



Geofakten 31

■ Boden

Erhalt und Wiederherstellung von Bodenfunktionen in der Planungspraxis

Engel, N. & Prause, D.

August 2017

Einführung

Die Ressource Boden kann durch unsachgemäßen Umgang irreversibel in ihren natürlichen Bodenfunktionen und ihrer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte geschädigt werden. Zu den natürlichen Bodenfunktionen zählen: Boden als Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen, Boden als Bestandteil des Naturhaushalts sowie Boden als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften. Insbesondere bei Bauvorhaben treten regelmäßig Bodenbeeinträchtigungen auf. Für die Planungs- und Zulassungspraxis ist es deshalb wichtig, die Folgen verschiedener Einwirkungen auf den Boden beurteilen zu können sowie geeignete Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Bodenbeeinträchtigungen zu kennen. Für nicht vermeidbare Bodenbeeinträchtigungen sollten Möglichkeiten zur Aufwertung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen bekannt sein.

Die vorliegende Handreichung gibt bodenschutzfachliche Hinweise zur fachgerechten Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes bei Planungs- und Zulassungsverfahren. Auf folgende Themen wird dabei eingegangen:

- Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen, die durch baubedingte Einwirkungen auftreten können,
- Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen, um Beeinträchtigungen des Bodens und seiner Funktionen so weit wie möglich zu verhindern oder zu verringern,
- Maßnahmen zur Aufwertung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen.

Dabei wird im Besonderen auch auf die bodenschutzrelevanten Anforderungen bei Planung und Bau von Linienbauwerken eingegangen.

In diesem Geofakt werden in Ergänzung zum Geobericht 26 (ENGEL 2013) bestehende gesetzliche und fachliche Anforderungen zur Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in der Planungs- und Zulassungspraxis konkretisiert. Die Veröffentlichung richtet sich vornehmlich an Akteure, die sich im Rahmen von räumlichen Planungen und deren Umsetzung mit dem Schutzgut Boden beschäftigen. Sie stellt eine bodenschutzfachliche Spezifizierung und Ergänzung bereits vorhandener und etablierter Arbeitshilfen dar, die sich mit den schutzgutbezogenen Auswirkungen von Bauvorhaben und ihrer Bewältigung befassen.

Rechtliche Regelungen zum Schutz des Bodens ergeben sich insbesondere aus dem Bundesbodenschutzgesetz (BBODSCHG), der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBODSCHV) sowie dem Niedersächsischen Bodenschutzgesetz (NBODSCHG).

Darüber hinaus gibt es Regelungen mit Bezug auf den Boden, z. B. im Raumordnungsrecht, Bauplanungs- und Bauordnungsrecht, Naturschutzrecht, Flurbereinigungsrecht, Immissionsschutzrecht, Abfallrecht und Bergrecht (vgl. BBodSchG § 3). Diese Regelungen werden in diesem Geofakt ausdrücklich nicht abgehandelt, müssen von den dafür zuständigen Behörden aber berücksichtigt werden. Die Planungs- und Zulassungsbehörden haben die entsprechende Koordinierung zwischen diesen Fachgebieten und dem Bodenschutzrecht sicherzustellen.

Rechtsgrundlagen

Die Maßstäbe zum Schutz des Bodens und seiner Funktionen ergeben sich aus dem BBODSCHG. Es findet Anwendung, soweit andere Bestimmungen Einwirkungen auf den Boden nicht regeln. Nach § 1 BBodSchG sind „nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren [...] und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte so weit wie möglich vermieden werden.“

Der Begriff der schädlichen Bodenveränderungen wird in § 2 Abs. 3 BBodSchG näher bestimmt. Danach sind hierunter Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen zu verstehen, „die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Beeinträchtigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen“. Grundsätzlich sind hierunter sowohl stoffliche als auch nicht-stoffliche Beeinträchtigungen zu fassen und ggf. als schädliche Bodenveränderungen zu bewerten.

Nach § 4 Abs. 1 BBodSchG ist jeder, der auf den Boden einwirkt, verpflichtet, sich so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen nicht hervorgerufen werden. Der Vorsorgegedanke des BBodSchG wird in § 7 BBodSchG hervorgehoben: Danach ist „derjenige, der Verrichtungen auf einem Grundstück durchführt oder durchführen lässt, die zu Veränderungen der Bodenbeschaffenheit führen können, [...] verpflichtet, Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenverände-

rungen zu treffen [...]. Vorsorgemaßnahmen sind geboten, wenn wegen der räumlichen, langfristigen oder komplexen Auswirkungen einer Nutzung auf die Bodenfunktionen die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht. Zur Erfüllung der Vorsorgepflicht sind Bodeneinwirkungen zu vermeiden oder zu vermindern [...]“. Dies gilt für physikalische und stoffliche Einwirkungen gleichermaßen.

Der Vorsorgegedanke findet sich auch im Bundesnaturschutzgesetz (BNATSCHG): Nach § 1 Abs. 3 Nr. 1 BNatSchG sind „[...] Naturgüter, die sich nicht erneuern, [...] sparsam und schonend zu nutzen [...]“. § 1 Abs. 3 Nr. 2 BNatSchG hebt hervor, dass „Böden so zu erhalten [sind], dass sie ihre Funktion im Naturhaushalt erfüllen können [...]“.

Im Sinne des BBodSchG soll im Weiteren die funktionale Betrachtung des Bodens im Mittelpunkt stehen.

Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen

Im Rahmen von Planungs- und Zulassungsverfahren können durch Bautätigkeiten verschiedene Bodenbeeinträchtigungen verursacht werden. Die von einem Planungsinhalt ausgehenden Belastungen (Beeinträchtigungen) werden als Wirkfaktoren bezeichnet (vgl. UBA 2009). Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Wirkfaktoren in Bezug auf Böden und deren Funktionen. Der Übergang zwischen den in der Tabelle genannten Beeinträchtigungen ist z. T. fließend, und die Reihenfolge stellt keine Gewichtung dar.

Tab. 1: Wirkfaktoren in Bezug auf Böden und Bodenfunktionen bei Bautätigkeiten.

Wirkfaktor Beeinträchtigung des Bodens/der Bodenfunktion durch...	Ausmaß der Beeinträchtigung abhängig von	Beispiel
Vollversiegelung	Versiegelungsgrad, bei Vollversiegelung Totalverlust der natürlichen Bodenfunktionen	Gebäude, Straßen, Parkplätze, Deponien/Halden, Plätze
Teilversiegelung	Versiegelungsgrad, Art und Durchlässigkeit des gewählten Belagmaterials	Wege, Zu- und Einfahrten, Parkplätze, Plätze
Aufschüttung	Mächtigkeit der Aufschüttung, Art des Aufschüttungsmaterials, Verdichtungsgrad, verbleibende Bodenfunktionalität	Straßendämme, Lärmschutzwälle, Umgrenzungswall von Regenrückhaltebecken
Schadstoffeintrag	Ausmaß der stofflichen Bodenbelastung	organische und anorganische Schadstoffe (z. B. aus Schmierstoffen, Kraftstoffen, Industrierückständen)
pH-Wert-Änderungen	Ausmaß der pH-Wert-Änderungen	Baumaßnahmen, auch Leitungsbau, Bau von Windkraftanlagen (Eintrag von z. B. kalkhaltigen Baustoffen; Umgang mit sulfat-saurem Bodenmaterial)
Abgrabung	Abgrabungstiefe, verbleibende Bodenfunktionalität	Bodenabbau, Regenrückhaltebecken, Senken, Blänke
Aufgrabung mit anschließender Wiederverfüllung/ Bodenumlagerung	verbleibende Bodenfunktionalität, Umgang mit dem Bodenmaterial bei Lagerung, Wiederverfüllung und Befahrung	Leitungsbau (Erdkabel, Gasleitung)
Bodenschadverdichtung/ Beeinträchtigung der Gefügestruktur	verbleibende Bodenfunktionalität	Baufelder, Baustraßen, temporäre Lagerflächen
Bauwerke im Unterboden	verbleibende Bodenfunktionalität, Material, Mächtigkeit und Flächenbedarf des Bauwerkes, Emissionen (stofflich, aber auch Wärme)	Leitungsbau (Bettungsmaterial) im Boden verbleibende Fundamente nach Rückbau von Bauwerken
Erosion durch Wind oder Wasser	Ausmaß des Bodenabtrags (On-Side-Schäden) und Bodenauftrag (Off-Side-Schäden)	Bauvorhaben mit Offenlegung des Bodens, Schaffung linearer Strukturen in Gefällerrichtung
Entwässerung/ Vernässung	Ausmaß der Veränderung des Wasserhaushalts	Baugruben, Baufelder

Die zu erwartenden Beeinträchtigungen des Bodens und der Bodenfunktionen können in der Regel nur abgeschätzt werden. Wird ein Boden zu 100 % versiegelt, so bedeutet dies den Totalverlust der natürlichen Bodenfunktionen. Bei Teilversiegelungen ist der jeweilige Versiegelungsgrad einzubeziehen. Bei Abgrabungen und Aufschüttungen müssen die Abgrabungstiefe bzw. Aufschüttungsmächtigkeit sowie die verbleibenden Bodenfunktionen berücksichtigt werden. Bei Aufschüttungen sind dabei auch Art und Beschaffenheit des verwendeten Materials zu berücksichtigen. Bleiben trotz der Abgrabung/Aufschüttung wichtige Bodenteilfunktionen erhalten (z. B. die Funktion als Filter und Puffer), so verringert sich die Intensität der Beeinträchtigung. Einige Aufschüttungen (z. B. bei der Errichtung von Lärmschutzwällen und Straßendämmen) können aber in ihrer Wirkung versiegelungsähnlich sein und sind dann entsprechend zu bewerten – beispielsweise dann, wenn die Aufschüttungen baubedingt stark verdichtet werden und nicht kulturfähiges Material (Steinschüttungen, technogene Substrate, Schlacken etc.) verwendet wird. Bei Verdichtungen, insbesondere im Unterboden, sind das Ausmaß und die Intensität zu berücksichtigen. Schadstoffeinträge sind grundsätzlich zu vermeiden. Im Fall eines Eintrages ist zu prüfen, ob eine Pflicht zur Gefahrenabwehr nach § 4 BBodSchG besteht.

Berücksichtigung der Schutzwürdigkeit von Böden

Im Rahmen von Planungs- und Zulassungsverfahren sollten schutzwürdige Böden regelmäßig berücksichtigt, wenn möglich von der Planung ausgenommen oder durch geeignete Maßnahmen geschützt werden.

Die Schutzwürdigkeit von Böden leitet sich aus ihrer Funktionserfüllung bzw. Leistungsfähigkeit in Hinblick auf die natürlichen Bodenfunktionen und die Archivfunktion ab. Grundsätzlich gilt: Je höher die Funktionserfüllung, desto größer ist die Schutzwürdigkeit der entsprechenden Böden und desto schwerwiegender sind auch die zu erwartenden Funktionsminderungen. Zur Bewertung können folgende Grundlagen herangezogen werden:

Eine niedersachsenweite Auswertung zur Schutzwürdigkeit der Böden liegt im Maßstab 1 : 50 000 im KARTENSERVEN DES LBEG vor (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/#>). Grundlage ist der Geobereich 8 „Schutzwürdige Böden in Niedersachsen“ (GUNREBEN & BOESS 2015).

Zusätzlich sollten naturnahe Böden in die Bewertung einbezogen werden. Naturnahe Böden zeichnen sich durch weitgehend unbeeinträchtigte, kaum anthropogen beeinflusste Bodeneigenschaften aus. Zu erwarten sind naturnahe Böden z. B. im Bereich historischer Waldstandorte, die kontinuierlich bis heute mit Wald bestockt sind oder waren. Ebenfalls relevant sind nicht oder kaum entwässerte Moore, Dünen und unbeeinflusste Uferbereiche (ENGEL 2013).

Schutzwürdige Böden lassen sich auch im Rahmen einer zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung ermitteln (ENGEL 2013). Böden mit einer hohen Bodenfunktionserfüllung gehören zu den schutzwürdigen Böden.

Naturschutzfachliche Biotoptypenbewertungen können dabei als Teilaspekt für die Bewertung der Schutzwürdigkeit von Böden hilfreich sein, decken aber alleine nicht alle Aspekte des Bodenschutzes ab, da bei diesem Bewertungsverfahren vorrangig Flora und Fauna eines Standortes bewertet werden, nicht aber die Funktionserfüllung des Bodens selbst. Zum Beispiel werden Böden mit einer hohen Funktionserfüllung im Bereich geringwertiger Biotoptypen (z. B. Acker) häufig nicht ausreichend berücksichtigt.

Berücksichtigung der Empfindlichkeit von Böden

Wie und mit welcher Intensität ein Boden auf die in Tabelle 1 dargestellten Wirkfaktoren reagiert, hängt von seiner Empfindlichkeit ab. Die Empfindlichkeit eines Bodens ist abhängig von den jeweiligen Bodeneigenschaften und den aktuellen Verhältnissen. So ist z. B. die Verdichtungsempfindlichkeit maßgeblich abhängig von der Bodenart sowie von den aktuellen Bodenwasserverhältnissen.

Je größer die Empfindlichkeit eines Bodens gegenüber den vorhabensinduzierten Einwirkungen ist, desto stärker können die Auswirkungen auf den Boden sein.

Eine hohe Empfindlichkeit gegenüber verschiedenen baubedingten Einwirkungen ist insbesondere gegeben bei

- verdichtungsempfindlichen Böden,
- erosionsanfälligen Böden,
- organischen Böden (Mooren) oder Böden mit hohem Kohlenstoffgehalt ($\geq h_6^{*1}$) aufgrund einer geringen Gefügestabilität und besonderen Bodenwasserverhältnissen,

- Böden mit Grund- und Stauwassereinfluss (Bodenkundliche Feuchtestufe (BKF) ≥ 7 *²),
- sulfatsauren Böden.

*1 Vgl. AD-HOC-AG BODEN (2005): Tab. 15.

*2 Vgl. MÜLLER & WALDECK (2011): Verknüpfungsregel 6.5.8.

Insgesamt sollten sowohl die Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen und Archivfunktionen als auch der Empfindlichkeit grundsätzlich mit Hilfe anerkannter bodenkundlicher Methoden vorgenommen werden (vgl. für Niedersachsen z. B. GUNREBEN & BOESS 2015, MÜLLER & WALDECK 2011 oder ENGEL 2013).

Linienbaustellen

Der Netzausbau ist ein zentraler Bestandteil der Energiewende. Um den Transport regenerativ erzeugter Energie von den Küsten zum Verbraucher sicherzustellen, ist der Bau neuer Stromleitungstrassen erforderlich. Für die Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ), die den Stromtransport über weite Strecken ermöglicht, gilt hierbei ein Erdkabelvorrang (vgl. BBPIG). Infolge der daraus resultierenden Flächeninanspruchnahme sowie der großen Volumenbeanspruchung ergibt sich eine hohe Betroffenheit des Bodens.

Neben der eigentlichen Trasse, die durch Bodenaushub und den Verbleib eines Kabels oder einer Rohrleitung nebst Bettungsmaterialien dauerhaft betroffen ist, finden Einwirkungen auf und in den Boden auch im Bereich des Arbeitsstreifens durch Befahrung und Lagerung von Materialien und Bodenaushub statt. Zusätzlich entstehen auch durch den Betrieb der Leitung, z. B. durch Erwärmung, Einwirkungen auf den Boden, die in ihren Auswirkungen zu betrachten sind.

Durch die Umsetzung der fachlichen Hinweise dieses Geofakts bei der Ermittlung von Trassenkorridoren, der Trassenfindung und der Planung und Umsetzung von Linienbaustellen kann das Schutzgut Boden fachlich umfassend und sachgerecht berücksichtigt werden. Die Funktionserfüllung, die sich daraus ableitende Schutzwürdigkeit sowie die Empfindlichkeit der betroffenen Böden sollen erfasst, beschrieben und bewertet werden und in die Planung eingehen. Zusätzlich sollen Hoch- und Niedermoore sowie weitere Böden mit hohem Kohlenstoffgehalt, soweit sie bei den schutzwürdigen Böden noch nicht enthalten sind, berücksichtigt werden.

Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen

Das Vermeidungs- und Verminderungsgebot spielt für den Boden eine besondere Rolle, da Bodenbeeinträchtigungen häufig irreversibel oder nur unter hohem Aufwand zu beheben sind. Dafür muss das Schutzgut Boden im Rahmen von Planungs- und Zulassungsverfahren auf allen Planungsebenen zum frühestmöglichen Zeitpunkt beachtet und bei der Bauausführung berücksichtigt werden. Zum Beispiel können durch eine Optimierung der Planung, Festsetzungen im Bebauungsplan (gemäß § 9 BauGB, s. hierzu LABO 2009) oder im Planfeststellungsbeschluss sowie eine Bodenkundliche Baubegleitung vermeidbare Bodenbeeinträchtigungen unterbunden werden.

Durch einen sparsamen und schonenden Umgang mit dem Boden werden zudem Umfang und Kosten für Maßnahmen zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen reduziert. Auch Entschädigungskosten für dauerhaft eingeschränkte Bodenfunktionen, die etwa zu Ertragsminderungen in der Landwirtschaft führen können, werden gesenkt.

Bei der Planung und Umsetzung von Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen sind Abstimmungen der verschiedenen fachlichen Belange erforderlich. So kann z. B. die bodenschutzfachliche Anforderung, Baumaßnahmen so weit wie möglich auf trockenen Böden durchzuführen, mit den Anforderungen anderer Fachdisziplinen kollidieren. Eine differenzierte Betrachtung und Abwägung der einzelnen Belange unter Berücksichtigung vorhandener Rahmenbedingungen sollte angestrebt werden, um letztendlich zu einer umfassenden Berücksichtigung aller umweltschutzrelevanten Belange beizutragen.

Es bestehen folgende (nicht abschließende) Möglichkeiten, Beeinträchtigungen des Bodens zu vermeiden oder zu minimieren:

Vermeidung von Bodenbeeinträchtigungen in der Planungsphase

- Berücksichtigung des Bodens bereits in der Planungsphase, um besonders schutzwürdige, empfindliche oder naturnahe Böden zu identifizieren und diese möglichst von der Überplanung auszunehmen,
- Erarbeitung eines Bodenschutzkonzepts durch eine frühzeitig eingebundene Bodenkundliche Baubegleitung (BBB, u. a. mit Darstellung empfindlicher Böden, Bodenmassenbilanzierung, Konzept zur Wasserhaltung, Maschinenpark und Einsatzgrenzen),
- Reduzierung der Neuversiegelung durch Flächenrecycling und Baulückenschließung im Rahmen von Innenstadtsanierungen und Dorferneuerungen sowie durch die Nutzung von Industrie- oder Gewerbebrachen (vgl. DAHLMANN, HERNANDEZ DIAZ & SCHNEIDER 2007),
- Reduzierung des Versiegelungsgrades durch Vorgaben zur Verwendung versickerungsfähiger Beläge,
- flächensparendes Bauen durch verdichtete Bauweisen (z. B. Abkehr von flächenintensiven Haustypen, straßennahe Lagen von Garagen oder grenzständige Bebauung).

Vermeidung und Verminderung von Bodenbeeinträchtigungen während der Bauphase

- fachgerechter Umgang mit Bodenmaterial bei Umlagerungen (DIN 19731 sowie DIN 18915),
- Verwendung von Baggermatten, Anlage von Baustraßen bei verdichtungsempfindlichen Böden,
- Errichtung von Bauzäunen, um umliegende und besonders empfindliche Böden vor Befahrung und Beeinträchtigungen zu schützen,
- Berücksichtigung der Witterung bzw. der Bodenwassergehalte beim Befahren und Umlagern von Böden, Anpassung der einzusetzenden Baumaschinen an Bodeneigenschaften und Feuchteverhältnisse,
- getrennte Lagerung des Bodens nach Bodenhorizonten (Trennung von Ober- und Unterboden, aber auch Trennung verschiedener Unterbodenhorizonte),

- Höhenbegrenzung der Bodenmieten und bei längerer Lagerung Begrünung,
- keine Befahrung von Bodenmieten,
- Oberboden abschieben und sichern/ Schutz des Mutterbodens nach § 202 BauGB,
- keine Verwendung von standortfremden Materialien,
- Wiederverwendung des Bodenmaterials vor Ort,
- fachgerechter Umgang mit sulfatsauren Böden (s. hierzu SCHÄFER et al. (2010): Geofakten 24 und 25).

Vermeidung und Verminderung von Bodenbeeinträchtigungen in der Nachbauphase/ Wiederherstellungsphase

- fachgerechter, den ursprünglichen Horizontverhältnissen entsprechender Wiedereinbau des zwischengelagerten Bodens ohne Verfestigung des Bodenmaterials (langsame Setzung des Bodenmaterials ermöglichen),
- nach Bauende Verdichtungen im Unterboden auflockern,
- Einhaltung ausreichender Bodenruhe im Anschluss an Rekultivierungsmaßnahmen (je nach Bodenverhältnissen bis zu 12–36 Monate).

Vermeidung von stofflichen Belastungen während der Bau- und Nachbauphase

- sorgsamer Umgang mit Schad- und Fremdstoffen,
- Verwendung geeigneter, umweltneutraler Baustoffe,
- Verminderung des Schadstoffeintrages durch Vermeidung von Emissionen.

Bodenkundliche Baubegleitung

Ein besonders geeignetes Instrument zur Vorsorge gegenüber Bodenbeeinträchtigungen durch Baumaßnahmen stellt die Bodenkundliche Baubegleitung dar. Ziel einer solchen Baubegleitung ist die Vermeidung und Verminderung sowohl stofflicher als auch bodenphysikalischer Bodenveränderungen und der Erhalt bzw. die Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen bei Baumaßnahmen. Bei der Bodenkundlichen Baubegleitung „[...] 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 stofflichen Belastungen im

Vordergrund. Darüber hinaus sind die Standortwahl im Zuge der Planung sowie die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens nach Beendigung der Baumaßnahme zu berücksichtigen“ (HAMMERSCHMIDT 2014: 14).

Ausführliche Informationen zu Bodenkundlicher Baubegleitung, relevanten DIN-Normen und Anforderungen an einen bodenkundlichen Baubegleiter finden sich z. B. bei HAMMERSCHMIDT (2014), BVB (2013) oder LLUR (2014).

Eine bodenkundliche Baubegleitung kann nur umsetzen, was auch im Zulassungsverfahren festgeschrieben wurde. Die größtmögliche Wirksamkeit wird daher erzielt, wenn bodenkundlicher Sachverstand bereits in der Planungsphase mit eingebunden wird.

Linienbaustellen

Auf Linienbaustellen hat sich die Bodenkundliche Baubegleitung bereits bewährt.

Sie führt zu einer Verringerung der verbleibenden Strukturschäden im Bereich der Kabeltrasse und des umgrenzenden, nur temporär beeinflussten Baufeldes. Dadurch verringert sich auch der Umfang der notwendigen Rekultivierungsmaßnahmen, und die Akzeptanz der Flächenbesitzer und -nutzer steigt.

Bei einer durchgehenden, durch bodenkundliches Fachpersonal ausgeführten Bodenkundlichen Baubegleitung ist es bei Linienbaustellen möglich, nachhaltige Beeinträchtigungen von Böden, v. a. im Bereich der Baufelder/-straßen, so weit zu minimieren, dass sich der Kompensationsbedarf für den Boden deutlich verringert. Gesehen betrachtet werden müssen hier die Wirkungen von im Boden verbleibenden Bauwerken (z. B. Rohre, Kabel oder Bettungsmaterialien) oder im Zuge der Baumaßnahme erforderlichen oberirdischen Bauwerken sowie die durch den Betrieb der Leitungen entstehenden Auswirkungen.

Die Wirksamkeit einer Bodenkundlichen Baubegleitung hängt entscheidend von der konsequenten Umsetzung ab. Dazu gehören die Einbindung bereits zu Beginn der Planungsphase und die stetige Berücksichtigung der bodenphysikalischen Eigenschaften, was z. B. auch Baustopps bei hoher Bodenfeuchte mit einschließt. Auch sollten besonders empfindliche Böden (z. B. Moore, Böden mit hoher Verdichtungsempfindlichkeit, Böden mit Archivfunktion) von vornherein umplant werden, da hier auch mit einer Bodenkundlichen Baubegleitung irreversible Beeinträchtigungen i. d. R. nicht zu vermeiden sind. Ebenso sind an das Gelände angepasste Erosionsschutzmaßnahmen Voraussetzung für einen wirksamen Bodenschutz. Im Anschluss an die Baumaßnahme sind eine konsequente und schonende Umsetzung von geeigneten Rekultivierungsmaßnahmen und sich daran anschließender ausreichend bemessener Bodenruhe notwendig.

Ob und inwieweit Beeinträchtigungen der Böden und Bodenfunktionen entstanden sind, sollte durch einen fachlichen Vorher-Nachher-Vergleich (im Sinne einer Beweissicherung) oder durch einen Nachher-Vergleich mit angrenzenden, vom Bauvorhaben unbeeinflussten, vergleichbaren Böden (im Sinne eines Monitorings) an repräsentativen Standorten bzw. Trassenabschnitten dokumentiert werden. Dabei sind auch Wärmewirkungen der Kabel und die Auswirkungen des Bettungsmaterials und der Kabel bzw. Rohrleitungen auf die Bodenfunktionen zu erfassen und zu bewerten.

Aufwertung oder Wiederherstellung von Bodenfunktionen durch bodenspezifische Maßnahmen

Wenn bei Baumaßnahmen die natürlichen Bodenfunktionen oder Archivfunktionen beeinträchtigt werden, sollten diese nach Baufertigstellung so weit wie möglich wieder hergestellt werden. Aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes sollten die bodenfunktionalen Vorgaben des BBodSchG auch bei den Wiederherstellungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Bei der Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen sollte deshalb geprüft werden, welche Bodenfunktionen in welchem Ausmaß aufgewertet oder wiederhergestellt werden können.

Die Möglichkeiten, bodenfunktionsspezifische Aufwertungen umzusetzen, sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Als geeignete Flächen können z. B. voll- oder teilversiegelte Flächen, schadstoffbelastete Böden oder Flächen mit Abgrabungen oder Aufschüttungen genutzt werden. Dabei ist zu beachten, dass keine Flächen für die Aufwertung oder Wiederherstellung von Bodenfunktionen herangezogen werden können, für die bereits eine rechtliche Verpflichtung z. B. im Rahmen einer Altlastensanierung oder im Rahmen von landwirtschaftlichen Förderprogrammen besteht.

Darüber hinaus sind die standortspezifischen Eigenschaften des Bodens zu berücksichtigen: So kann eine Aufwertung nur dann erzielt werden, wenn der Boden ein entsprechendes bodenfunktionsbezogenes Aufwertungspotenzial aufweist. Böden mit einer sehr hohen Bodenfunktionserfüllung lassen sich kaum oder nicht mehr aufwerten. Des Weiteren sollten die Maßnahmen standortabhängig auf ihre Wirksamkeit geprüft werden. So sind z. B. Maßnahmen zum Erhalt der Bodenfunktionen durch den Schutz vor Bodenerosion durch Wind (etwa durch Pflanzung von Hecken oder Bäumen) nur dann wirksam, sofern sie auch in Gebieten umgesetzt werden, in denen eine solche Gefährdung auch tatsächlich besteht.

Die Archivfunktion kultur- oder naturhistorisch bedeutsamer Böden ist i. d. R. nicht wiederherstellbar.

Einen Überblick über Maßnahmen zur Aufwertung oder Wiederherstellung von Bodenfunktionen gibt Tabelle 2. Die jeweilige Wirkung der Maßnahme auf die verschiedenen Teilfunktionen des Bodens kann dabei sehr unterschiedlich sein.

Tab. 2: Maßnahmen zur Aufwertung oder Wiederherstellung von Bodenfunktionen
(verändert, nach MINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG UND UMWELT DES LANDES SACHSEN-ANHALT 1998).

Maßnahme	Lebensraum- funktion	Regelung im Wasser- und Stoffhaushalt	Archiv der Natur- und Kultur- geschichte	Filter- und Pufferfunktion
Vollentsiegelung	++	++	+	++
Teilentsiegelung	++	++	+	++
Minderung des Versiegelungsgrades (durchlässige Belege)	o	++	o	++
Abtrag von Bodenüberformungen/ Rückbau (technogene Substrate)	++	++	+	++
Sanierung kontaminierter Böden	+	+	o	++
Kalkung	+	o	o	+
sachgerechte Verlagerung gewachsener Oberböden auf degradierte Standorte	++	++	o	++
mechanische Auflockerung verdichteter Böden / Unterbodenlockerung	+	+	o	+
Pflegemaßnahmen: z. B. Stabilisierung strukturlabiler/ verdichteter Böden durch Tiefwurzler	+	+	o	+
Wiederherstellung natürlicher Grundwasserverhältnisse/ Wiedervernässung	++	++	o	+
Entwässerung von technogen vernässten Standorten	+	+	o	+
Erhöhung der Bodenbedeckung durch Ansaat und Anpflanzung/ Erosionsschutz	+	+	o	+
Nutzungsextensivierung	+	+	o	+
Gewässerrenaturierung*	+	o	o	o
biologische Bewirtschaftung	+	+	o	+

* Gewässerrenaturierung ist durch Abgrabungen und initiierte Seitenerosion des Gewässers auch mit Bodenbeeinträchtigungen und Bodenverlust verbunden. Dies sollte mit berücksichtigt werden.

++	deutliche Aufwertung oder Wiederherstellung der Bodenfunktion
+	geringe bis mittlere Aufwertung oder Wiederherstellung der Bodenfunktion
o	geringe bis keine Aufwertung oder Wiederherstellung der Bodenfunktion, oder nur unter bestimmten Umständen

Die Vollentsiegelung stellt hierbei die wirkungsvollste Maßnahme zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen dar. Entsiegelungsmaßnahmen sollten hierbei den Rückbau aller technogenen Substanzen in und auf dem Boden, die Herstellung eines den standörtlichen Verhältnissen entsprechenden durchwurzelbaren Unter- und Oberbodens aus standorttypischen Materialien sowie die Beseitigung von Schadverdichtungen durch Tiefenlockerung umfassen. In der Praxis ist das Entsiegelungspotenzial zumeist gering, so dass überwiegend andere Aufwertungs- bzw. Wiederherstellungsmaßnahmen umgesetzt werden (vgl. Tabelle 2). Im Vergleich zur Vollentsiegelung sind diese Maßnahmen in der Regel für die Wiederherstellung von Bodenfunktionen weniger wirkungsvoll. So kann beispielsweise eine Nutzungsextensivierung auf einem ackerbaulich genutzten Standort den baubedingten Totalverlust der Bodenfunktionen eines überbauten Standortes nicht ersetzen.

Aufwertung von Bodenfunktionen durch schutzgutübergreifende Maßnahmen

Bei schutzgutübergreifenden Maßnahmen werden die Beeinträchtigungen nicht für die einzelnen Schutzgüter gesondert kompensiert, sondern multifunktionell für mehrere Schutzgüter gleichzeitig.

Wenn bei Vorhaben schutzgutübergreifende Kompensationsmaßnahmen umgesetzt werden, sollte darauf geachtet werden, dass Maßnahmen gewählt werden, die nicht ihrerseits negative Auswirkungen auf einzelne Schutzgüter nach sich ziehen.

Um auch im Fall von multifunktionellen Maßnahmen dem bodenfunktionalen Ansatz gerecht zu werden, sollten die Maßnahmen so gewählt werden, dass sie zu einer Verbesserung von Bodenfunktionen beitragen. Dabei ist zu beachten, dass diese Maßnahmen an die natürlichen Standortbedingungen angepasst sind. So sollten z. B. Feuchtbiotope nur auf natürlicherweise feuchten Böden entwickelt werden, Trockenrasen nur auf entsprechenden Standorten etc.

Literatur

AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5). – 5. Aufl., 438 S., 41 Abb., 103 Tab., 31 Listen; Hannover.

BAUGB – BAUGESETZBUCH: In der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I: 2414), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I: 1722) geändert worden ist. – <<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbaug/>>.

BBODSCHG – BUNDESBODENSCHUTZGESETZ: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundesbodenschutzgesetz) 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 – BUNDES-BODENSCHUTZ- UND ALTLASTENVERORDNUNG: Vom 12. Juli 1999 (BGBl. I: 1554), die zuletzt durch Artikel 102 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I: 1474) geändert worden ist. – <<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschr/>>.

BBPIG – BUNDESBEDARFSPLANGESSETZ: Gesetz über den Bundesbedarfsplan vom 23. Juli 2013 (BGBl. I: 2543; 2014 I: 148, 271), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 26. Juli 2016 (BGBl. I: 1786) geändert worden ist. – <<https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbplg/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/bnatschg_2009/>.

BLOSSEY, S., BUSCH, J., DAHLMANN, I., DRECHSLER, H., FELDWISCH, N., HENKE, A., JESSEN-HESSE, V., OESER, G.-H., PENNDORF, O. & SCHÜRER, S. (2003): Bodenbezogene Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in der Bauleitplanung. – In: Bodenschutz **3.02**: 84–89.

BVB – BUNDESVERBAND BODEN (2001): Bodenschutz in der Bauleitplanung - Vorsorgeorientierte Bewertung. – BVB-Materialien **6**, 102 S.

BVB – BUNDESVERBAND BODEN (2013): Bodenkundliche Baubegleitung BBB. Leitfaden für die Praxis. – BVB-Merkblatt, Band **2**, 110 S.

- BVB – BUNDESVERBAND BODEN – REGIONALGRUPPE OST (2005): Das Schutzgut Boden in der Eingriffsregelung. Anspruch und Praxis. – Tagungsband der Fachtagung „Das Schutzgut Boden in der Eingriffsregelung. Anspruch und Praxis“ an der Landesanstalt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt in Halle/Saale am 14.11.2005, 124 S.
- DAHLMANN, I., HERNANDEZ DIAZ, T. & SCHNEIDER, J. (2007): Vom Brachflächenkataster zum Flächenmanagement. – *GeoBerichte* **1**: 33 S., 21 Abb., 4 Tab.; Hannover (LBEG).
- DIN 18915 – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (2002): Vegetationstechnik im Landschaftsbau. Bodenarbeiten. – Ausgabedatum: 2002-08; Berlin (Beuth)
- DIN 19731 – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (1998): Bodenbeschaffenheit. Verwertung von Bodenmaterial. – Ausgabedatum: 1998-05; Berlin (Beuth)
- 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).
- FELDWISCH, N. (2015a): Vorsorgender physikalischer Bodenschutz - unbekannt und ungeliebt in Planung und Umsetzung! – In: *Umwelt und Geologie. Boden und Bodenschutz in Hessen* **12**: Internationales Jahr des Bodens. Beiträge zu den Veranstaltungen: Festveranstaltung Digitale Bodenschätzung Hessen. Umweltforum Hessen „Der Boden, von dem wir leben“: 85–90; Wiesbaden (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie).
- FELDWISCH, N. (2015b): Bodenkundliche Baubegleitung - Bodenschutz beim Trassenbau. – Beitrag zur Tagung „Energiewende - Ein Thema für den Boden“ der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie am 12. März in Hannover. – In: *SPRINGER FACHMEDIEN* (Hrsg.): *Boden und Energiewende - Trassenbau, Erdverkabelung und Erdwärme*: 17–25; Wiesbaden.
- GUNREBEN, M. & BOESS, J. (2015): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. Arbeitshilfe zur Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in Planungs- und Genehmigungsverfahren. – 3. überarb. Aufl., *GeoBerichte* **8**: 47 S., 16 Abb., 8 Tab., 6 Anh.; Hannover (LBEG).
- HAMMERSCHMIDT, U. (2014): Bodenschutz beim Bauen. Ein Leitfaden für den behördlichen Vollzug in Niedersachsen. – *GeoBerichte* **28**: 43 S., 24 Abb., 2 Tab.; Hannover (LBEG).
- HÖKE, S., LAZAR, S. & KAUFMANN-BOLL, C. (2010): Kompensationsmaßnahmen für Eingriffe in Böden. – In: *Urban SMS - Soil Management Strategy. Bericht - Entwicklung neuer Bodenmanagement-Strategien, Teil 1 im EU-Projekt URBAN SMS* (Projekt-Nr. 6.56), 54 S., <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/inhalte/urbansms/pdf_files/final_results/German_Items/17_Compensation_De.pdf>.
- KARTENSERVEN DES LBEG: Niedersächsisches Bodeninformationssystem (NIBIS®). – <<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>>; Hannover (LBEG).
- KÜPFER, C. (2010): Methodik zur Bewertung naturschutzrechtlicher Eingriffe und zur Ermittlung von Art und Umfang von Kompensationsmaßnahmen in der Bauleitplanung (2009 und 2010). – 30 S., <http://www.stadtlandfluss.org/fileadmin/user_upload/content_images/Methodik_Eingriffsregelung_BLP_SLF.pdf>; Wolfschlugen.
- LABO (2009): Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB - Leitfaden für die Praxis der Bodenschutzbehörden in der Bauleitplanung. – Länderfinanzierungsprogramm Wasser, Boden und Abfall 2006, LABO-Projekt B 1.06, Bearbeitung durch Ingenieurbüro Schnittstelle Boden & Baader Konzept GmbH, 69 S., <https://www.labo-deutschland.de/documents/umweltpruefung_494.pdf>.
- LANDKREIS OSNABRÜCK (2016): Das Osnabrücker Kompensationsmodell 2016. Arbeitshilfe zur Vorbereitung und Umsetzung der Eingriffsregelung. – 53 S.; Osnabrück (LK OS).
- LLUR – LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME SCHLESWIG-HOLSTEIN (2014): Leitfaden Bodenschutz auf Linienbaustellen. – Schriftenreihe LLUR SH, Geologie und Boden **19**, 37 S.; Flintbek [ISBN 978-3-937937-71-7].
- MINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG UND UMWELT DES LANDES SACHSEN-ANHALT (1998): Empfehlungen zum Bodenschutz in der Bauleitplanung. – 18 S., <https://lau.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LAU/Bodenschutz/Bodenfunktionsbewertung/Dateien/empfehlungen_bodenschutz_blp.pdf>; Magdeburg.

- 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).
- NBODSCHG: Niedersächsisches Bodenschutzgesetz vom 19. Februar 1999 (Nds. GVBl. 1999: 46), letzte berücksichtigte Änderung: §§ 4, 5, 9, 10 und 13, geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 05.11.2004 (Nds. GVBl.: 417) – <<http://www.nds-vororis.de/jportal/?quelle=jlink&query=BodSchG+ND&max=true&aiz=true>>.
- NLT – NIEDERSÄCHSISCHER LANDKREISTAG E. V. (2011): Hochspannungsleitungen und Naturschutz. Hinweise zur Anwendung der Eingriffsregelung beim Bau von Hoch- und Höchstspannungsleitungen und Erdkabeln. – <http://www.nlt.de/pics/medien/1_1314696308/Hochspannungsleitungen_und_Naturschutz.pdf>.
- NLT – NIEDERSÄCHSISCHER LANDKREISTAG E. V. (2014): Naturschutz und Windenergie, Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei Standortplanung und Zulassung von Windenergieanlagen. – Arbeitshilfe, <http://www.nlt.de/pics/medien/1_1414133175/2014_10_01_Arbeitshilfe_Naturschutz_und_Windenergie__5__Auflage__Stand_Oktober_2014_Arbeitshilfe.pdf>.
- NLWKN – NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2006): Beiträge zur Eingriffsregelung V. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen **1/06**, 72 S.
- NLWKN – NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2015): Beiträge zur Eingriffsregelung VI. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen **2/15**, 68 S.
- NST – NIEDERSÄCHSISCHER STÄDTETAG (Hrsg.) (2006): Arbeitshilfe zur Ermittlung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in der Bauleitplanung. – 7. neu überarb. Aufl. 2006, 76 S.; Hannover (Innovative Stadt GmbH).
- SCHÄFER, W., GEHRT, E., MÜLLER, U., BLANKENBURG, J. & GRÖGER, J. (2010): Sulfatsaure Böden in niedersächsischen Küstengebieten. – Geofakten **24**: 9 S., 4 Abb., 1 Tab.; Hannover (LBEG).
- 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).
- UBA – UMWELTBUNDESAMT (2009): Leitfaden zur strategischen Umweltprüfung (SUP). – UBA-Texte 08/09, 51 S.

Impressum

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

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

© LBEG Hannover 2017

Version: 28.08.2017

Autoren

- Nicole Engel, Tel.: 0511/ 643-3597
mail: Nicole.Engel@lbeg.niedersachsen.de
 - Dirk Prause, Tel.: 0511/ 643-3354
mail: Dirk.Prause@lbeg.niedersachsen.de
- Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie
Stilleweg 2, 30655 Hannover
Internet: <http://www.lbeg.niedersachsen.de>