenmaterialmanagement**

Phase	Prüfgegenstand	Prüfung/ Durchführung erforderlich	Prüfung/ Durchführung nicht erforderlich	erledigt	Bemerkungen
Erstellung der bodenkundlichen und bodenschutzrelevanten Informationen	Übersicht vorhandener bodenkundlich und bodenschutzfachlich relevanter Informationen, Karten und Daten in geeignetem Maßstab (siehe Anhang 1)				
	Rekonstruktion ehemaliger Flussläufe und Auenbereiche				
	Vorkommen schutzwürdiger Böden oder von Archivböden				
	Vorkommen organischer oder sulfatsaurer Böden				
	Vorkommen von schadstoffbelasteten Böden (siehe Kap. 3, Punkt c)				
	Erfordernis Nachkartierung, Profilaufnahme nach Bodenkundlicher Kartieranleitung (KA 5; AG BODEN, 2005)				
Festlegung der Materialentnahme- und -einbringungsbereiche	Umgehung schutzwürdiger Böden oder von Archivböden				
	Umgehung organischer oder sulfatsaurer Böden				
	Vorliegen von Anhaltspunkten für erhöhte Schadstoffgehalte (Überschreitung von Prüf- / Maßnahmenwerten)				

Phase	Prüfgegenstand	Prüfung/ Durchführung erforderlich	Prüfung/ Durchführung nicht erforderlich	erledigt	Bemerkungen
	nach BBodSchV)				
	Durchführung von Schadstoffuntersuchungen bei Vorliegen von Anhaltspunkten (abhängig von der Verwertung des Bodenmaterials; ggf. Anforderungen aus LAGA M20 und BBodSchV) ¹²				
	Vollständige herkunftsnahe Verwendung entnommenen Bodenmaterials, Massenbilanzerstellung				
	Abgrenzung voneinander zu trennenden Bodenmaterials (z. B. Ober- und Unterbodenmaterial), Massenbilanzerstellung.				
	Flächenberechnung für Materialzwischenlagerung				
Planung der Verwertung des Bodenmaterials <u>herkunftsnahe</u>	Verschlechterung des Bodenzustandes, Entstehung von schädlichen Bodenveränderungen				
Planung der Verwertung von Bodenmaterial <u>außerhalb des Her-</u>	Information der unteren Bodenschutzbehörde				
	Einhaltung der Vorsorgewerte nach BBodSchV bei Bodenmaterial und Aufbringungsort				

¹² vgl. LAGA M20, Kap. 1.2.2.1 Untersuchungserfordernis bzw. BBodSchV Anhang 1 Anforderungen an die Probenahme, Analytik und Qualitätssicherung bei der Untersuchung

Phase	Prüfgegenstand	Prüfung/ Durchführung erforderlich	Prüfung/ Durchführung nicht erforderlich	erledigt	Bemerkungen
<u>kunftsortes</u>	Getrennte Zwischenlagerung von Ober- und Unterbodenmaterial				
	Einhaltung maximaler Mietenhöhen (Oberbodenmaterial: maximal 2 m, Unterbodenmaterial: maximal 3 m)				
	Ausschlussflächen (Kap. 4.1)				
	Nützlichkeit für Aufbringungsort (Sicherung bzw. Wiederherstellung mindestens einer Bodenfunktion)				
	Einhaltung 70 % Vorsorgewerte BBodSchV bei landwirtschaftlicher Folgenutzung				
	Einhaltung Prinzip „Gleiches zu Gleichem“				
	Einhaltung Verschlechterungsverbot				
	Einhaltung maximale Schichtmächtigkeiten (max. 20cm, bei organischem Bodenmaterial ggf. weniger)				
	Einarbeitung aufgebrauchten Bodenmaterials in Oberboden				
	Einhaltung Einschränkungen schadstoffbelastetes Bodenmaterial (Verwertung in/auf Böden mit erhöhten Schadstoffgehalten, Verschlechterungsverbot am Auf-				

Phase	Prüfgegenstand	Prüfung/ Durchführung erforderlich	Prüfung/ Durchführung nicht erforderlich	erledigt	Bemerkungen
	bringungsort)				
	Einhaltung Einschränkungen sulfatsaures Bodenmaterial (Kap. 5.1)				
	Einhaltung Einschränkungen bei organischem Bodenmaterial (Kap. 5.1, Informationsblatt „ <i>Verwendung von torfhaltigen Materialien aus Sicht des zes</i> “ (LLUR 2010))				
	Einhaltung rechtlicher Vorgaben und technischer Regeln: <ul style="list-style-type: none"> - § 12 BBodSchV - DIN 19731 - Vollzugshilfe zu §12 BBodSchV (LABO 2002) - Bei Einbringen unterhalb durchwurzelbarer Bodenschicht Technische Regeln LAGA M 20 (LAGA 2004) 				

Checkliste 2: Baustelleneinrichtung und Bauausführung

Phase	Prüfgegenstand	Prüfung/ Durchführung erforderlich	Prüfung/ Durchführung nicht erforder- lich	erledigt	Bemer- kungen
Erstellung der bodenkundlichen und bodenschutzrelevanten Informationen zur Verdichtungsgefährdung der Böden im betroffenen Gebiet	Übersicht vorhandener bodenkundlich und bodenschutzfachlich relevanter Informationen, Karten und Daten in geeignetem Maßstab (siehe Anhang 1)				
	Abgrenzung besonders verdichtungsempfindlicher Böden				
	Erfordernis Nachkartierung, Profilaufnahme nach Bodenkundlicher Kartieranleitung (KA 5; AG BODEN, 2005)				
Planung der Baustellenflächen und temporären Baustraßen	bestehende Wege nutzen				
	verdichtungsgefährdete Bereiche meiden				
	Bauzeitenplan erstellen				
	Überrollhäufigkeiten minimieren				
	Für Moore Lastverteilungsplatten vorsehen				
	Transportwege kurz halten				
Planung des Maschi-	Keine Lagerflächen in Muldenlage				
Planung des Maschi-	Maschinendaten zusammenstellen (Gerätebezeichnung, Art des Fahrwerkes (Rad- oder Kettenfahrzeug), Leer-				

Phase	Prüfgegenstand	Prüfung/ Durchführung erforderlich	Prüfung/ Durchführung nicht erforder- lich	erledigt	Bemer- kungen
neneinsatzes	gewicht und zulässiges Gesamtgewicht, zulässige Achs- lasten, ggf. geplante Zuladung, Kettenbreite, Kettenlän- ge, Anzahl der Achsen) zur Berechnung des Kontaktflä- chendruckes)				
	Bodenschonende Maschinen mit geringem Kontaktflä- chendruck einsetzen				
	Kettenfahrzeuge mit großen Aufstandsflächen bevorzugt einsetzen				
	Abgleich der Kontaktflächendrücke mit den Unter- bodenstabilitäten der vorliegenden Böden (siehe Tab. 1)				
	Lastverteilungsplatten vorsehen bei gegebener Verdich- tungsgefahr				
	Reifendruck minimieren				
Baudurchführung	Durchführung begleitender Messungen (Bodenwasser- gehalt, Niederschlagsmengen)				
	bei trockenen Verhältnissen ggf. Verzicht auf Lastvertei- lungsplatten (siehe GZP 2013)				
	Nassen Boden (ab Konsistenzbereich ko5 (breiig, plas- tisch) nach AG BODEN (2005) bzw. unterhalb des Aus-				

Phase	Prüfgegenstand	Prüfung/ Durchführung erforderlich	Prüfung/ Durchführung nicht erforder- lich	erledigt	Bemer- kungen
	rolldurchmessers 3 mm gemäß DIN 18915 (Ausrollver- such) nicht befahren				
	Bei sichtbaren tiefen Fahrspuren Maßnahmen zum Bo- denschutz ergreifen				
	Lastverteilungsplatten im Vortriebsverfahren verlegen				
	Lastverteilungsplatten quer verlegen				
	Information zuständige Bodenschutzbehörde				
	Kontrolle bodenschutzrelevanter Auflagen und Beratung der Bauleitung durch Bodenkundliche Baubegleitung				