



Altlastentag Hannover 2013

Forum für Boden- und Grundwasserschutz

05. September 2013

Suderburg

Landeshauptstadt Hannover
Fachbereich Umwelt und Stadtgrün
Prinzenstr. 4, 30159 Hannover
Ansprechpartnerin:
Martina Pöppelbaum

Ostfalia – Hochschule für
angewandte Wissenschaften
Hochschule Braunschweig/Wolfenbüttel
Campus Suderburg
Herbert-Meyer-Str. 7, 29556 Suderburg
Ansprechpartner:
Prof. Harald Burmeier

Organisation:

Ulrich Eggert GWK mbH
Roscherstr. 12, 30161 Hannover
Ansprechpartnerin:
Karoline Eggert



Vorsorgender Bodenschutz beim Bauen – Materialien im Erdbau –

Dr. Stefan Melchior
melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft GbR, Hamburg

Vorsorgender Bodenschutz beim Bauen – Materialien im Erdbau –

Dr. habil. Stefan Melchior

melchior + wittpohl Ingenieurgesellschaft, Rödingsmarkt 43, 20459 Hamburg - www.mplusw.de

1 Bodenschutzrelevante Fragestellungen im Erdbau

Der Bodenschutz dient der Abwehr schädlicher Bodenveränderungen, der Sanierung und der Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden. Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen und der Archivfunktion sind zu vermeiden, es gilt die Vorsorgepflicht (§ 1, § 7 BBodSchG 1998).

Im Erdbau treten bodenschutzrelevante Fragestellungen aus unterschiedlichen Perspektiven auf:

- Abtrag/Aushub und Abtransport von Böden:

Sofern Böden bei Baumaßnahmen aufgenommen und vor Ort nicht wieder verwendet werden können, müssen die Böden extern verwertet oder entsorgt werden. Natürlich gewachsene und weitgehend schadstofffreie Böden sind schonend abzutragen, abzutransportieren, ggf. zwischenzulagern und wieder zu nutzen. Die Verwertung oder Entsorgung schadstoffbelasteter Böden erfolgt nach den Vorgaben der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA 1997 ff.; Verwertung), der Deponieverordnung (DepV 2009; Entsorgung und Verwertung im Deponiebau) sowie der individuellen Genehmigung der jeweiligen Entsorgungseinrichtungen. Dieses Stoffstrommanagement ist kostenrelevant und aufgrund der verschiedenen Schadstofflisten, Parameterumfänge und Untersuchungsmethoden kompliziert.

- Einbau von Böden:

Im Erdbau werden Böden aus unterschiedlicher Herkunft für unterschiedlichste Zwecke eingesetzt. Es kann sich um Bodenaushub (Ober- und Unterboden) handeln, der vor Ort im Rahmen der Maßnahme entnommen und ggf. zwischengelagert wurde. Es kommen Fremdböden natürlicher Herkunft, „sortenreine“ Ersatzbaustoffe sowie gemischte oder anderweitig technisch hergestellte Substrate und Bauprodukte zum Einsatz (vgl. LAGA 1997 ff. und DIBt 2009 f.). Die Böden, Substrate oder Produkte müssen entsprechend ihrer gewünschten späteren Nutzungsfunktion mechanisch behandelt und eingebaut werden. Dabei stehen in der Regel in erster Linie bodenphysikalische und bodenmechanische Fragen im Mittelpunkt. Böden werden als Fundament oder Hinterfüllung von Bauwerken oder als anderweitige geotechnische Bauwerkskomponente in der Regel mit definierter Verdichtung und Tragfähigkeit eingebaut. Aspekte des Bodenschutzes sind

dabei meist irrelevant. Sofern die Böden jedoch im Rahmen der ihnen zgedachten späteren Nutzung (z. B. Rekultivierung, Renaturierung, Nutzung als Park oder andere öffentliche Grünflächen, gärtnerische Nutzung, land- oder forstwirtschaftliche Nutzung) aus den natürlichen Bodenfunktionen abgeleitete Eigenschaften aufweisen sollen, sind eine Bodenschadverdichtung oder andere schädliche Bodenveränderungen beim Umgang mit den Böden auf der gesamten Strecke zwischen Gewinnung, Transport, Lagerung und Einbau zu vermeiden und es werden in der Regel Anforderungen an den Nährstoff- sowie insbesondere den Wasserhaushalt gestellt.

- Inanspruchnahme von Böden für Baustraßen, Lagerflächen oder Aufstandsflächen für Baugeräte:

Im Bereich der Baustellen vorhandene Böden, die nicht abgetragen, umgelagert oder überbaut werden, sind vor schädlichen Bodenveränderungen zu schützen. Auch hier stehen bodenphysikalische und bodenmechanische Aspekte im Vordergrund.

2 Verwertung von Material nach § 12 BBodSchV auf oder in einer durchwurzelbaren Bodenschicht

Schadstoffbezogene und sonstige Anforderungen an das Auf- und Einbringen von Materialien werden nach § 6 BBodSchG 1998 in der BBodSchV 1999 konkretisiert. § 12 BBodSchV enthält die Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden. Demnach dürfen durch das Auf- und Einbringen von Material am Ort des Auf- oder Einbringens nach Art, Menge, Schadstoffgehalten und physikalischen Eigenschaften der Materialien keine schädlichen Bodenveränderungen hervorgerufen werden und die natürlichen Bodenfunktionen sowie die Nutzungsfunktionen als Fläche für Siedlung und Erholung oder als land- oder forstwirtschaftliche Nutzfläche müssen nachhaltig gesichert oder wiederhergestellt werden. Hinsichtlich der Materialanforderungen an die zu verwertenden Materialien (Bodenmaterial, Baggertgut, ausgewählte Abfälle) wird auf § 8 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, die Klärschlammverordnung sowie DIN 19731 verwiesen. Die Untersuchung des Materials hat nach Anhang 1 BBodSchV unter Beachtung der DIN 19731 zu erfolgen.

Bei landwirtschaftlicher Folgenutzung sollen die Schadstoffgehalte in der nach dem Auf- und Einbringen des Materials entstandenen durchwurzelbaren Bodenschicht maximal 70 % der Vorsorgewerte nach Nr. 4 Anhang 2 BBodSchV betragen. Die Ertragsfähigkeit der Böden ist nachhaltig zu sichern oder wiederherzustellen.

Die Nährstoffzufuhr soll beim Auf- und Einbringen von Material nach Menge und Verfügbarkeit unter Beachtung von DIN 18919 auf den Bedarf der Folgevegetation abgestimmt und der Eintrag von Nährstoffen in Gewässer weitestgehend vermieden werden.

Die bodenphysikalischen Anforderungen, die beim Auf- und Einbringen von Material zu beachten sind, werden in Abs. 9 § 12 BBodSchV wie folgt formuliert:

„... Verdichtungen, Vernässungen und sonstige nachteilige Bodenveränderungen sollen durch geeignete technische Maßnahmen sowie durch Berücksichtigung der Menge und des Zeitpunkts des Aufbringens vermieden werden. Nach Aufbringen von Materialien mit einer Mächtigkeit von mehr als 20 cm ist auf die Sicherung oder den Aufbau eines stabilen Bodengefüges hinzuwirken. DIN 19731 (Ausgabe 5/98) ist zu beachten.“

Auf hinsichtlich ihrer Funktionserfüllung hochwertigen Böden, in Wasserschutzgebieten und geschützten Teilen von Natur und Landschaft und Naturschutzgroßprojekten soll das Auf- und Einbringen von Materialien unterbleiben. In Gebieten mit erhöhten Schadstoffgehalten in Böden gelten besondere Regeln.

3 Bodenschonende Einbautechnik

Die Diskussionen im Bodenschutz fokussieren meist auf die in den verschiedenen Gesetzen, Verordnungen und Regelwerken enthaltenen Grenzwerte für die zulässige Schadstoffbelastung von Feststoff und Eluat. Die Anforderungen an die bodenphysikalischen Eigenschaften der Böden treten demgegenüber eher in den Hintergrund. Einigkeit besteht im vorsorgenden Bodenschutz, bei der guten landwirtschaftlichen Praxis, im Landschaftsbau sowie bei der Rekultivierung von Deponie und Hinterlassenschaften des Bergbaus, dass eine Bodenschadverdichtung zu vermeiden ist.

Die Verdichtungsempfindlichkeit von Böden, die zur Herstellung einer durchwurzelter Bodenschicht für eine naturnahe Nutzung geeignet sind, ist unterschiedlich. Sie hängt wesentlich von der Bodenart, von der aktuellen Konsistenz des Bodens sowie von der Vorbelastung des Bodens am Herkunftsort ab. Im Idealfall werden solche Böden mit Normalverdichtung eingebaut, so dass ihre Trockendichte und ihr Porensystem vergleichbar mit der Verdichtung und dem Porensystem natürlicher Böden unter gleicher Auflast sind. Die im Einzelfall zu wählenden Einbauverfahren und Baugeräte müssen dieses Ziel und die Empfindlichkeit des jeweiligen Bodens berücksichtigen.

Bodenverdichtung kann in ton- und schluffhaltigen Böden die nutzbare Feldkapazität, vor allem aber die Luftkapazität in schädlicher Weise beeinträchtigen. Diesbezüglich empfindliche Böden sollten nicht lagenweise und nicht mit schiebenden und die eingebauten Lagen überfahrenden Baugeräten eingebaut werden, da Schäden durch zu niedrige Luftkapazitäten, eine unzureichende Porenkontinuität und niedrige Wasserdurchlässigkeiten im Unterboden kaum reversibel sind und mehrere unerwünschte Folgen haben können: Sauerstoffmangel für die Pflanzen, Staunässebildung, Bildung von Hangquellen mit Erosion, im schlimmsten Fall eine Reduzierung der Böschungsstabilität. Tabelle 1 zeigt ein Beispiel für den Einfluss des Verdichtungsgrades auf Trockendichte, Porenvolumen, Luftkapazität, nutzbare Feldkapazität und Wasserdurchlässigkeit eines Rekultivierungsbodens (aus: Melchior 2012).

Tab. 1 Bodenhydrologische Kennwerte eines humosen Rekultivierungsbodens bei unterschiedlicher Verdichtung				
Bodenart Uls, h4, I_c 0,59	Einheit	Verdichtungsgrad in % D _{Pr}		
		71	79	87
Trockendichte	g/cm ³	1,160	1,288	1,425
Porenvolumen	%	56	51	46
Luftkapazität	Vol.-%	19	11	3
nutzbare Feldkapazität	mm/dm	19	20	20
gesättigte Wasserdurchlässigkeit	m/s	6,9 · 10 ⁻⁵	5,6 · 10 ⁻⁶	1,3 · 10 ⁻⁹

Auch bei der Rekultivierung von Deponien werden diese Zusammenhänge berücksichtigt. Die LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ definiert als Grundlage für die Durchführung der DepV (2009) den Stand der Technik für die Komponenten von Deponieabdichtungssystemen in bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS). Der BQS 7-1 (LAGA 2011) befasst sich mit Rekultivierungsschichten. In Abschnitt 6 wird die erforderliche Einbautechnik wie folgt beschrieben:

„Bodenmaterial ist so abzubauen und zwischenzulagern, dass Bodenverdichtungen weitestmöglich vermieden werden. Ober- und Unterboden sind getrennt abzubauen und zu lagern. Die Materialien sollten trocken bis feucht (halbfest bis steif) und keinesfalls sehr feucht bis nass (weich bis breiig) bearbeitet werden.“

Die Zwischenlagerung des Materials kann generell zu starken Qualitätsverschlechterungen führen und ist entweder zu vermeiden oder zeitlich zu begrenzen. Dabei sind die in der DIN 18915 und DIN 19731 genannten Anforderungen zu berücksichtigen, wobei die zulässige Schütthöhe von Bodenmieten materialabhängig festgelegt wird und 4 m nicht überschreiten soll.“

Die DepV (2009) fordert eine Luftkapazität von mindestens 8 Vol.-% und eine nutzbare Feldkapazität von mindestens 140 mm in einer mindestens 1 m mächtigen Rekultivierungsschicht. Man könnte diese Werte im Sinne von Vorsorgewerten interpretieren. Der Bundesverband Boden schlägt in seiner Stellungnahme zum Entwurf der Mantelverordnung (BVB 2013) mit Verweis auf UBA (2004) folgende Maßnahmenwerte vor: Luftkapazität < 5 Vol.-%, gesättigte Wasserleitfähigkeit < 10 cm / d (= 1,2 x 10⁻⁶ m/s), Packungsdichte bei Feldbodenansprache = 4 oder 5.

Die Erfahrungen bei der Herstellung von Rekultivierungsschichten zeigen, dass die Luftkapazität (LK) und Wasserdurchlässigkeit sehr viel empfindlicher auf mechanische Belastung und Verdichtung reagiert als andere Parameter. Sie können daher als gute Indikatoren für einen bodenschonenden Einbau des Bodens und den sich daraus ergebenden Wasser- und Lufthaushalt dienen. Die LK sinkt in Rekultivierungsböden mit Schluffgehalten über ca. 20 % bei Einbau mit konventionellen Raupen schnell auf kritische Werte, wenn der Boden nicht mindestens eine halbfeste Konsistenz aufweist. Bodenschonend eingebaute Böden mit einer ausreichenden Luftkapazität weisen eine

ausreichende Kontinuität der wasser- und luftleitenden Grobporen auf, die auch nach Sackung der locker eingebauten Rekultivierungsschicht erhalten bleiben. Die Hinweise aus DIN 18915 sollten bei der Festlegung der Bautechnik und der Bauablaufsteuerung Beachtung finden. Eine baubegleitende Kontrolle der Bodenwasserspannung kann den vorsorgenden Bodenschutz erheblich verbessern.

4 Ausblick und Fragen

Hinsichtlich der Bewertung und Untersuchung der Materialeigenschaften von Bodenaushub, Ersatzbaustoffen und technischen Produkten und hinsichtlich der Möglichkeiten der Steuerung einer im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes geeigneten Bodentechnologie beim Umgang mit den Materialien stellen sich in der Praxis viele Fragen. Die neue „Mantelverordnung“ (BMU, Entwurf 2012) soll die Anforderungen für das Einbringen oder Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in den Boden und für die Verwendung von Boden oder bodenähnlichem Material durch Änderung der Grundwasserverordnung, der Deponieverordnung und der Bundesbodenschutzverordnung sowie durch Neufassung einer Ersatzbaustoffverordnung zur ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung mineralischer Ersatzbaustoffe in technischen Bauwerken vereinheitlichen. Der Entwurf des BMU zur Mantelverordnung liegt vor und wird derzeit diskutiert (siehe z. B. BVB 2013). Der Autor schlägt in diesem Zusammenhang folgende Fragen für die Diskussion im Workshop „Bodenschutz beim Bauen“ vor:

- (1) Ist von der Mantelverordnung eine praxistaugliche Verbesserung und eine über die betroffenen Rechtsbereiche und Schutzgüter hinreichende Vereinheitlichung bei der Bewertung der Verwertbarkeit und Entsorgung von Materialien zu erwarten?
- (2) Wo liegen die Schwachpunkte des Entwurfs der Mantelverordnung (BMU 2012)? Sind die Anforderungen an die zulässigen Schadstoffgehalte, die zu untersuchenden Parameter und an die repräsentative Probenahme akzeptabel und praxisgerecht? Fehlen Inhalte? Sind Bereiche überreguliert?
- (3) Ist der Umgang mit Materialien, die Humusgehalte natürlichen Ursprungs enthalten, angemessen und widerspruchsfrei geregelt (Entsorgung schadstoffhaltiger Oberböden: Glühverlust, TOC, DOC, Brennwert, Atmungsaktivität; Ausbau und Zwischenlagerung schadstoffarmer Oberböden: Mietenhöhe, Mietenbewirtschaftung)?
- (4) Wird die unzulässige Vermischung und Verdünnung von schadstoffhaltigen Böden in der Praxis vermieden? Wird die Herstellung von Substraten und Produkten ausreichend qualitätsüberwacht?
- (5) Welche Parameter und Grenzwerte sind zur Erkennung und Vermeidung einer Bodenschadverdichtung und Vernässung angebracht? Haben die Baupraktiker eine Vorstellung davon, wie ein stabiles Bodengefüge beschaffen ist und wie es

gesichert oder aufgebaut werden kann? Wie ist mit Sackungen nach unverdichtetem oder nur leicht verdichtetem Einbau umzugehen?

- (6) Wie kann der geeignete Zeitpunkt des Auf- und Einbringens von Material festgestellt werden? Müssen Bauabläufe, bei denen vorhandene und verbleibende natürliche Böden auf Baustellen mechanisch beansprucht werden, häufiger in Abhängigkeit von der Konsistenz oder der Wasserspannung der Böden gesteuert und überwacht werden?

5 Gesetze, Regelwerke und andere Quellen

- BBodSchG (1998): 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 (1999): 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)
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2012): Entwurf der Verordnung zur Festlegung von Anforderungen für das Einbringen oder Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in den Boden und für die Verwertung von Boden und bodenähnlichem Material. Bonn, 31.10.2012, 162 S. + 85 S. Begründung
- BVB – Bundesverband Boden (2013): Stellungnahme zum Entwurf der Mantelverordnung des BMU vom 31.10.2012. Bad Essen, 07.02.2013, 67 S.
- DepV – Deponieverordnung (2009): Verordnung über Deponien und Langzeitlager. (= Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27.04.2009). BGBl. I, Nr. 22, S. 900, zuletzt geändert durch Artikel 7 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973)
- DIBt – Deutsches Institut für Bautechnik (2009/2011): Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser. Teil I und Teil III vom Mai 2011, Teil II vom September 2011. Berlin 70 S. (www.dibt.de)
- DIN 18915 (2002): Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten. Ausgabe 08/2002. Beuth Verlag, Berlin/Köln.
- DIN 18919 (1990/2002): Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen. Ausgabe 09/1990 zitiert in BBodSchV. Aktuelle Ausgabe 02/2002. Beuth Verlag, Berlin/Köln.
- DIN 19731 (1998): Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial. Ausgabe 05/1998. Beuth Verlag, Berlin/Köln.
- DüMV – Düngemittelverordnung (2012): Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482)
- LAGA – Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (1997/2003/2004): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen. Technische Regeln. LAGA-Mitteilung 20, 5. erweiterte Auflage. Teil I Stand 06.11.2003, Teile II und III Stand 06.11.2003; länderspezifisch Teil II 1.2 Technische Regeln Boden und Teil III mit Stand 05.11.2004 (www.laga-online.de).
- LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ (2011): Bundeseinheitlicher Qualitätsstandard 7-1. Rekultivierungsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen vom 23.05.2011. Veröffentlicht im August 2011 (www.laga-online.de).
- Melchior, S. (2012): Bautechnische und hydrologische Anforderungen an Rekultivierungsschichten. In : Gebert, J. & E.-M. Pfeiffer (Hrsg.): Mikrobielle Methanoxidation in Deponie-Abdeckschichten – Abschluss-Workshop. Hamburger Bodenkundliche Arbeiten, 68, S. 55-66.
- UBA – Umweltbundesamt (2004): Ableitung von Kriterien zur Charakterisierung einer schädlichen Bodenveränderung, entstanden durch nutzungsbedingte Verdichtung von Böden. Regelungen zur Gefahrenabwehr. Berlin, UBA-Texte 46/04, 122 S.