

# Bodenschutz bei Baumaßnahmen: derzeitiger Stand und aktuelle Handlungserfordernisse

B. Stock, J. Rinklebe und A. Skowronek

## Soil protection during civil engineering: current state and need for action

### 1 Einleitung

Bauliche Maßnahmen bedeuten einen massiven Eingriff in den Boden. Aus Land- und Forstwirtschaft ist bekannt, dass Einwirkungen durch Erdbewegungen oder mechanische Belastung die Pedosphäre und in der Folge die lokale Ökosphäre in ihren Energie-, Wasser- und Stoffflüssen stören. Sekundär können Fauna, Flora und Teile der anthropogenen Lebensgrundlagen bedroht werden (z.B. SCHÄFFER, 2007). Unter ackerbaulicher Nutzung wurden diese Aspekte bereits vor über 100 Jahren betrachtet (WOLLNY, 1898). In den vergangenen 30 Jahren erlangte man umfassende Kenntnisse zu den Wechselwirkungen zwischen mechanischen Belastungen, Bodenstruktur und der Änderung von physikalischen und chemischen Bodenkennwerten (z.B. HORN et al., 1991). Über negative Folgen von Eingriffen für natürliche Bodenfunktionen, Vegetation und Bodenflora besteht zwar in der bodenkundlichen Fachwelt Konsens (z.B. SCHEFFER et al., 2010; HORN et al., 1992; CURCI et al., 1997). Dessen ungeachtet steht im Rahmen der aktuellen politischen Forderungen nach nachhaltigem und ressourceneffizientem Handeln und nach Reduzierung der Flächeninanspruchnahme das Naturgut Boden und

dessen Schutz nicht per se im Fokus. Jedoch werden gerade im Bauwesen große Mengen an Boden umgelagert, befahren oder anderweitig genutzt. Daher bietet sich insbesondere hier die Chance den Boden unmittelbar präventiv zu schützen und eine schonende Nutzung vorzubereiten, und zwar im ursprünglichen Sinn der politischen Ziele (STOCK, 2010).

Im Detail betrachtet wird die Dimension der hier angesprochenen Bodenanteile deutlich: Derzeit werden in Deutschland ca. 100 ha je Tag als Siedlungs- und Verkehrsflächen neu ausgewiesen (sog. Flächeninanspruchnahme). Tatsächlich werden jedoch nur ca. 50 % dieser Fläche bautechnisch genutzt, also überbaut und versiegelt (UBA et al., 2007). Bei den verbleibenden 50 % wird oft eine weitgehende Zerstörung des Bodens als Kollateralschaden beim Bauprozess durch Verdichtung und Umschichtung in Kauf genommen. Dies entspricht nahezu 7 % der deutschen Bodenfläche (DESTATIS, 2011). Hinzu kommen Flächenanteile im Außenbereich (außerhalb von Siedlungs- und Verkehrsflächen, z.B. beim Bau von Leitungen und Windkraftanlagen).

Weiter entfällt nahezu ein Drittel des gesamten Abfallaufkommens Deutschlands auf die sogenannte Abfallfraktion „Boden und Steine“ der Bauwirtschaft. Dies entsprach z.B.

### Summary

Preventive soil protection during civil engineering activities did not experience adequate attention up to date (LANGER et al., 2009). The gap between construction and soil science is evident from the soil scientist's point of view. As during construction works an enormous amount of soil is affected in its physical properties, the tremendous societal relevance of this field is obvious. A great challenge at present is to identify and demonstrate the intersection between construction and soil science as well as to resolve discrepancies by means of research, dialogue, and new standards. The resulting common view then should be established in an adequate education (LANGER et al., 2009). This paper demonstrates why this area has to be worked on, lists external conditions and denotes need of action.

**Key words:** construction work, soil damage, legal requirements for soil protection, preventive soil protection, soil relocation.

## Zusammenfassung

Dem vorsorgenden Bodenschutz bei Baumaßnahmen wird bisher noch immer zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Die derzeitige Kluft zwischen Baugewerbe und Bodenkunde sowie zwischen Theorie und Praxis ist aus pedologischer Sicht offensichtlich.

Diese Thematik weist eine enorme gesellschaftliche Relevanz auf, denn insbesondere bei Baumaßnahmen werden viele Böden und große Bodenmengen auch in ihren physikalischen Eigenschaften beeinträchtigt.

Eine wichtige Herausforderung unserer Zeit ist es, die Schnittmenge zwischen Baugewerbe und Bodenkunde aufzuzeigen und die vorhandenen Diskrepanzen durch Forschung, Aus- und Fortbildung, Dialoge, Definieren neuer Standards sowie durch Umsetzung der Erkenntnisse in der Praxis zu beseitigen (LANGER et al., 2009). Der vorliegende Beitrag erläutert die Notwendigkeit hierfür, stellt die derzeitigen Rahmengenheiten dar und leitet entsprechende Handlungsempfehlungen ab.

**Schlagworte:** Baumaßnahme, Bodenschädigung, gesetzliche Vorgaben zum Bodenschutz, vorsorgender Bodenschutz, Bodenumlagerung.

107,3 Mio. t im Jahr 2008 (KWB, 2011). Nicht berücksichtigt sind dabei aus abfallrechtlichen Gründen die auf Baustellen ausgehobenen und dort verbliebenen Bodenmassen. Diese Zahlen demonstrieren eindrücklich, dass die dahinter verborgenen Bodenbeeinträchtigungen aus ökologischen, gesellschaftspolitischen und ökonomischen Gründen nach heutigem Erkenntnisstand nicht mehr ignoriert und toleriert werden dürfen.

Einige Bauherren und Behörden haben als Vorreiter die Problematik erkannt, entsprechende Leitlinien zusammengestellt und dadurch den Weg für die aktuellen Diskussionen in diesem Themenbereich gebahnt (z.B. BUWAL, 2006; DEFRA, 2009; LANUV, 2009).

Dieser Beitrag möchte mit Blick auf physikalische Schädigungen des Bodens über die derzeitige Situation in Deutschland aufklären durch

- Erläuterung der unterschiedlichen Verwendung des Begriffes „Boden“ in den hier relevanten Fachdisziplinen,
- Differenzierung der Bodennutzungen im Baubereich und
- Darstellung der wesentlichen juristischen Rahmenbedingungen.

Schließlich werden Ansätze für eine bodenschonende Bauabwicklung aufgezeigt und Handlungserfordernisse abgeleitet.

## 2 Untersuchungsgebiet und Methoden

Die derzeit geführten interdisziplinären Diskussionen verdeutlichen, dass ein unterschiedliches Fachverständnis

der Begrifflichkeiten, z.B. des Wortes „Boden“ besteht. Während in der Bodenkunde Böden als der belebte Teil der obersten Erdkruste (SCHEFFER et al. 2010) betrachtet werden, erstreckt das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) sein Verständnis von Boden auch auf tiefer liegende Gesteinsschichten (HANSMANN UND SELNER, 2007) soweit diese Funktionen nach § 2 des Gesetzes erfüllen (z.B. Rohstofflagerstätte) (Abb. 1). Das in Art. 74, Abs 1, Nr. 20 Grundgesetz (GG) aufgeführte „Bodenrecht“ hingegen ist primär unter der Frage der rechtlichen Ordnung, also der rechtlichen Beziehung des Menschen zum „Grund und Boden“ zu verstehen (HANSMANN & SELNER, 2007). In der Geotechnik wird der Boden als Lockergestein gegenüber dem Festgestein (Fels) abgegrenzt (bspw. Sand, Kies und Ton) (MÖLLER, 2007). Natürliche Bodenfunktionen treten dabei in den Hintergrund. Im Erdbau wird der Boden vergleichbar klassifiziert, jedoch primär aus der Sicht des Gewinnens und Bearbeitens (EYMER et al., 2006). Schließlich sind im Geltungsbereich der VOB DIN 18300 Erdarbeiten (zurzeit Entwurf) zusätzlich Ersatzbaustoffe berücksichtigt, der Mutterboden wird hingegen ausgeschlossen.

Auf diesen unterschiedlichen Begriffsverständnissen basieren die Bodenschutzforderungen in gesetzlichen und untergesetzlichen Regelungen sowie aus pedologischer Sicht, welche mit den anerkannten Regeln der Bautechnik konkurrieren. Dadurch wird Kommunikationskonflikten und juristischer Unübersichtlichkeit Vorschub geleistet.

Für diesen Beitrag soll gelten: der Begriff Boden bezieht sich auf Oberboden (= Mutterboden) und Unterboden (A- und B-Horizont) und betrachtet diese als die durchwurzelt-

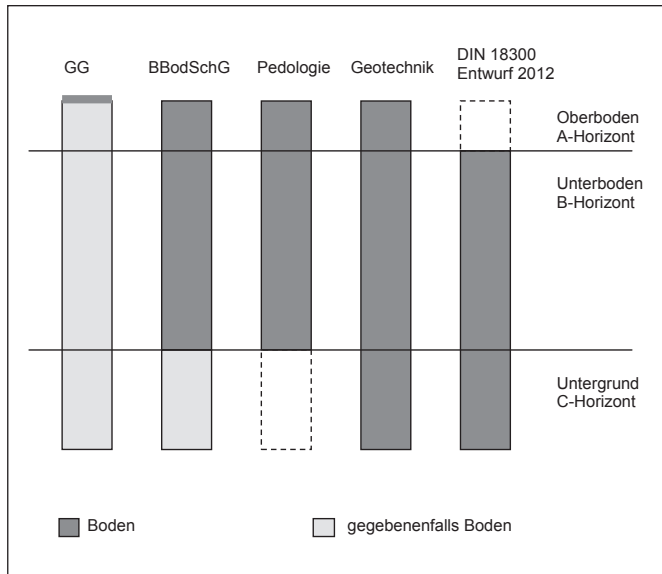


Abbildung 1: Verwendung des Begriffes „Boden“ bezogen auf unterschiedliche Horizonte bei fachspezifischer Betrachtung (schematisch)

Figure 1: Use of the term „soil“ in different specialist fields

bare Bodenschicht. Darunter befindet sich das geologische Ausgangsmaterial (= Untergrund).

### 3 Bodennutzungen im Baubereich

Der Boden übernimmt bei Baumaßnahmen unterschiedliche Funktionen. Ein Anteil des Bodens wird für bautechnische Zwecke genutzt, während der übrige Bereich nach Abschluss der Bauarbeiten der Vegetation bzw. der landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Nutzung dienen soll. Bei ersterem wird Boden als Baugrund (z.B. für Gebäude oder Verkehr) oder Baustoff (z.B. für Dämme oder Wälle) verwendet. Hierfür wird der Boden meist hoch verdichtet. Infolgedessen werden Porengrößenverteilung, -zahl und -kontinuität sowie der Luftgehalt minimiert; die natürlichen Bodenfunktionen sind stark eingeschränkt (HORN et al., 2009). Der Boden ist hier primär Gegenstand einer geotechnischen Betrachtung mit dem Ziel, standsichere und gebrauchstaugliche Bauwerke zu errichten. Die Flächen außerhalb des Bauwerkes selbst werden dagegen für den Bauablauf als Verkehrs-, Lager- und Arbeitsfläche benötigt. Dadurch wird dort der Boden übermäßig beansprucht und zum Teil bis in den Unterboden dauerhaft verdichtet (z.B. SCHJØNNING et al., 2006; VAN DEN AKKER,

2006). Dieser Boden soll jedoch meist für Garten- und Grünanlagen oder landwirtschaftlich genutzt werden und weitgehend natürliche Funktionen übernehmen (STOCK, 2010). Daher sollen entsprechend der gesetzlichen Forderung „Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen [...] so weit wie möglich vermieden werden“ (BBodSchG § 1, Satz 3).

Auch Erdbewegungen verursachen Bodenstörungen, indem das über lange Zeiträume entwickelte stabilisierende Bodengefüge und damit Porenräume aufgebrochen werden. Beide, Bodengefüge und Porenräume, bedingen maßgeblich natürliche Bodenfunktionen (z.B. HORN et al., 1991; CURCI et al., 1997; BADALIKOVÁ & HRUBÝ, 2006). Soweit dieser umgeschichtete Boden nicht für bautechnische Zwecke verwendet wird, gilt auch hier das BBodSchG § 1, Satz 3.

## 4 Juristische Rahmenbedingungen

### 4.1 Gesetzliche Regelungen

Gesetzliche Regelungen zum Bodenschutz in Deutschland sind derzeit – historisch bedingt – sehr unübersichtlich. Das Fundament bildet das **Grundgesetz** (GG). In Artikel 20 a ist der Schutz der „natürlichen Lebensgrundlagen“ und damit auch der des Bodens dem Staat auferlegt. Darunter wird der **mittelbare** Bodenschutz durch eine Reihe von Gesetzen bestimmt. Durch das **Bundesnaturschutzgesetz** (BNatSchG) ist „Natur und Landschaft [...] zu schützen“. Dazu „sind insbesondere [...] Böden so zu erhalten, dass sie ihre Funktion im Naturhaushalt erfüllen können“ (BNatSchG § 1). Dies findet seinen Niederschlag in der im **Raumordnungsgesetz** (ROG) geregelten Bodenordnung. Als Aufgabe der Raumordnung ist der „... Gesamt- raum der Bundesrepublik Deutschland und seiner Teilräume [...] zu entwickeln, zu ordnen und zu sichern“ (ROG § 1). Dabei ist der „Raum [...] in seiner Bedeutung für die Funktionsfähigkeit der Böden“ und anderer Naturgüter „einschließlich der jeweiligen Wechselwirkung zu entwickeln [und] zu sichern [...]“ (ROG § 2, Pkt. 6). Dieser Aussage folgt das **Baugesetzbuch** (BauGB), welches u.a. die Bauleitplanung zum Inhalt hat. Ihre Aufgabe ist es, „die bauliche und sonstige Nutzung der Grundstücke in der Gemeinde [...] vorzubereiten und zu leiten“ (BauGB § 1 Abs. 1). Im Rahmen der Bauleitplanung wird eine Berücksichtigung aber auch eine gerechte Abwägung (§ 1 Abs. 7)

„der Belange des Umweltschutzes [...], insbesondere der Auswirkungen“ u.a. auf den Boden und dessen Rolle im Wirkungsgefüge gefordert (BauGB § 1, Abs. 6, Satz 1 und Nr. 7a). Konkret soll „mit Grund und Boden [...] sparsam und schonend umgegangen werden; dabei sind [...] Bodenversiegelungen auf das notwendige Maß zu begrenzen [...]“ (BauGB § 1a, Abs. 2). In § 202 wird schließlich der Mutterboden als besonders schutzwürdig aufgeführt.

Das **Bauordnungsrecht** fällt in die Gesetzgebungskompetenz der Länder und ist in den Landesbauordnungen geregelt. Deren Vollzug obliegt den Baubehörden, die Beurteilung des Bodenschutzes aber den Bodenschutzbehörden. Eine abgestimmte Berücksichtigung beider Rechtsgebiete ist nur durch eine Kooperation beider Behörden gegeben.

Das **Kreislaufwirtschafts-** (KrW-) und **Abfallgesetz** (AbfG) fordert an erster Stelle die Vermeidung von Abfall und damit auch die Vermeidung von Bodenaushub (KrWG § 6, Abs. 1). Wenn der Eigentümer überschüssigen Boden entfernen will oder muss, greift die Abfalldefinition. Der zu Abfall gewordene Boden ist vorrangig schadlos zu verwerten (KrWG § 7, Abs. 3). Sowohl der ökonomische als auch der ökologische Wert des Bodens bleibt dabei rechtlich betrachtet unerheblich. In Hinblick auf die Verwertung ist ein Geflecht gesetzlicher und untergesetzlicher Regelungen zu beachten. Sie behandeln allerdings vorrangig den Aspekt der Schadstoffbelastung.

Der **unmittelbare** Bodenschutz wird durch das **Bundes-Bodenschutzgesetz** (BBodSchG) und die **Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung** (BBodSchV) geregelt. Da das Gesetz in Ergänzung zu bereits vorhandenen Regelungen in Kraft trat (KRÖGER & KLAUSS, 2001), ist es zu den oben aufgeführten Gesetzen subsidiär anzuwenden (also auch gegenüber Bau-, Bauplanungs- und Bauordnungsrecht!). Das BBodSchG definiert den Boden über seine Funktionen, welche „zu sichern und wieder herzustellen“ sind (BBodSchG § 1). Neben natürlichen und anderen Funktionen werden als Nutzungsfunktionen auch „Fläche für Siedlung und Erholung“ und „Standort für [...] Verkehr und Ver- und Entsorgung“ genannt (§ 2). Auf Flächen mit diesen Nutzungsfunktionen finden in der Regel bauliche Maßnahmen und Baubetrieb statt. Aber auch dort gilt § 1 Satz 3 des BBodSchG: „Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen [...] so weit wie möglich vermieden werden.“ Dies macht deutlich, dass die Zuschreibung einer Funktion zum Boden wie die für Siedlung und Verkehr kein Freibrief für einen beliebigen Umgang mit Boden ist. Die Vermeidung von Beeinträchtigungen muss dabei vor dem Versuch der Wie-

dergutmachung (BBodSchG § 7 Vorsorgepflicht) stehen. Alleine die Formulierung „so weit wie möglich“ bietet Spielraum für Interpretation, fordert aber gleichwohl ein Optimum. Dies ergibt sich – reduziert betrachtet – aus der Abwägung zwischen ökologischem Erfordernis und ökonomischer Leistbarkeit in Bezug zur soziokulturellen Notwendigkeit des Vorhabens.

Die hier u.a. thematisierten „Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden“ werden in BBodSchV § 12 geregelt. Die Zulässigkeit basiert auf einem Nichthervorrufen einer „Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen“ sowie einer nachhaltigen Sicherung oder Wiederherstellung bestimmter in § 2 des BBodSchG genannter Bodenfunktionen (z.B. für natürliche Funktionen, aber auch für Siedlungs- und Verkehrsflächen). Das bezieht sich auch auf physikalische Eigenschaften (BBodSchV § 12 Abs. 9). DIN 19731 „Verwertung von Bodenmaterial“ (s.u.) ist dabei zu beachten. Darüber hinaus gilt § 12 der BBodSchV nicht für Erdbewegungen bei Baumaßnahmen, wenn das Material am Herkunftsort wiederverwendet wird (BBodSchV § 12, Abs. 2, Satz 2). Eine konkrete gesetzliche Forderung zur Vermeidung physikalischer Bodenschädigungen bei Erdarbeiten innerhalb eines Grundstückes wird somit ebenso vermisst wie für Bodenabtrag und -bewegungen bei Baumaßnahmen.

#### 4.2 Untergesetzliche Regelungen

Aus dem Praxisbedarf heraus wurden Regelungen in untergesetzlichen Normen, Richtlinien oder Merkblättern für den Vollzug konkretisiert. Juristisch sind diese jedoch nicht grundsätzlich belastbar.

Hier relevant ist die in der Deutschen Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) entstandene **„Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV“**. Der Geltungsbereich ist identisch mit dem des § 12 der BBodSchV (durchwurzelbare Bodenschicht mit den genannten Einschränkungen, s.o.). Unter Punkt 1.2.2 werden in der Vollzugshilfe unter „Physikalische Eigenschaften“ allgemeine Hinweise gegeben und es wird ebenfalls auf **DIN 19731** verwiesen.

Konkrete Standards für einen schadarmen Bodenumgang aus physikalischer Sicht finden sich derzeit lediglich in **DIN 19731** „Bodenbeschaffenheit, Verwertung von Bodenmaterial“ und **DIN 18915** „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten“. In DIN 19731 sind allgemeine Verwertungsgrundsätze aufgeführt, die als Anleitung für

einen schonenden Umgang mit Böden im Rahmen von Bodenarbeiten bei Verwertungsmaßnahmen dienen. Der Anwendungsbereich der DIN 18915 erstreckt sich auf alle Bodenarbeiten im Zusammenhang mit garten- und landschaftsbaulichen Maßnahmen; jedoch nicht auf Abläufe im Hoch- und Tiefbau i.w.S. In beiden Normen sind Hinweise zum schonenden Umgang mit Boden zusammengestellt, welche auf den Baubereich übertragen werden können und sollten. Jedoch finden sich in den Normen Unstimmigkeiten. So ist eine Unterbodenlockerung (DIN 19731, Punkt 7f) „um Fahr- bzw. Kettenspuren zu beseitigen“ nicht ausreichend, sondern das Ziel muss ggf. die Schaffung eines funktionsfähigen Porenraumes sein. Weiter entspricht die pauschale Begrenzung (DIN 19731, Punkt 7g) der Bodenpressung durch Kettenfahrzeuge auf 15 kPa nicht den pedologischen Erkenntnissen (ANSORGE & GODWIN, 2006) und ist nicht praxisgerecht. Selbst Moorraupen können diese Forderung nicht erfüllen (LEMSER, 2004).

## 5 Bauliche Praxis

### 5.1 Grundlage

Manche Bodenschutzmaßnahme ist durch Bewusstseinsbildung und Anpassen von Baumanagementprozessen kostenneutral umzusetzen. Über kostenrelevante Maßnahmen muss bewusst nach einem Abwägungsprozess entschieden werden. Durch Art, Größe und Lage einer Baustelle sowie die gegebenen Bodenverhältnisse können die Faktoren deutlich differieren. Zukünftig sind konkrete Untersuchungen und Analysen hierzu wünschenswert.

Im Folgenden werden wesentliche Phasen des Planungs- und Bauablaufs beschrieben, welche eine Weichenstellung für bodenschonendes Bauen ermöglichen können. Je frühzeitiger im Ablauf das geschieht, umso größer sind die Steuerungsmöglichkeiten, um ein ökologisch-ökonomisches Optimum zu erreichen.

### 5.2 Raumordnung und Bauleitplanung

Ein Grundstein für bodenschonendes Handeln ist bereits im Rahmen der Raumordnungs- und Bauleitplanung zu legen. Die Wahl neu auszuweisender Bereiche für Siedlung und Verkehr und anderer baurelevanter Flächen – gerade auch im Außenbereich – sollte von Beurteilungen der na-

türlichen Leistungsfähigkeit des Bodens am konkreten Standort abhängig sein.

### 5.3 Projektvorbereitung

Insbesondere wenn die Bodenfunktion für land- und forstwirtschaftliche Nutzung unmittelbar wieder hergestellt werden soll, sollen Stabilität und schnelle Regenerationsfähigkeit des Bodens geprüft und die Baufläche oder Trassenführung optimal ausgewählt werden. Eine derartige Evaluierung ist nur mit bodenkundlicher Fachausbildung qualifiziert realisierbar.

Auch im Innenbereich der Siedlungs- und Verkehrsflächen stehen Böden mit noch weitgehend natürlichen Funktionen zur Verfügung. Zu deren Schutz sollten bereits degradierte Böden für die Bebauung bevorzugt werden. Grundsätzlich ist jede vermeidbare Verdichtung des Bodens zu unterlassen. Dies gilt bereits für die ersten Baufelderkundungen, welche häufig mit unnötigen Befahrungen des Geländes verbunden sind, was Unterbodenschädigungen hervorrufen kann (SCHJØNNING et al., 2006).

Unter Berücksichtigung des Bauablaufs sind bereits in der Planungsphase die benötigten Lager-, Arbeits- und Bewegungsräume realistisch darzustellen. Befestigte Flächen könnten hierfür angemietet werden, um sensible Bodenbereiche zu schützen. Bei Nutzung offener Flächen sind diese z.B. durch Anlegen von Baustraßen, kräfteverteilende Platten (Baggermatratzen) oder aber auch umsichtigerer Fahrzeugwahl zu schützen (ANSORGE & GODWIN, 2006). Besonders berechnet werden muss die benötigte Fläche für Bodenzwischenlager. Eine streng getrennte Lagerung unterschiedlicher Böden und Materialien und die Einhaltung maximaler Lagerungshöhen und -zeiten sind sachgerecht einzukalkulieren. Nicht mehr benötigter Boden soll nach Möglichkeit andernorts weiterverwendet werden. Dafür ist er direkt abzutransportieren, um unnötige Mehrbewegungen und schädliche Zwischenlagerung zu vermeiden (OBERHOLZER et al., 2006). Ein qualifiziertes Baumanagement kann so ohne Mehrkosten Beeinträchtigungen des Bodens vorbeugen.

### 5.4 Ausschreibung

Ausschreibungen auf Basis der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB 2012) genügen derzeit nicht den beschriebenen Anforderungen. Ergänzend können in zusätzlichen (technischen) und besonderen Vertragsbedin-

gungen Maßnahmen für einen vorbeugenden Bodenschutz eindeutig beschrieben werden. Somit erhält jeder Anbieter gleichermaßen eine klare Vorstellung der zu leistenden Arbeit und kann realistische Preise kalkulieren. Mehraufwendungen für den vorsorgenden Bodenschutz sind nicht kostenneutral. Jedoch werden monetäre Folgeverluste vermieden.

## 5.5 Ausführung

Nur eine kompetente und konsequente Bauleitung ist in der Lage, die Inhalte der Planung und Verträge durchzusetzen. Fehlt eine der Baumaßnahme entsprechende bodenkundliche Fachkompetenz, sollte ein Bodensachverständiger hinzugezogen werden. Dieser ist zunächst nur beratend tätig. Weitere Rechte müssen im Vorfeld vertraglich geregelt werden. Kosten für daraus entstehende Mehraufwendungen (z.B. Baustillstand nach Starkregen) hat, über die in der VOB geregelten Grenzen hinaus, der Bauherr/Auftraggeber zu tragen.

Für die Bauausführung ist die Grenze zwischen der Nutzung als Bauuntergrund und der gärtnerischen oder landwirtschaftlichen Nutzung vor Ort eindeutig klar zu ziehen. Bauuntergrund kann belastet und befahren werden. Dabei ist Mutter- (Ober-)Boden nur für Vegetationszwecke zu verwenden und von den zu bebauenden Bereichen zu entfernen. Alle weiteren Flächen dürfen nur begrenzten Belastungen in Abhängigkeit von den spezifischen Bodeneigenschaften ausgesetzt werden. Als erstes sind Schutzgebiete und nicht benötigte Flächen abzuzäunen. Lager-, Arbeits- und Bewegungsflächen sind entsprechend den Vorgaben herzurichten und die Funktionsfähigkeit von Schutzmaßnahmen ist dauerhaft sicherzustellen. Darüber hinaus muss flexibel und direkt auf veränderte Bauabläufe, Witterung und deren Folgen bis zum Einstellen bestimmter Arbeiten reagiert werden.

Bei Bodenabtrag kann durch die Fahrbewegungen Ober- und Unterboden verdichtet werden. Vitaler Oberboden ist durch seine Reaktivität deutlich besser in der Lage, sich nach Störungen zu regenerieren, als der an Bioaktivität arme Unterboden. Eine direkte Befahrung des B-Horizontes ist daher dringend zu vermeiden. Eine rechtzeitige Eingrünung des Oberbodens kann dagegen stabilisierend und schützend wirken. Der Untergrund ist – bei ausreichender Tragfähigkeit – befahrbar. Erdbewegungen selbst bedingen weitere Bodenstörungen (vgl. Kap. 3). Sie sollten daher auf ein notwendiges Minimum begrenzt werden. Werden Erd-

massen zwischengelagert, ist einer Verdichtung des Bodens durch Eigen- und Fremdlast sowie möglicher Vernässung und folgendem Sauerstoffmangel vorzubeugen.

## 5.6 Dokumentation

Neben den üblichen Bautagebuchniederschriften sind zusätzlich Bodenzustände (vorher/nachher), bodenbezogene Vorgänge (z.B. Umlagerungen, Befahrungen) sowie Wetterereignisse und Niederschlagsmengen zu dokumentieren, um eine Beweisführung bei Schädigungen durchführen zu können. Außerdem stellt die Dokumentation die Grundlage für eine prozessübergreifende Evaluation bereit.

## 6 Umweltorientierter Handlungsbedarf

Bodenschonendes Handeln im Zuge von Baumaßnahmen wird durch **ordnungsrechtliche, ökonomische und persönliche** Randbedingungen beeinflusst. Zukünftig sollte verstärkt eine schonende Nutzung des Bodens auch bei Baumaßnahmen erfolgen. Für eine solche Umsetzung ist die Verhaltenssteuerung der am Bau Beteiligten ein wichtiges Instrument und sollte bereits am Input einer Baumaßnahme (Flächeninanspruchnahme, Bodennutzung), der Produktion (Bauprozess) und dem Output (Bodenwiedernutzbarmachung) ansetzen (STOCK, 2010).

Aus **ordnungsrechtlicher Sicht** liegt das Gewicht des Bodenschutzes in Deutschland auf der Vorsorge vor und der Sanierung von stofflichen Verunreinigungen des Bodens (vgl. z.B. BBodSchV § 3, Abs. 2, Erläuterung zu „schädliche Bodenveränderung“). Dies spiegelt sich auch in den untergesetzlichen Normen und Regelwerken wider. Es sind kaum konkrete Forderungen und Parameter zur Begrenzung physikalischer Bodenschäden, insbesondere bezogen auf Baumaßnahmen, gegeben. Vorhandene Vorgaben sind nicht immer eindeutig, widerspruchsfrei oder nachvollziehbar sowie bei Regelverfahren (Bodenwiederverwendung innerhalb eines Grundstückes) nicht grundsätzlich zur Anwendung vorgesehen (vgl. Kap. 4). Für den durch technische Regelwerke gesteuerten Baubereich wird eine Anpassung der Normeninhalte als dringend erforderlich gesehen (STOCK, 2010). Physikalische Veränderungen des Bodens können anhand spezifischer Faktoren identifiziert, dimensioniert und bewertet werden. Die Grenzen

zulässiger Veränderungen müssen gezogen und eine Überschreitung in der Baupraxis verhindert werden. Für die Etablierung praktikabler Bewertungsmethoden und die Anwendung kompensatorischer Hilfsmaßnahmen (z.B. Baggermatratzen, angepasste Baustellen-Logistik) wird noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf gesehen. Eine solide Basis dafür bilden die vorhandenen Erkenntnisse aus land- und forstwirtschaftlicher Forschung und Praxis.

Baustellenspezifische Zusammenhänge können darüber hinaus nur situationsbezogen durch Bodensachverständige beurteilt und die notwendige Handlungsfolge von diesen daraus abgeleitet werden. Die verpflichtende, bedarfsgerechte Hinzuziehung dieser Experten zu ausgewähltem Baugeschehen könnte hoheitlich geregelt werden. Ein Modell dieser Art, wenn auch auf anderer Rechtsstruktur basierend, ist in der Schweiz zu finden. Die Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz (BGS) hat dafür ein Reglement erarbeitet, welches dem Deutschen Bundesverband Boden (BVB) als Wegweiser dient. Im BVB wird derzeit ein Leitfaden zur praktischen Anwendung und als Diskussionsgrundlage formuliert.

Für eine sachgerechte **ökonomische Beurteilung** sollten vermeintliche Einsparungen in der Bauphase wegen nicht-bodenschonenden Handelns späteren „Reparaturversuchen“ und (potenziellen) Schadenersatzforderungen gegenübergestellt werden.

Zur Erreichung des individuellen Wollens und Könnens muss schließlich für die Umweltrelevanz des Bodens in seinem hier dargestellten Zusammenhang ein Bewusstsein geschaffen werden. Denn nur aus der Verinnerlichung der Problematik entsteht eine persönliche Handlungsmotivation. Durch eine angemessene Qualifikation der Beteiligten ist das zu fördern. Neben Aufklärungsarbeit und Fortbildungsangeboten wird eine dauerhafte Etablierung des Themas in Forschung, Lehre und Ausbildung gefordert.

Als Ziel der Bemühungen sollte eine bodenschonende Baudurchführung unabhängig von Größe und Art der Baumaßnahme selbstverständlich werden. Dies sollte im Sinn des nachhaltigen Handelns nach dem Report der „World Commission on Environment and Development“ (sogenannte „Brundtlandkommission“) aus dem Jahr 1987 geschehen: *„Sustainable development meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.“* „Eine nachhaltige Entwicklung entspricht den Bedürfnissen der Gegenwart, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden.“

## Literatur

- ANSORGE, D. & R. GODWIN (2006): High Axle Load – Track – Tire Comparison. In: HORN, R., H. FLEIGE, S. PETH & X. PENG (2006): Soil Management for Sustainability. Catena Verlag, Reiskirchen, 9–14.
- BADALIKOVÁ, B. & J. HRUBÝ (2006): Influence of minimum soil tillage on development of soil structure. In: HORN, R., H. FLEIGE, S. PETH & X. PENG (2006): Soil Management for Sustainability. Catena Verlag, Reiskirchen, 430–435.
- BAUGB, Baugesetzbuch. Vom 23.09.2004, BGBl. I S. 2414.
- BBODSCHG, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten. Vom 17.03.1998, BGBl. I, 502.
- BBODSCHV, Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Vom 12.07.1999, BGBl. I, 1554.
- BNATSCHG, Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege. Vom 29.07.2009, BGBl. I, 2542.
- BVB, (2013): Merkblatt 2, Bodenkundliche Baubegleitung BBB, Leitfaden für die Praxis, Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- CURCI, M., M.D.R. PIZZIGALLO, C. CRECCHIO, R. MININNI & P. RUGGIER (1997): Effect of conventional tillage on biochemical properties of soils. *Biology and Fertility of Soils*, 1997, Vol. 25, No. 1, 1–6.
- DEFRA, DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS (2009): Construction Code of Practice for the Sustainable Use of Soils on Construction Sites. London.
- DESTATIS, STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (2011): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Fachserie 3, Reihe 5.1, Wiesbaden, 18.
- DIN, DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e. V. (2002): DIN 18915 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten. Berlin.
- DIN, DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e. V. (1998): DIN 19731 Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial. Berlin.
- EYMER, W., S. OPPERMANN, R. REDLICH & M. SCHÜMANN (2006): Grundlagen der Erdbewegung. 2. Auflage, Kirschbaum Verlag, Bonn, 22.
- GG, Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland. Vom 23.05.1949, BGBl., 1.
- HANSMANN, K. & D. SELLNER (Hrsg.) (2007): Grundzüge des Umweltrechtes. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 673 und 362.
- HORN, R., T. BAUMGARTL, S. KÜHNER, M. LEBERT & R. KAYSER (1991): Zur Bedeutung des Aggregierungsgrades für die Spannungsverteilung in strukturierten Böden.

- Pflanzenernährung und Bodenkunde, 1991, Vol. 154, Issue 1, 21–26.
- HORN, R., C. JOHNSON, H. SEMMEL, R. SCHAFER & M. LEBER (1992): Räumliche Spannungsmessungen mit dem Stress State Transducer (SST) in ungesättigten aggregierten Boden – theoretische Betrachtungen und erste Ergebnisse. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 1992, Vol. 155, Issue 4, 269.
- HORN, R., W. MARKGRAF, T. BAUMGARTL & W. BARTSCH (2009): Wechselwirkung zwischen mechanischer Auflast und mikrobiologischer Aktivität in Böden. *Die Bodenkultur*, 2009, Band 60, Heft 2, 29–37.
- KRÖGER, D. & I. KLAUSS (2001): *Umweltrecht schnell erfasst*. Auflage 1, Springer Verlag, Berlin, 173.
- KRWG, Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen. Vom 24.02.2012, BGBl. I, 2012.
- KWB, KREISLAUFWIRTSCHAFT BAU (2011): *Mineralische Bauabfälle, Monitoring 2008*. Berlin.
- LANGER, U., J. RINKLEBE, O. MELCHIOR & R. GIERSE (2009): Boden- und Baurecht beim Bodenschutz auf der Baustelle. *Bodenschutz*, 2009, Heft 04, 116–120.
- LANUV, LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (2009): *Bodenschutz beim Bauen, Ratgeber für Bauherren*. Recklinghausen.
- LEMSER, D. (2004): Flachbagger (Teil 1). Kräftig lösen und schieben – und schön einebnen. *Tiefbau*, 2004, Nr. 10, 629–644.
- MÖLLER, G. (2007): *Geotechnik, Bodenmechanik*. 1. Auflage, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 1.
- NORTON, L.D., A.I. MAMADOV, C. HUANG & G.J. LEVY (2006): Soil aggregate stability as affected by long-term tillage and clay mineralogy. In: HORN, R., H. FLEIGE, S. PETH & X. PENG (2006): *Soil Management for Sustainability*. Catena Verlag, Reiskirchen, 422–429.
- OBERHOLZER, H.R., M. WYSSER, M. HARTMANN & F. WIDMER (2006): Regeneration of impaired biological soil properties caused by physical soil impact. In: HORN, R., H. FLEIGE, S. PETH & X. PENG (2006): *Soil Management for Sustainability*. Catena Verlag, Reiskirchen, 140–148.
- ROG, Raumordnungsgesetz. Vom 22.12.2008, BGBl. I, 2986.
- SCHÄFFER, B. (2007): *Compaction of restored soil by heavy agricultural machinery*. Dissertation, ETH Zürich, XI.
- SCHEFFER, F., P. SCHACHTSCHABEL, H.P. BLUME, G.W. BRÜMMER, R. HORN, E. KANDELER, I. KÖGEL-KNABNER, R. KRETZSCHMAR, K. STAHR, B.M. WILKE, G. WELP & S. THIEL-BRUHN (2009): *Lehrbuch der Bodenkunde*. 16. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- SCHJØNNING, P., F. LAMANDÉ, A. TØGERSEN, J. ARVIDSSON & T. KELLER (2006): Distribution of vertical stress at the soil-tyre interface: Effects of tyre inflation pressure and the impact on Stress Propagation in the Soil Profile. In: HORN, R., H. FLEIGE, S. PETH & X. PENG (2006): *Soil Management for Sustainability*. Catena Verlag, Reiskirchen, 38–46.
- STOCK, B. (2010): *Bau und Boden; Grundlagen, Erfordernisse und Maßnahmen des Bodenschutzes*. Diplomarbeit, Universität Koblenz-Landau (unveröffentlicht, bei den Autoren erhältlich)
- UBA, UMWELTBUNDESAMT, STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND, BGR, BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE, DESTATIS, STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (Hrsg.) (2007): *Umweltdaten Deutschland, Nachhaltig wirtschaften – Natürliche Ressourcen und Umwelt schonen*. Dessau Hannover, Wiesbaden, 32.
- VAN DEN AKKER, J. (2006): Evaluation of soil physical Dutch subsoil in two databases with some threshold values. In: HORN, R., H. FLEIGE, S. PETH & X. PENG (2006): *Soil Management for Sustainability*. Catena Verlag, Reiskirchen, 490–497.
- VOB, Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (2012). Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), Berlin.
- VOB DIN 18300: *Erdarbeiten*. (Entwurf). Herausgeber: Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin.
- WOLLNY, E. (1898): I. Physik des Bodens. Mittheilung aus dem agritekturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde der technischen Hochschule in München. CIII. Untersuchungen über den Einfluß der mechanischen Bearbeitung auf die Fruchtbarkeit des Bodens. (Zweite Mittheilung), *Forschungen auf dem Gebiete der Agritekturphysik*, Bd. XX, Heft 3, 231–290.



## **Anschrift der Autoren**

**Bettina Stock**, Architektin, Dipl.-Umweltwissenschaftlerin, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Deichmanns Aue 31–37, 53179 Bonn.

E-Mail: [bettina.stock@bbr.bund.de](mailto:bettina.stock@bbr.bund.de)

**Prof. Dr. Jörg Rinklebe**, Boden- und Grundwassermanagement, Institut für Grundbau, Abfall- und Wasserwesen, Abteilung Bauingenieurwesen, Bergische Universität Wuppertal, Pauluskirchstr. 7, 42285 Wuppertal, Deutschland.

E-Mail: [rinklebe@uni-wuppertal.de](mailto:rinklebe@uni-wuppertal.de)

**Prof. Dr. Armin Skowronek**, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES), Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Nussallee 13, 53115 Bonn, Deutschland. E-mail: [askowronek@uni-bonn.de](mailto:askowronek@uni-bonn.de)

Eingelangt: 16. April 2012

Angenommen: 8. Oktober 2013