

Umwelt

Teil 1: Literaturrecherche

Wiederherstellung der natürlichen
Bodenfunktionen nach einer Entsiegelung

Inhalt

Einleitung	4
1. Dokumentation der Recherche und Zusammenfassung	5
1.1. Vorgehensweise und Dokumentation	5
1.2. Thematische Zusammenfassung der ausgewerteten Quellen	6
2. Inhaltliche Auswertung	11
2.1. Untersuchung des Ausgangszustands	12
2.2. Beurteilung	15
2.3. Maßnahmen zur Entsieglung und zur Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens	16
2.4. Rechtliche Grundlagen	23
3. Materialsammlung	24
3.1. Wirkungen und Maßnahmen,	24
3.2. Beispiele für die Anforderungen an die Rekultivierungsschicht bei land- und forstwirtschaftlichen Nutzungen	27
3.3. Beurteilung der Befahrbarkeit von Böden	29
3.4. Beispiel für eine Checkliste für die Nützlichkeitsbewertung von Bodenaufträgen	34
3.5. Beispiele für Formblätter für die Verwertung von Bodenmaterial (Dokumentation von Aushub und Einbauinformationen)	36
3.6. Beispiele für Empfehlungen für Sämereien zur Zwischenbegrünung	41
3.7. Beispiel für Erfassungsbögen zur Qualitätsbeurteilung und Nachkontrolle	42
3.8. Bodenkundliche Baubegleitung, Aufgabenbeschreibungen	47
4. Literaturverzeichnis	49
5. Tabellenverzeichnis	55
Impressum	56

Einleitung

Die Belange des Bodens erlangen insbesondere mit Blick auf den Klimawandel und die Biodiversität zunehmende gesellschaftliche Beachtung. Dies mündet in bundesweite Maßnahmen und Regelungen zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und für ein nachhaltiges Flächenmanagement in Städten und Gemeinden.

Das Projekt „Entsiegelungspotenziale in Berlin“ wurde mit dem Ziel entwickelt, die Ressource Boden im Spannungsfeld von Bau- und Planungsprozessen und der Nachhaltigkeit umfassender berücksichtigen zu können. Das Projekt ist somit ein weiterer Baustein im Instrumentarium des vorsorgenden Bodenschutzes, das ein nachhaltiges Flächenmanagement ermöglichen und der Reduktion der Flächeninanspruchnahme dienen soll.

"Die Entsiegelung von Böden sollte künftig als eine der vorrangigen Kompensationsmaßnahmen nach dem Naturschutzrecht angestrebt werden" (LABO 2010a – UMK-Bericht).

Vor dem Hintergrund, dass das Spektrum der in der in die Entsiegelungspotenziale-Datenbank eingestellten Flächen hinsichtlich ihrer örtlichen und planerischen Bedingungen sehr divers sind und auch die Wiedereinbringung von Böden in der Praxis sehr unterschiedlich gehandhabt wird, ist es geboten, sich mit der Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen im Zuge von Entsiegelungsmaßnahmen sowie mit der Frage, welche Maßnahmen dazu fachlich geeignet sind, auseinanderzusetzen.

Da in den letzten Jahren einige Bodenschutz- bzw. Entsiegelungskonzepte auf kommunaler und auf Landes- wie Bundesebene entwickelt wurden, sollte im Rahmen einer einfachen Literaturrecherche ein Überblick darüber gewonnen werden, inwieweit bodenschutzfachliche Anforderungen an die Umsetzung von Entsiegelungsmaßnahmen gestellt werden, durch die eine Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen sichergestellt oder befördert werden kann. Ziel der Recherche war es, eine Sammlung von geeignet erscheinenden Handlungsanweisungen, Leitfäden oder guter Praxisbeispiele zu erstellen und darauf aufbauend eine Arbeitshilfe über technische und qualitative Standards zu Durchführung von Entsiegelungsmaßnahmen zu skizzieren.

Mangels herausragender, auf Berlin übertragbarer Beispiele bekam die vorliegende Arbeitshilfe im Zuge der Bearbeitung mehr den Schwerpunkt einer Materialsammlung. Zudem wurde entschieden, die Arbeitshilfe mit bodenschutzfachlichen Praktikern und lokalen Experten zu erörtern und zu konkretisieren, so dass es sich bei der vorliegenden Arbeit notwendigerweise um einen prozesshaften, vorläufigen Arbeitsstand handelt. Die Ergebnisse wurden letztlich auf zwei Broschüren aufgeteilt:

- die Literaturrecherche, die als ergänzbare Materialsammlung dienen soll und
- eine Handreichung, die Vorschläge zu Gliederung und Inhalten eines Leitfadens zur Wiederherstellung der Bodenfunktionen enthält und die als Grundlage für einen Expertenworkshop mit bodenschutzfachlichen Praktikern aus der Berliner Verwaltung dienen soll.

1. Dokumentation der Recherche und Zusammenfassung

1.1. Vorgehensweise und Dokumentation

Folgende Quellen / Fachliteraturkataloge wurden gesichtet und ausgewertet:

- Fraunhofer IRB – Literaturdokumentation: Flächenversiegelung – Flächenentsiegelung
<http://www.baufachinformation.de/artikel.jsp?v=218293>
- UBA-Publikationen – Boden und Altlasten
<http://www.umweltbundesamt.de/boden-und-altlasten/index.htm>
- BfN-Skripte
http://www.bfn.de/0502_skriptliste.html
- BAFU (Bundesamt für Umwelt - CH) – Publikationen – Boden
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/00007/index.html?lang=de>
- LABO (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz) – Publikationen
<http://www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen.html>
- BVB (Bundesverband Boden) – Publikationen
<http://www.bvboden.de/index.php/publikationen.html>
- VÖBB (Verbund der Öffentlichen Bibliotheken Berlins)
<https://www.voebb.de>
- KOBV (Kooperativer Bibliotheksverbund Berlin-Brandenburg)
<http://www.kobv.de/>
- Allgemeine Internetrecherche

Es wurden folgenden Themen / Schlagwörter einbezogen:

- (Boden- / Flächen-) Entsiegelung
- (vorsorgender) Bodenschutz
- Verwendung / Verwertung von Bodenmaterial
- Wiederherstellung von Bodenfunktionen
- Kommunale Bodenschutz- / Entsiegelungskonzepte
- Rekultivierung

Weitgehend außer Acht gelassen wurden dabei Abhandlungen, die sich hauptsächlich mit folgenden Themen befassen:

- Altlasten, nachsorgender Bodenschutz,
- Regenwasserbewirtschaftung / Abwassergebühren,
- Spezialthemen der Land- und Forstwirtschaft (z.B. Empfehlungen zu Fruchtfolgen),
- Analyse- und Probenahmeverfahren,
- ausschließlich rechtliche Aspekte.

Die gesichtete und ausgewertete Literatur wurde in einer Tabelle erfasst, die neben den gängigen Angaben in einem Literaturverzeichnis auch Anmerkungen zum Inhalt sowie eine Einschätzung der Relevanz für eine Handreichung zum Thema „Empfehlungen für die Wiederherstellung der Bodenfunktionen nach einer Entsiegelung in Berlin“ enthält. Insgesamt wurden 69 Veröffentlichungen in die Literaturliste aufgenommen.

1.2. Thematische Zusammenfassung der ausgewerteten Quellen

Die Recherchen umfassen eine ganze Reihe von Veröffentlichungen, in denen die Reduktion der Flächeninanspruchnahme als politisches Ziel postuliert und betont wird, dass Entsiegelungsmaßnahmen zukünftig als Ausgleich für Versiegelungen stärkeres Gewicht gewinnen sollten. Auch gibt es zahlreiche und ausführliche Veröffentlichungen über Bodenschutz- und Entsiegelungskonzepte auf kommunaler oder auf Landesebene, die evtl. für eine vergleichende Betrachtung der verschiedenen Herangehensweisen interessant wären, in denen aber kaum oder nur sehr allgemeine Anforderungen an die Wiederherstellung der Bodenfunktionen formuliert sind.

Das Augenmerk technischer und qualitativer Vorgaben liegt überwiegend auf der Beseitigung oder Vermeidung stofflicher Belastungen sowie auf der Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit respektive der Rekultivierung land- und forstwirtschaftlich genutzter Böden. Dazu liegen einige Beispiele vor, in denen allgemeine bodenschutzfachliche Anforderungen bei Entsiegelungsmaßnahmen relativ ausführlich beschrieben werden und als Vorbild für Struktur / Rahmen für eine Handreichung genutzt werden können.

Es konnten jedoch keine Handreichungen / Methoden-Leitfäden o.ä. identifiziert werden, in denen Standards zur Durchführung von Entsiegelungsmaßnahmen ausgearbeitet wurden und die unmittelbar oder mittelbar als Good-Practice-Beispiele für die Entwicklung einer Berliner Handreichung herangezogen werden könnten.

Für eine Recherche von Praxisbeispielen durchgeführter Entsiegelungen war die Literaturrecherche nicht geeignet, da Projektdokumentationen i. d. R. nicht veröffentlicht werden. Hierzu wäre eine Recherche in den zuständigen Behörden sicherlich zielführender. Evtl. könnten aus einigen guten Fallbeispielen allgemeine Handlungsanleitungen abgeleitet werden.

Tabelle 1: Gesichtete Literatur nach Themenbereichen

	Inhalt, Themen	Anzahl
1	Einleitung / Hintergrund / Stellenwert Entsiegelung (im Sinne allgemeiner, eher politischer Forderungen)	5 Quellen
2	Bodenschutz-/ Entsiegelungskonzepte (ohne Handlungsanleitung)	14 Quellen
3	Praxisberichte, Untersuchungen	3 Quellen
4	Allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen	11 Quellen
5	Allgemeine bodenfachliche Grundlagen / Bodenfunktionen	4 Quellen
6	Spezielle Anforderungen / Verwertung von Bodenmaterial -Schadstoffgehalte	9 Quellen
7	Spezielle Anforderungen / Rekultivierung	6 Quellen
8	Spezielle Anforderungen / Stadtböden - Berlin	3 Quellen
9	Empfehlungen für eine bodenkundliche Baubegleitung	5 Quellen
10	Sonstige	9 Quellen

Folgende Veröffentlichungen wurden als besonders beachtenswert / hilfreich für die Erstellung der Arbeitshilfe betrachtet. Die Gesamtliste der ausgewerteten Literatur befindet sich im Anhang:

Tabelle 2: Literaturliste - Auswahl besonders relevanter Veröffentlichungen

Verfasser / Jahr	Titel
Blossey, Sabine; et al. (2005)	Entsiegelung von Böden im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung, in Fachzeitschrift: Bodenschutz 2005/2, S. 36-41
Bundesverband Boden (BVB) (Hrsg.) (2013)	Bodenkundliche Baubegleitung BBB - Leitfaden für die Praxis
Bundesverband Boden (BVB) (Hrsg.) (1998)	Anforderungen an die Verwertung von kultivierbarem Bodenmaterial, Empfehlungen zu Technischen Regeln aus der Arbeit der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz
Gaßner, Hartmut; et al. (2001)	Anforderungen an die Wiederherstellung von Bodenfunktionen nach Entsiegelung - Rechtliche und bodenfachliche Rahmenbedingungen für eine Entsiegelungsverordnung (UBA-FB 000213)
Gerstenberg, Josef (2009)	Erstellung von Karten zur Bewertung der Bodenfunktionen
Gerstenberg, Josef; Siewert, Wolfram; Smettan, Ursula (2007)	Leitbild und Maßnahmenkatalog für einen fachgerechten Bodenschutz in Berlin
Gunreben, M.; Schneider, J. (2001)	Entsiegelung von Böden: Wann und Wie?, in: Arbeitshefte Boden: Verdichtung - Versiegelung - -Entsiegelung, Heft 03/2001, S. 55-93
Haubold-Rosa, Michael (1998)	Bodenentwicklung, in: Braunkohlentagebau und Rekultivierung - Landschaftsökologie, Folgenutzung, Naturschutz, S. 573-588
Häusler, Stephan; Salm, Christoph (2001)	Bodenschutz beim Bauen
Hepperle, Erwin; Stoll, Thomas (2006)	Ressourcenplan Boden - Ein Konzept zum planerisch-nachhaltigen Umgang mit Bodenqualität
Juritsch, Georg; et al. (2012)	Richtlinien für die sachgerechte Bodenrekultivierung land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen
LABO (2002)	Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV
Lfu Baden-Württemberg (Hrsg.) (2000)	Erhebungsuntersuchungen zur Qualität von Geländeauffüllungen
Stulle, Karen; Wulfert, Katrin (2001)	Entwicklung eines kommunalen Entsiegelungskonzeptes - Darstellung am Beispiel der Stadt Hildesheim
UBA (2005)	Empfehlungen für Untersuchung und Bewertung versiegelter Flächen sowie für Maßnahmen zur Erhaltung / Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens
Willand, Achim; Kanngießler, Antje (2005)	Realisierbarkeit des Entwurfs einer Entsiegelungs-Verordnung nach § 5 BBodSchG (UBA-FB 000838)

1.2.1. Allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen

Im Folgenden werden die o.g. wichtigsten Quellen thematisch zusammengefasst beschrieben.

In den Jahren 2001 und 2005 wurden im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) zur Vorbereitung einer Entsiegelungsverordnung nach § 5 BBodSchG zwei Forschungsvorhaben durchgeführt (GAßNER et al. 2001 und WILLAND / KANNGIEßER 2005).

GABNER et al. (2001) untersucht in erster Linie die rechtlichen Rahmenbedingungen für eine mögliche Entsiegelungsverordnung, wobei schwerpunktmäßig das Verhältnis zu anderen Rechtsvorschriften, wie z.B. zu Baurecht und Naturschutzrecht, behandelt wird. Im Hinblick auf eine sich auf bodenfachliche Aspekte konzentrierende Arbeitshilfe sind vor allem die in dem Gutachten relativ ausführlich behandelten bodenfachlichen Anforderungen an Maßnahmen zur Entsiegelung und zur Wiederherstellung der Bodenfunktionen von Interesse. So enthält das Gutachten z.B. eine Matrix, in der Versiegelungsarten, Beeinträchtigungen und allgemeine Maßnahmen zur Wiederherstellung der Bodenfunktionen dargestellt sind. Ferner enthält das Gutachten einen Anhang, in dem typische Profilschichten verschiedener Versiegelungsarten beschrieben werden, eine Kostenübersicht für Maßnahmen zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen (allerdings mit einem Kostenstand von 1991-1995) sowie das Protokoll eines im Rahmen des Forschungsvorhabens durchgeführten Fachgesprächs, in dem u.a. unter dem Gesichtspunkt der Wiederherstellung von Bodenfunktionen Fragen zur Festlegung von Qualitätszielen sowie zur Regelungstiefe einer möglichen Verordnung andiskutiert wurden.

Im zweiten Forschungsvorhaben, das in WILLAND / KANNGIEßER (2005), dokumentiert ist, wurde ein Planspiel durchgeführt, das den im Rahmen des ersten Forschungsvorhabens erstellten Entwurf einer Entsiegelungsverordnung auf seine Praxistauglichkeit hin untersucht. Letztlich wurde im Ergebnis zwar das Fazit gezogen, dass der mögliche Erlass einer Entsiegelungsverordnung nicht weiterverfolgt werden soll, weil das durch § 5 BBodSchG eröffnete Entsiegelungspotenzial verhältnismäßig gering und die praktischen Hemmnisse zu hoch seien (vgl. hierzu auch BT-Drs. 17/8478). Insbesondere der im Rahmen der Forschungsvorhaben erarbeitete bodenfachlich-technische Anhang, in dem Standards für die Untersuchung und Bewertung versiegelter Flächen und für die Wiederherstellung der Bodenfunktionen formuliert werden, ist jedoch unabhängig von der jeweiligen Rechtsgrundlage auf Entsiegelungsmaßnahmen anwendbar. Diese Empfehlungen wurden dann auch separat veröffentlicht (UBA 2005).

In dem Artikel von BLOSSEY (2005) werden neben allgemeinen Anforderungen an die Wiederherstellbarkeit der Bodenfunktionen auch Instrumente zur Realisierung von Entsiegelungsmaßnahmen (nicht nur im Rahmen der Eingriffsregelung) sowie Grundprinzipien zur Entsiegelung im Rahmen der Eingriffsregelung z.B. die Anrechenbarkeit als Kompensationsmaßnahmen benannt. Zudem werden die Ergebnisse einer Länderrecherche zu Entsiegelungskatastern, zur Förderung und Schwerpunkten von Entsiegelungsmaßnahmen sowie zu Hemmnissen bei der Durchführung von Entsiegelungsmaßnahmen kurz zusammengefasst.

GUNREBEN / SCHNEIDER (2001) sowie STULLE / WULFERT (2001) enthalten relativ ausführliche und detaillierte Zusammenstellungen allgemeiner Grundlagen und Voraussetzungen zur Bewertung von Entsiegelungs- und Belagsänderungspotenzialen sowie Hinweise für die Festlegung von Bewertungsmaßstäben und Zielwerten für die Wiederherstellung der Bodenfunktionen.

1.2.2. Bewertung von Bodenfunktionen

In BOSCH & Partner / WOLF (2000) werden die natürlichen Bodenfunktionen unter den Aspekten der Bestandserfassung, mögliche Indikatoren sowie die Prognose von Beeinträchtigungen und Ausgleich betrachtet. Bezeichnender Weise spielt Entsiegelung im Kapitel „Ausgleich bodenspezifischer Beeinträchtigungen“ nur eine untergeordnete Rolle.

Der schweizerische Ressourcenplan Boden (HEPPERLE / STOLL 2006) enthält u.a. eine sehr umfassende Zusammenstellung gebräuchlicher Ableitungsmethoden zur Bewertung von Bo-

denpotenzialen bzw. -funktionen. GERSTENBERG (2009) und GERSTENBERG / SIEWERT / SMETTAN (2007) stellen in Zusammenhang mit den entsprechenden Kapiteln des Umweltatlas die aktuellsten Quellen zur Bewertung der Bodenfunktionen in Berlin dar.

1.2.3. Auftrag von Bodenmaterial und Rekultivierung

Die Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV (LABO 2002) umfasst u.a. Anforderungen an die Sicherung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen, an die physikalische Beschaffenheit der Materialien und Standortgegebenheiten, die Mächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht in Abhängigkeit zur Folgenutzung sowie Untersuchungspflichten im Zusammenhang mit dem Auf- oder Einbringen von Material in den Boden. Sowohl § 12 BBodSchV als auch die Vollzugshilfe beziehen sich in weiten Teilen auf die DIN 19731-1998 (Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial, s.u.). Die Regelungen der DIN 19731 gingen aus den Empfehlungen der BVB (1998) hervor und sind dort noch etwas ausführlicher beschrieben. Diese Regelungen und Empfehlungen sind insbesondere dann relevant, wenn zur Schaffung von durchwurzelbarem Boden zusätzlich zur Entsiegelung auch der Auftrag von geeignetem Bodenmaterial notwendig ist.

Als weiterführende Quellen zum Thema Bodenentwicklung und Bodenrekultivierung ist außerdem die österreichische Bodenrekultivierungs-Richtlinie (JURITSCH et. al. 2012) zu nennen, die u.a. Ablaufschemen für die Planung und Durchführung von Bodenrekultivierungen, eine Tabelle mit chemischen und physikalischen Anforderungen an die Rekultivierungsschicht im eingebauten Zustand in Abhängigkeit von der Folgenutzung sowie Orientierungswerte für die jeweilige Schichtmächtigkeit enthält. Die Richtlinie ist zwar für Acker-, Grünland-, Forstnutzung als Entwicklungsziel / Folgenutzung konzipiert, kann jedoch eine Orientierung für die mögliche Gliederung und Regelungstiefe einer Arbeitshilfe bieten.

Die Arbeitshilfe „Bodenschutz beim Boden“ des schweizerischen Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landwirtschaft enthält v.a. wichtige technische und praktische Hinweise zum Bodenschutz (z.B. zu Befahrbarkeit, Zwischenlagerung, Wiedereinbau, Zwischenbegrünung, bodenkundlichen Baubegleitung)

Sehr detaillierte und praxisnahe Hinweise sind zudem in den „Erhebungsuntersuchungen zur Qualität von Geländeauffüllungen“ der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU B-W 2000) enthalten.

In den Veröffentlichungen zu dem Themenbereich „Bodenkundliche Baubegleitung“ sind ebenfalls sehr praxisnahe Empfehlungen zu finden. Sie sind in diesen Veröffentlichungen meist eher kursorisch in Stichpunkten aufgelistet.

1.2.4. Normen, technische Regeln und Gesetze

Tabelle 3: Relevante Normen, technische Regeln und Gesetze

Bezeichn.	Titel	Beschreibung / Einführungsbeitrag
DIN 4220:2008-11	Bodenkundliche Standortbeurteilung - Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten (normative und nominale Skalierungen)	Die Norm legt die einheitliche Aufnahme und Kennzeichnung des Bodens, insbesondere hinsichtlich seiner Nutzungseigenschaften und seines Schutzes fest. (Kennzeichnung und Klassifizierung von Bodenkennwerten, Ableitung von Bodenkennwerten) Die Norm ist anzuwenden auf Untersuchungen zur Ausweisung des Nutzungspotenzials von Böden zur Regelung des Bodenwasserhaushalts und für die

Bezeichn.	Titel	Beschreibung / Einführungsbeitrag
		Verbesserung des Bodengefüges zur Beseitigung von Bodennutzungsschäden für Rekultivierungen und Renaturierungen zur Beurteilung der Erosionsgefährdung von Böden für Maßnahmen der Landespflege und Infrastruktur zur Beweissicherung zur Erfassung von Altlastenverdachtsflächen.
DIN 18915:2002-08	Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten	Diese Norm gilt für alle Bodenarbeiten, auch bei Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen, für Pflanzen und Pflanzarbeiten nach DIN 18916, Rasen und Saatarbeiten nach DIN 18917, Ingenieurbio-logische Sicherungsbauweisen nach DIN 18918, Entwicklungs- und Unterhaltungspflege nach DIN 18919 und Schutzmaßnahmen nach DIN 18920.
DIN 19731:1998-05	Bodenbeschaffenheit - Verwertung von Bodenmaterial	Diese Norm enthält Anforderungen an die Verwertung von Bodenmaterial mit und ohne Vorbehandlung. Bodenmaterial im Sinne dieser Norm ist Bodenaushub oder Baggergut, welches in der Regel bei Bau-, Unterhaltungs- und Behandlungsmaßnahmen anfällt. Nicht behandelt wird das Einbringen von Bodenmaterial in bestehende Gewässer und untertägige Hohlräume (Versatz).
BBodSchV §12	Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden	Verweis auf DIN 19731; Bedingungen für Bodenauftrag im Rahmen einer Rekultivierung; Vermeidung von Verdichtung und Vernässung, nach Aufbringen von Materialien mit einer Mächtigkeit von mehr als 20 cm ist auf die Sicherung oder den Aufbau eines stabilen Bodengefüges hinzuwirken
LAGA M20:2003-11	Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Teil I: Technische Regeln, Allgemeiner Teil	Definition der Einbau- und Deponie-klassen, Zuordnungswerte; Zuordnung zu Einbauklassen bei Analysewerten <Z2, zu Deponie-klassen bei >Z2
TR Boden:2004-11	Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Teil II: Technische Regeln für die Verwertung von Bodenmaterial	Untersuchungsumfang; Definition der Zuordnungswerte; Bedingungen für den Einbau von Bodenmaterial der verschiedenen Einbauklassen

Evtl. beachtenswerte Änderungen könnten sich in absehbarer Zukunft durch die Mantelverordnung Grundwasser/Ersatzbaustoffe/Bodenschutz sowie die geplante Bundeskompensationsverordnung ergeben.

2. Inhaltliche Auswertung

Die Handlungsempfehlungen in der Handreichung sollten sich an den Empfehlungen des UBA 2005 orientieren. Diese werden in den folgenden Abschnitten zunächst weitgehend wiedergegeben und v.a. durch Inhalte aus den beiden Forschungsvorhaben (GAßNER 2001 und WILLAND / KANNGIEßER 2005) ergänzt, aus denen die Empfehlungen des UBA letztlich hervorgingen.

Zu beachten ist hierbei, dass diese Materialien vor dem Hintergrund einer möglichen Entsiegelungs-Verordnung gem. § 5 BBodSchG erarbeitet worden sind, auf deren Grundlage Grundstückseigentümer zu einer Entsiegelung verpflichtet werden könnten. Als Grundsatz gilt hier u.a., dass das Entfernen versiegelnd wirkender Materialien und Wiederherstellungsmaßnahmen nur in dem für das Ziel der Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens notwendigen Maße angeordnet werden können und ggf. auch eine Zustandsveränderung genügt, durch die beeinträchtigende Wirkungen aufgehoben, zumindest aber deutlich reduziert werden (vgl. GAßNER 2001, S. 178). Die daraus resultierenden Empfehlungen des UBA können daher als Mindestanforderungen angesehen werden. Besonders für die Durchführung von Entsiegelungsmaßnahmen, die der naturschutzrechtlichen Kompensation dienen sollen, ist anzunehmen, dass auch höhere fachliche Standards begründbar sind.

Die in der gesichteten Literatur erkennbaren Ansätze bewegen sich zwischen den Polen „*Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen = Wiederherstellung eines durchwurzelbaren Bodens*“ und „*Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen = Wiederherstellung eines (möglichst) natürlichen / standorttypischen Bodens*“

In den Empfehlungen des UBA 2005 werden Kriterien und Parameter zur Ermittlung der Ausgangsbedingungen am Maßnahmenort umfänglich und detailliert dargestellt. Besonders die Hinweise zur Beurteilung der erhobenen Parameter und zur Ableitung geeigneter Maßnahmen zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen bedürfen jedoch einer Ergänzung und Konkretisierung, die nicht abschließend durch diesen Entwurf erbracht werden können, sondern einer Diskussion auf breiterer fachlicher Basis bedürfen. Die wiedergegebenen Empfehlungen werden bezüglich ihrer Übertragbarkeit auf Berliner Verhältnisse sowie ihrer Verwendbarkeit für die Erstellung der geplanten Handlungsanleitung kommentiert.

Ist im Rahmen der Entsiegelungsmaßnahmen auch ein Bodenauftrag notwendig, ist § 12 BBodSchV (Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden) zu beachten. Ergänzend kann hierzu auf die Vollzugshilfe zum §12 BBodSchV (LABO 2002) zurückgegriffen werden. In der Gesetzesregelung wird zudem auf die DIN 19731-1998 (Verwertung von Bodenmaterial) verwiesen.

Ergänzungen und Konkretisierungen sollten entsprechend spezieller Berliner Verhältnisse (z.B. bzgl. der Bewertung der Bodenfunktionen) erfolgen. Dies umfasst insbesondere eine Orientierung an den natürlichen Bodenfunktionen und der Berliner Systematik der Bewertung.

Als Vorbild für Gliederung, Aufbau von Checklisten / Prüfbögen etc. können z.B. die österreichische Rekultivierungs-RL (JURITSCH et. al. 2012) und die schweizerische Handreichung zum „Bodenschutz beim Bauern“ herangezogen werden, die beide sehr praxisorientierte Hinweise enthalten.

Die Handreichung behandelt ausdrücklich nicht spezielle Anforderungen, die sich aus dem nachsorgender Bodenschutz (wie z.B. Altlasten-Hotspots) ergeben.

Die in der Literatur im Zusammenhang mit Rekultivierungs- oder naturschutzfachlichen Ausgleichsmaßnahmen vielfach aufgeführten Maßnahmen zur Förderung der intensiven Landwirtschaft werden überwiegend nicht mit transportiert, weil diese in Berlin kaum von Gewicht sind. Zudem ist ihre Übertragbarkeit wegen der speziellen Ausgangsbedingungen der Berliner Böden nur bedingt gegeben.

Schließlich wird bei Entsiegelungsmaßnahmen von einem Verschlechterungsverbot ausgegangen. Das heißt, dass die Anforderungen des § 12 BBodSchV als Mindeststandard anzusehen sind. Durch das Einbringen von neuem Bodenmaterial darf keine qualitative Verschlechterung zum Vorzustand oder eine signifikant schlechtere Situation des Bodens als im Umfeld der Maßnahme geschaffen werden.

2.1. Untersuchung des Ausgangszustands

Im Rahmen der Planung einer Entsiegelungsmaßnahme sind Untersuchungen der versiegelten Fläche und ihrer Umgebung notwendig, um entscheiden zu können, ob und in welchem Umfang die auf den natürlichen Bodenhorizonten aufgetragenen Schichten abgetragen werden müssen und welche zusätzlichen Maßnahmen zur Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen notwendig sind.

2.1.1. Eigenschaften und Merkmale der zu entsiegelnden Fläche

Bei der Ermittlung der Ausgangsbedingungen am Maßnahmenort werden Bodenaufbau und Bodeneigenschaften untersucht. Dabei ist es sinnfälliger zwischen Deckschicht (D), Tragschicht (T), Unterbau (U) und natürlichen Bodenhorizonten bzw. natürlicher Untergrund (B) zu unterscheiden. In UBA 2005 wird davon ausgegangen, dass die Erfassungstiefe von Bodenaufbau und Bodeneigenschaften in der Regel einen Meter ab Geländeoberkante beträgt, aber an die Erfordernisse des Einzelfalls angepasst werden sollte.

In der Regel sind zumindest die Substrate und Mächtigkeiten der jeweiligen Schichten zu erfassen. Weiterer Untersuchungsbedarf ergibt sich für Schichten, die aus natürlichen Materialien aufgebaut sind und / oder im Zuge der Entsiegelungsmaßnahme nicht entfernt werden sollen oder können sowie für die Reste der anstehenden natürlichen Bodenhorizonte (siehe unten, Abbildung 1).

Darüber hinaus wird eine Klassifikation zur Beschreibung der Schichten im Profil versiegelter Flächen vorgenommen (hier nicht mit abgebildet). Auf eine vereinfachte Form dieser Klassifikation wird im Abschnitt „Maßnahmen zur Entsiegelung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen“ Bezug genommen (siehe unten, Abbildung 2). Sie dient anders als die Klassifikation in der Arbeitshilfe „Kostenansätze“ der Abschätzung des Beeinträchtigungsgrades und der Ableitung von Maßnahmen (vgl. Anhang zum Protokoll des Fachgesprächs am 24.03.2000 in GAßNER et al. 2001, S. 173 ff. – siehe Anhang).

Zur Beschreibung der Bodenwasserverhältnisse sind in der Regel folgende Parameter zu erfassen:

- aktuelle Geländehöhe,
- Grundwasserstand unter der Geländeoberfläche,
- Stauwasser und
- Vorflutverhältnisse (Oberflächenwasser- und Grundwasserabströmung).

Sofern sich Anhaltspunkte für Schadstoffbelastungen im Boden oder in den eingebrachten Materialien ergeben, sind gemäß den Empfehlungen des UBA die Schadstoffgehalte zu untersuchen, sofern diese für die Bestimmung der Maßnahmen zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens von Bedeutung sein können.

Die Beurteilung, ob Schadstoffbelastungen relevant sind und belastetes Material im Boden verbleiben kann oder im Zuge einer Entsiegelungsmaßnahme entfernt werden muss, sollte sich nach den in Anlage 2 der BBodSchV definierten Prüf- und Vorsorgewerten richten. In der Handlungsanleitung sollte vorgegeben werden, ob bzw. unter welchen Umständen die Vorsorgewerte oder die Prüfwerte anzusetzen sind. Zwei Varianten scheinen möglich:

- 1) generell hohen Standard fordern: die Vorsorgewerte sind in jedem Fall einzuhalten
- 2) Kriterien zur Entscheidung zwischen Vorsorgewerten oder Prüfwerte formulieren, z.B.
 - a. Belastungssituation der Umgebung
 - b. Wird durch den Erhöhten Abtrag das Einbringen von anderem Material nötig, das sonst nicht nötig wäre?
 - c. Kann der erhöhte Umfang / Aufwand des Bodenaustauschs umwelt- oder natur-schutzfachlich begründet werden?

Ein weiterer wichtiger Klärungspunkt in diesem Zusammenhang ist, welcher Fremd- und Störstoffanteil in dem evtl. im Boden verbleibenden (ansonsten natürlichen) Material tolerabel ist. Hierzu könnte die Vollzugshilfe zum § 12 BBodSchV (LABO 2002) als Orientierung verwendet werden. Diese sieht vor, dass nur Bodenmaterial für einen Einbau in Frage kommt ist, das einen Volumenanteil von $\leq 10\%$ an Fremdbestandteilen (z.B. aus Beton, Ziegel, Keramik) und keine Störstoffe (z.B. Holz, Kunststoffe, Glas, Metallteile) aufweist. Es wäre daher nicht sinnvoll, für den Verbleib im Boden strengere Maßstäbe anzusetzen. Es könnten jedoch Fälle definiert werden, in denen strengere Maßstäbe gelten (sowohl für den Verbleib als auch für den Einbau von Bodenmaterial), z.B. hohe Bodenschutzkategorie entsprechend der Planungshinweise zum Bodenschutz.

Soweit es sich bei der zu entsiegelnden Fläche um eine Verdachtsfläche oder Altlastenverdachtsfläche im Sinne des § 3 Abs. 1 und 2 BBodSchV handelt, wird in den Empfehlungen des UBA darauf hingewiesen, dass die Anforderungen dieser Verordnung an die Untersuchung, Bewertung und erforderlichenfalls Sanierung schädlicher Bodenveränderungen oder Altlasten vorgehen.

Eine Abfrage im BBK sowie die Klärung, ob Belastungen vorliegen, die einer Entsiegelung grundsätzlich entgegenstehen, sollte bereits im Vorfeld erfolgen, bevor mit konkreten Planungen zur Umsetzung der Entsiegelungsmaßnahme begonnen wird.

„Der Bewuchs auf der zu entsiegelnden Flächen soll hinsichtlich Art, Deckungsgrad und Größe festgestellt werden.“ (UBA 2005, S. 6)

Besonders zu beachten sind hierbei der Biotop- und Artenschutz sowie der Baumschutz. Es sollten ggf. Bereiche ausgegrenzt werden, die die von der Entsiegelung ausgenommen werden

oder in denen besondere Vorkehrungen / Vorgehensweisen beachtet werden müssen, um z.B. den Erhalt von Vegetation zu ermöglichen (z.B. Handarbeit / Aussparung des Wurzelbereichs geschützter Bäume) oder Beeinträchtigungen geschützter Tierarten zu vermeiden (z.B. durch Bauzeitenregelung).

Tabelle 4: Parameter zur Untersuchung des Profils versiegelter Flächen
(Quelle: WILLAND / KANNGIEBER 2005, Anlage 6; inhaltlich identisch mit UBA 2005)

Untersuchungsparameter	Methode	Untersuchung des Profilbereichs			
		D	T	U	B
Untersuchung erforderlich: <input checked="" type="radio"/> regelmäßig <input type="radio"/> nur soweit eine Entfernung der Schicht in Betracht kommt <input type="checkbox"/> nur soweit Schicht aus natürlichen Materialien aufgebaut ist oder eine Entfernung der Materialien nicht in Betracht kommt <input type="checkbox"/> soweit im Einzelfall relevant <input type="checkbox"/> entfällt					
Substrat	AKS Stadtböden und KA4	●	●	●	●
Mächtigkeit		●	●	●	☒
Volumen		○	○	○	--
Bodenart des Feinbodens	Im Gelände nach: DIN 19682-2: 04.97 oder DIN ISO 11259: 08.00 Im Labor nach: DIN 19683-1: 04.73 und DIN 19683-2: 04.73 oder E DIN ISO 11277: 06.94	--	☐	☐	☒
Skelettanteil (Anteil des Grobbodens > 2 mm)	DIN 19682-2: 04.97 oder E DIN ISO 11277: 06.94	--	☐	☐	☒
Lagerungsdichte	AKS Stadtböden und KA4	--	☐	☐	☒
Humusgehalt	Im Gelände nach: DIN 4220: 07.98 Im Labor nach: DIN ISO 10694: 08.96	--	☐	☐	☒
Nutzbare Feldkapazität	abgeleitet nach DIN 4220: 07.98 aus Bodenart des Feinbodens, Lagerungsdichte, Humusgehalt und Skelettanteil	--	☐	☐	☒
pH-Wert	DIN ISO 10390: 05.97	--	☐	☐	☒
Durchwurzelbarkeit	DIN 4220: 07.98	--	☐	☐	☒
Besonderheiten, insbes.					
- Inhomogenität der Materialien		☒	☒	☒	--
- Einschränkungen der Durchwurzelbarkeit		☒	☒	☒	☒
- Merkmale von Vernässung (Rostfleckung, Bleichung)	DIN 19682-13: 04.97, DIN 19684-6: 12.97, DIN 19684-7: 11-98	☒	☒	☒	☒
- Wassergesättigte Profilbereiche		☒	☒	☒	☒

2.1.2. Umgebung der zu entsiegelnden Fläche

Gemäß den Empfehlungen des UBA soll auch die Umgebung der versiegelten Fläche im notwendigen Maß untersucht werden, z.B. hinsichtlich:

- Geländehöhe
- Art von Versiegelung und Bewuchs
- Besonderheiten der umgebenden Fläche
- Bodenverhältnisse insbesondere im Hinblick auf den Wasserabfluss und die Niederschlagsversickerung

Weitere wichtige Angaben sind die Nutzung sowie der Grad der anthropogenen Überprägung der an die zu entsiegelnde Fläche angrenzenden Böden (Sind dort noch Reste natürlicher Bodenhorizonte erhalten? Inwiefern sind die umliegenden Böden schadstoffbelastet?).

2.2. Beurteilung

2.2.1. Beurteilung

„Die Untersuchungsergebnisse [...] sind daraufhin zu bewerten, inwieweit Maßnahmen zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens im Sinne des § 1 BBodSchG erforderlich sind.

Die Bewertung hat die Bodenverhältnisse mindestens im Hinblick auf den Wasserabfluss und die Niederschlagsversickerung, die Schadstoffgehalte sowie die gegebenenfalls im Boden verbleibenden Materialien zu berücksichtigen.“ (UBA 2005, S. 6)

Bei der Beurteilung - die letztlich dazu dient die Zielsetzung der Wiederherstellungsmaßnahmen zu bestimmen und zu begründen - sollten als erste Orientierung die Umweltatlaskarte „Planungshinweise zum Bodenschutz“ (01.13) mit einbezogen werden. Im Rahmen der Standortanalyse muss untersucht werden, ob die hohe Schutzkategorie vor Ort bestätigt werden kann. Wenn festgestellt wird, dass sich im Bereich der Entsiegelungsfläche oder ihrem Umfeld Böden befinden, die nicht dem Unerheblichkeitsbereich zugeordnet werden oder verhältnismäßig ungestörte Bodenverhältnisse (d.h. Reste der natürlichen Bodenhorizonte) vorliegen, ist von erhöhten Anforderungen an die naturnahe Wiederherstellung der Böden und der Bodenfunktionen auszugehen. Je höher die Schutzkategorie ist desto mehr Aufwand kann ggf. begründet sein die Bodenfunktionen naturnah wiederherzustellen.

2.2.2. Festlegung von Zielwerten

„Auf der Grundlage der Untersuchung und Bewertung sind künftige Funktion, Bewuchs sowie Art, Mächtigkeit, Aufbau und Eigenschaften des herzustellenden Bodens, insbesondere unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Durchwurzelbarkeit, zu bestimmen.

Das wiederherzustellende Bodenprofil soll in der Regel an den standörtlichen Bedingungen ausgerichtet werden. Besondere Anforderungen, insbesondere hinsichtlich der Vorräte und der Verfügbarkeit von Nährstoffen, können sich aus Belangen des Naturschutzes und der Landschaftspflege oder der Wasserwirtschaft ergeben.“ (UBA 2005, S. 6)

Aus Sicht des Bodenschutzes ist anzustreben, dass sich die Wiederherstellung der Bodenfunktionen an den standorttypischen Ausgangsbedingungen und Funktionsausprägungen orientiert. (vgl. STULLE / WULFERT 2001) Der Bodentyp, der natürlicherweise auf dem Standort vor-

kommt, kann dabei als Orientierungswert dienen, auch wenn es nicht möglich ist diesen Bodentyp in seiner ganzen Komplexität wiederherzustellen. Die wichtigsten hierbei zu beachtenden Parameter sind:

- Horizontabfolge des entsprechenden Bodentyps und Bodenarten (Fein- und Grobbodenarten und -anteil) der einzelnen Horizonte,
- Bodenwasserverhältnisse / Standortfeuchte,
- Humusgehalt und Humusmenge,
- Lagerungsdichte,
- nutzbare Feldkapazität,
- pH-Wert,
- max. zulässiger Anteil bodenfremder Bestandteile.

Nach GUNREBEN / SCHNEIDER 2001 sollten sich dabei auch die nutzungsabhängigen Zielwerte des entsiegelten Bodens möglichst ebenfalls an den Werten der Bodenform orientieren, die natürlicherweise am Standort vorzufinden ist.

Es ist davon auszugehen, dass in Berlin – insbesondere im Innenstadtbereich – in vielen Fällen die zu entsiegelnde Fläche und ihre Umgebung weiträumig und tiefgreifend so stark überformt sind, dass der Versuch die natürliche Bodenschichtung zu nachzubilden, nicht sinnvoll oder unangemessen wäre. In diesem Fall sollte auf eine angemessene Erfüllung der Bodenfunktionen geachtet werden und im Übrigen die nutzungsabhängigen Zielwerte in den Vordergrund rücken. Dabei kann es möglicherweise Gründe für eine Priorisierung einiger Funktionen gegenüber anderen geben.

2.3. Maßnahmen zur Entsiegelung und zur Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens

2.3.1. Entsiegelungsmaßnahmen im engeren Sinn

Nach GAßNER 2001 (S. 177) ist der Umfang der Beseitigung von Fremdmaterialien einzelfallbezogen zu bestimmen. Dabei sind wesentlich:

- Art und Schädlichkeit der Materialien
- Differenz zu dem natürlichen Ausgangszustand
- Örtliche Wiederherstellungsziele

Tabelle 5: Maßnahmen zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens (Quelle: UBA 2005)

Formen von Schichten (vgl. Tabelle 2)		Maßnahmen zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens				
		Entsiegelung			zusätzliche Maßnahmen	
Nr.	Bezeichnung	Vollständige Entfernung	teilweise Entfernung	Lockerung oder Aufbruch	Vermischung mit anstehendem oder aufzutragendem Bodenmaterial	Auftrag von Bodenmaterial
		Erforderlichkeit der Maßnahmen: <input checked="" type="checkbox"/> in der Regel erforderlich <input type="checkbox"/> nach den Erfordernissen des Einzelfalls notwendig - keine Relevanz Da im Profil in der Regel verschiedene Schichttypen vertreten sind, ergeben sich die Maßnahmenerfordernisse für eine versiegelte Fläche aus der Gesamtbeurteilung. In begründeten Fällen können zudem abweichende Anforderungen an die Erforderlichkeit von Maßnahmen gestellt werden, insbesondere bei Maßnahmen geringeren Umfangs oder mit geringerer Bedeutung für die in § 2 Abs. 4 dieser Verordnung genannten Ziele.				
I	Gebäude und Gebäudereste unterschiedlicher Materialien	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	<input type="checkbox"/>
II	Gebundene oder gepflasterte Schichten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>
III	Wassergebundene oder ungebundene Schichten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IV	Einbauten in den Boden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	-	-
V	Verdichtete oder gemischt aufgebaute Schichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VI	Reste natürlicher Bodenhorizonte oder natürlicher Untergrund	-	-	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Laut den Empfehlungen des UBA 2005 kommen in Abhängigkeit von der Art der Schicht folgende Maßnahmen in Frage (siehe oben, Tabelle 5):

- Vollständige oder teilweise Entfernung von Schichten
- Lockerung oder Aufbruch
- Vermischung mit anstehendem oder aufzutragendem Bodenmaterial und / oder
- Auftrag von Bodenmaterial.

Demnach sind versiegelnd wirkende Materialien in der Regel vollständig zu entfernen. Im Einzelfall kann eine teilweise Entfernung von versiegelnd wirkenden Materialien oder eine Lockerung / Aufbruch von Verdichtungen in Betracht kommen, wenn dies für die Erhaltung oder Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen ausreichend ist.

„Bei der Entfernung von Schichten oder Materialien ist darauf zu achten, dass keine Bestandteile abgelöst werden oder im Boden verbleiben, die schädliche Bodenveränderungen in den vor Ort verbleibenden Schichten besorgen lassen.“ (UBA 2005, S. 9)

Die Beurteilung sollte sich, wie bereits weiter oben erwähnt, vorzugsweise nach den in Anlage 2 der BBodSchV definierten Vorsorgewerten richten. Voraussetzung für das Verbleiben von Teilen des Schichtaufbaus sollte im Allgemeinen sein, dass es sich um natürliche standorttypische und nicht schadstoffbelastete Materialien handelt.

In der Abwägung mit Belangen des Naturschutzes kann es vorkommen, dass entschieden wird die Versiegelungsschicht lediglich aufzubrechen und an Ort und Stelle zu belassen oder weiterführende Maßnahmen zur Bodenrenaturierung, wie z.B. der Auftrag von humushaltigem Bodenmaterial oder eine Bepflanzung, nicht durchzuführen. Dabei wird es sich jedoch immer um einen Kompromiss handeln, bei dem der Bodenschutz gegenüber anderen Belangen zurück getreten ist. Im Rahmen von Kompensationsmaßnahmen kann dabei in der Regel lediglich von einem Teilausgleich ausgegangen werden.

2.3.2. Rekultivierung / Renaturierung, Bodenauftrag

Mit einer Versiegelung des Bodens gehen Bodenveränderungen einher, die über das reine Auftragen des Versiegelungsbelags und der darunter liegenden technogenen oder standortfremden Schichten hinausreichen. Der ehemals am Standort vorhandene humose Oberboden wurde abgetragen und der Unterboden verdichtet. Um die natürlichen Bodenfunktionen wiederherzustellen sind daher in der Regel neben dem reinen Abtrag des Versiegelungsbelags weitere Maßnahmen zur Rekultivierung bzw. Renaturierung notwendig.

„Soweit mit der Entsiegelung eine Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens nicht in ausreichendem Umfang gewährleistet werden kann, insbesondere wenn allein durch die Entsiegelung ein durchwurzelbarer Boden nicht geschaffen wird, sind zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen. Dazu gehört insbesondere der Auftrag geeigneten Bodenmaterials, der den Anforderungen des § 12 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung entsprechen muss. Dabei ist DIN 19731: 05.98 zu beachten.

Die Herstellung eines durchwurzelbaren Bodens kann gegebenenfalls auch durch Vermischung der Schichten oder Materialien, die auf den zu entsiegelnden Flächen verbleiben, mit anstehendem oder aufzutragendem Bodenmaterial erfolgen, soweit damit im Einzelfall die Anforderungen an Aufbau und Eigenschaften des herzustellenden Bodens erfüllt werden. Eine Vermi-

schung sollte ohne Abtrag der zu verbessernden verbleibenden Schichten vor Ort erfolgen.“ (UBA 2005, S.9)

Das teilweise Belassen von standortfremden Materialien und eine Vermischung mit dem anstehenden Boden, sollte nur in anthropogen stark überformten Bereichen in Erwägung gezogen werden.

„Vor dem Aufbringen von Bodenmaterial sind erforderlichenfalls der Untergrund bzw. die Reste des nach Entsiegelung verbleibenden Bodenprofils zu lockern, wenn die verbleibenden Bodenschichten aufgrund der Versiegelung oder vorausgehenden Nutzung verdichtet worden sind oder die Beseitigung der versiegelnden Schichten Verdichtungen zur Folge hat (z.B. durch Befahren mit Rad- oder Kettenfahrzeugen).

Nach Fertigstellung des Bodens ist dieser in der Regel zu bepflanzen soweit dies in Übereinstimmung mit den festgelegten Zielen der Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens, insbesondere den zu berücksichtigenden Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege, steht. Erforderlichenfalls ist eine Zwischenbegrünung vorzunehmen. DIN 18915: 09.90 [Vegetationstechnik im Landschaftsbau-Bodenarbeiten], DIN 18916: 09.90 [Vegetationstechnik im Landschaftsbau-Pflanzen- und Pflanzarbeiten], DIN 18917: 09.90 [Vegetationstechnik im Landschaftsbau-Rasen- und Saatarbeiten] und DIN 18918: 09.90 [Vegetationstechnik im Landschaftsbau-Ingenieurbio-logische Sicherungsbauweisen] sind zu beachten.

Entsprechend den Erfordernissen des Einzelfalls sind gegebenenfalls weitere Maßnahmen zur dauerhaften Sicherstellung der wiederhergestellten Leistungsfähigkeit des Bodens zu ergreifen. DIN 18919: 09.90 [Vegetationstechnik im Landschaftsbau-Entwicklungs- und Unterhaltungspflege von Grünflächen] ist zu beachten.“ (UBA 2005, S.9)

In den Empfehlungen des UBA wird auf § 12 BBodSchV (Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden) verwiesen, falls im Zuge der Entsiegelungsmaßnahmen auch ein Bodenauftrag notwendig wird. Ergänzend ist die Vollzugshilfe zum §12 BBodSchV (LABO 2002) zu beachten. In der Gesetzesregelung wird zudem auf die DIN 19731-1998 (Verwertung von Bodenmaterial) verwiesen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Norm dazu dient, allgemeine Grundsätze für die Verwertung von Bodenmaterial zu definieren mit dem Ziel der Ressourcenschonung und der Reduzierung von Deponievolumen. Die Betrachtungsweise ist also quasi umgekehrt: Statt zu fragen, welches Bodenmaterial am geeignetsten ist, um die natürlichen Bodenfunktionen standorttypisch wiederherzustellen, wird gefragt, wie vorhandenes Bodenmaterial beschaffen sein muss, um (noch) für den Einbau an einem bestimmten Standort geeignet zu sein. Bedingung für einen Bodenauftrag gem. § 12 BBodSchV ist dabei allerdings die nachhaltige Sicherung oder Wiederherstellung von mindestens einer Bodenfunktion.

Bezüglich der Mächtigkeit einer Rekultivierungsschicht wird in der Vollzugshilfe zum § 12 BBodSchV folgendes ausgeführt:

„Eine Wiederherstellung der Lebensraumfunktion (Nr.1a), insbesondere als Lebensraum für Pflanzen kann grundsätzlich in der Herstellung oder möglichen Vergrößerung der durchwurzelbaren Bodenschicht bestehen. Bei mehr als 2,0 m Wurzelraum kann für die meisten Folgenutzungen im Regelfall allerdings von keiner weiteren wertgebenden Wirkung ausgegangen werden (vgl. DIN 19731). Die die durchwurzelbare Bodenschicht betreffenden Nützlichkeitsanforderungen aus § 12 Abs. 2 sind bei solchen Maßnahmen daher nicht erfüllt. Ausnahmen von der Nützlichkeit einer Vergrößerung des Wurzelraums können jedoch beste-

hen, beispielsweise für Trockenmagerrasen oder für wechselfeuchte Gebiete.“ (LABO 2002, S. 10)

„Die Mächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht entspricht [...] der Durchwurzelungstiefe, die die standorttypische bzw. bestimmungsgemäße Vegetation am Standort erreichen kann. [...] Da physikalische, chemische oder biologische Substrateigenschaften und Standortfaktoren [...] die vegetationspezifische Durchwurzelungstiefe überlagern können, ist im Einzelfall je nach den Bedingungen am zu beurteilenden Standort eine Konkretisierung der [...] genannten Regelspannen der Mächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht vorzunehmen.“ (LABO 2002, S. 12 f.)

Tabelle 6: Regelmächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht in Abhängigkeit von der (Folge-)Nutzung und der Vegetationsart (Quelle: LABO 2002, S. 13)

(Folge-)Nutzung	Vegetationsart	Regelspannweite in cm ¹⁾²⁾	Bemerkungen
Landwirtschaft	Ackerkulturen einschließlich Feldgemüse	50 – 200	
	Grünland	50 – 150	
Erwerbsgartenbau	Gemüse, Zierpflanzen	50 – 100	
Haus- und Kleingärten, sonstige Gärten	Zierpflanzen, Nutzpflanzen	50 – 100	
Landschaftsbau	Rasen	20 – 50	
	Stauden und Gehölze	40 – 100	Hauptwurzelmasse bis 40 cm (vgl. Vegetationstragschichten nach DIN 18915, Kap.6.6.1);
Wald	Forstgehölze	50 – 200	Hauptwurzelmasse bis 50 cm; maximale Durchwurzelung einzelner Arten auch über 200 cm

Der untere Bereich der Spannweite gilt für schlecht durchwurzelbare, der obere Bereich für gut durchwurzelbare Substrate weitere einzelfallbezogene Konkretisierung nach den Standortbedingungen und Materialeigenschaften (u. a. in Abhängigkeit von der Bodenart gemäß KA 4, S.311ff, Tab.68). Bei Mischnutzungen Ausrichtung nach der vorherrschenden Nutzungsart, im Landschaftsbau Ausrichtung nach der vorherrschenden Vegetationsart.

Die Bemessung von Mächtigkeiten für Sicherungsmaßnahmen i.S.d. § 2 Abs.7 Nr.2 BBodSchG richtet sich auch nach den Maßgaben der Gefahrenabwehr.

Im Rahmen der Erstellung von Karten zur Bewertung der Bodenfunktionen wird in Berlin zur Berechnung der nutzbaren Feldkapazität von folgenden Annahmen zur Durchwurzelungstiefe ausgegangen:

Tabelle 7: Tiefen des effektiven Wurzelraumes (in dm) in Abhängigkeit von Bodenart und Nutzung (PLATH-DREETZ et al. 1988, Quelle: Gerstenberg 2009, S. 67)

	Acker Garten Friedhof	Grünland	Forst	Park	Kleingarten
Sande	6	5-6	10	7	6
Lehme	7	6-7	12	8	7
moorige Böden (grundwasser-beeinflusst)	-	2-3	4	4	4

„Die Erfüllung der natürlichen Bodenfunktionen und deren nachhaltige Sicherung setzt die besonderen Eigenschaften der obersten, durchwurzelbaren Bodenschicht voraus, die im Regel-

fall nur von "natürlichem" Bodenmaterial erfüllt werden. Aus fachlicher Sicht sollte daher vorzugsweise Bodenmaterial [...] [gem. BBodSchV § 2 Nr. 1 oder Baggergut gem. DIN 19731] für die Herstellung einer durchwurzelbaren Schicht verwendet werden.“ (LABO 2002, S. 11)

Die Nährstoffzufuhr z.B. zum Zweck der landwirtschaftlichen Folgenutzung oder zur Anlage von Rasen- oder Zierpflanzenflächen ist nur bis zu der durch BBodSchV § 12 Abs. 7 begrenzten Höhe zulässig (Vermeidung von Nährstoffeinträgen in Gewässer).

Tabelle 8: Verwendung von Bodenmaterial/Baggergut bei der Auf-/Einbringung in oder auf eine durchwurzelbare Bodenschicht bzw. bei der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht unter Nährstoffaspekten (Quelle: LABO 2002, S. 19)

	Bodenmaterial/Baggergut mit einem Humus-Gehalt ¹⁾ von					
	≤ 1%	1 - 2%	2 - 4%	4 - 8%	8 - 16%	> 16%
Verwendung als Oberbodenschicht ²⁾	ja					
Maximale Mächtigkeit der Oberbodenschicht ²⁾⁴⁾	unbeschränkt	1 m ³⁾	0,5 m ³⁾	0,3 m	0,15 m	Einzelfallprüfung
Verwendung als Unterbodenschicht ²⁾	ja	nein	nein	nein	nein	nein
Verwendung in Gemischen mit anderen nährstoffreichen Materialien	ja	ja	nein	nein	nein	nein

¹⁾ Humusgehalt = TOC-Gehalt * 2,0

²⁾ innerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht

³⁾ nicht im GW-Schwankungsbereich

⁴⁾ In sensiblen Gebieten kann es zum Schutz des Grundwassers vor erhöhten Nitratreinträgen erforderlich sein, die Mächtigkeit der Oberbodenschicht zu verringern, da Ausgangspunkt für die Ableitung der Tabellenwerte ein C/N-Verhältnis von 12 : 1 bei Annahme einer Mineralisationsrate von 2 % ist.

„Bei der flächenhaften Aufbringung von Materialien auf eine bestehende humose durchwurzelbare Bodenschicht ist die Mächtigkeit der aufgebrachten Schicht auch deshalb zu begrenzen, damit unterhalb durch Sauerstoffmangel keine vegetationsschädlichen Stoffe entstehen (vgl. DIN 19 731).“ (LABO 2002, S.11)

2.3.3. Anforderungen an die technische Durchführung und an das Bodenmaterial

In § 12 BBodSchV Abs. 9 wird darauf hingewiesen, dass beim „Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden sollen Verdichtungen, Vernässungen und sonstige nachteilige Bodenveränderungen durch geeignete technische Maßnahmen sowie durch Berücksichtigung der Menge und des Zeitpunktes 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.“

„Bei Entfernung, Lockerung oder Aufbruch von Schichten ist schonend vorzugehen, so dass insbesondere Verdichtungen von darunter liegenden, verbleibenden Profildbereichen oder Schichten möglichst vermieden werden.“

Soweit zu entsiegelnde Flächen von Gehölzen durchwurzelt sind, sind die versiegelnd wirkenden Schichten besonders schonend zu entfernen. Gegebenenfalls ist die Entfernung auf Teile der Schichten zu beschränken. Nr. 6.3.1 der DIN 18915:09.90 und DIN 18920: 09.90 sind zu beachten.

Soweit ein Entfernen oder Behandeln von Profilschichten maschinell erfolgt, sollten Kettenfahrzeuge mit einer Pressung verwendet werden, die 15 kPA nicht überschreitet.“ (UBA 2005, S. 9)

Zur Befahrbarkeit siehe auch „Bodenschutz beim Bauen“ (HÄUSLER / SALM 2001), Kapitel 7 und österreichische Rekultivierungs-RL (JURITSCH et al. 2012), Kapitel 7.3 (siehe Materialsammlung im Anhang).

Tabelle 9: Bearbeitbarkeit, Befahrbarkeit und Gefährdung des Bodengefüges in Abhängigkeit vom Tongehalt und der Bodenfeuchte (Quelle: Bodenkundliche Kartieranleitung KAS)

Tongehalt	Feuchte- stufe	Bearbeitbarkeit	Befahrbarkeit	Gefährdung des Bodens und des Bodengefüges
< 8	feu2	sehr gut	gut	gering
	feu4	mittel	mittel bis schlecht	mittel bis hoch
8 bis < 17	feu2	sehr gut	gut	gering
	feu4	schlecht	schlecht	hoch
17 bis < 25	feu2	gut	gut	gering
	feu4	schlecht	schlecht	hoch
25 bis < 45	feu2	gut	gut	gering
	feu4	schlecht bis sehr schlecht	schlecht bis sehr schlecht	mittel bis hoch
>45	feu2	mittel	gut	gering
	feu4	sehr schlecht	mittel	mittel

„Beim Ausbau ist der Feuchtezustand bzw. die Konsistenz (Wassergehalt) des Bodens zu beachten. Nur Böden mit einer geeigneten "Mindestfestigkeit" können ausgebaut werden. Nach nassen Witterungsperioden müssen daher die Böden ausreichend abgetrocknet sein. Anhaltspunkte für die Umlagerungseignung des Bodens gibt die [folgende] Tabelle“ (LABO 2002, S. 22)

Tabelle 10: Umlagerungseignung von Böden in Abhängigkeit vom Feuchtezustand (Quelle: LABO 2002, S. 22)

Umlagerungseignung	Feuchtezustand nicht bindiger und schwach bindiger Böden (< 17% Ton)	Konsistenzbereich (Ko)* bindiger Böden (>17% Ton)
optimal	trocken (staubig) bis schwach feucht (Probe wird bei Wasserzugabe dunkler)	1 – 2
tolerierbar	feucht (Finger werden etwas feucht, Probe wird bei Wasserzugabe nicht dunkler)	3 – 4
ungeeignet	stark feucht (Wasseraustritt beim Klopfen) bis nass (Boden zerfließt)	5 – 6

*) Ermittlung der Konsistenzbereiche nach "Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Aufl." (Tab.14, S.113) durch einfache Feldansprache

„Der Erfolg einer Maßnahme wird in der Regel sichergestellt, wenn im Einzelnen folgende Anforderungen beachtet werden:

- Die Bodenart des aufzubringenden Bodenmaterials sollte möglichst der Hauptbodenart des Aufbringensortes entsprechen.
- Kulturarbeiten sollten nur bei trockener Witterung und trockenen Böden (vgl. Tab. II-5) durchgeführt werden. Im Landschaftsbau sind die Grenzen der Bodenbearbeitbarkeit nach DIN 18915 zu berücksichtigen. [...]
- Der Boden sollte nicht mit Radfahrzeugen (außer auf Baustraßen, die anschließend zurückzubauen sind, sowie bei Verwendung spezieller Niederdruckreifen) befahren werden. Empfehlenswert sind Kettenfahrzeuge mit großer Lauffläche ("Moorraupen") bei einem Kontaktflächendruck von möglichst unter 15 kPa.
- Das (Boden)material sollte in möglichst wenigen Arbeitsgängen und Zwischenbefahrungen aufgebracht werden und umgehend eingeebnet werden.“ (LABO 2002, S. 23)

2.4. Rechtliche Grundlagen

Zur Durchsetzung von Entsiegelungsmaßnahmen kommen folgende gesetzlichen Grundlagen in Frage (Zusammenstellung nach BLOSSEY et al. 2001 – gekürzt und aktualisiert):

- Ausschöpfung des Gestaltungsspielraumes der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung,
- Ausschöpfung des kommunalen Rückbau- und Entsiegelungsgebotes gemäß § 179 BauGB mittels Durchsetzung der Festsetzungen im Bebauungsplan, zu bebaubaren Flächen (tatsächliche Freihaltung nicht bebaubarer Flächen) zum Versiegelungsgrad von Straßen, Wegen und Nebenflächen,
- Anordnung von Entsiegelungsmaßnahmen auf der Grundlage von § 5 BBodSchG auf dauerhaft nicht mehr genutzten versiegelten Flächen, wenn deren Versiegelung im Widerspruch zu planungsrechtlichen Festsetzungen steht und die Vorschriften des Baurechts die Befugnisse der Behörden nicht regeln,
- Durchführung von Entsiegelungsmaßnahmen im Rahmen von städtebaulichen Entwicklungsmaßnahmen auf Grundlage von § 165 BauGB,
- Realisierung von Entsiegelungen innerhalb noch genutzter Grundstücke in städtebaulichen Sanierungsgebieten unter Ausschöpfung der Möglichkeiten des § 136 BauGB Abs. 3, insbes. Nr. 2c
- Nutzung wasserrechtlicher Regelungen z.B. über § 50 und § 51 WHG Entsiegelung in Wasserschutzgebieten zum Schutz der Wasserversorgung oder zur Grundwasseranreicherung

3. Materialsammlung

3.1. Wirkungen und Maßnahmen,

Quelle: Gaßner et al. 2001, 173 ff.

Wirkungen und Maßnahmen – Deckschicht 						
(Bau)Materialien	Beeinträchtigungen	Entsiegelungs-/ Wiederherstellungs-Maßnahmen				
		Abbruch, Abbau, Entfernen	Aufbruch / Aufriß	Abtransport (ggf. Recycling, Behandlung, Deponierung)	Bodenauftrag	(Boden) Lockerung
1. Gebäude unterschiedlicher Materialien	●	■	-	■	■	-
2. Asphaltdecke, geschlossen (Bituminöse Bindemittel)	●	■	-	■	■	-
3. Beton, fugenlos (mit hydraulischen Bindemitteln)	●	■	-	■	■	-
4. Weitere fugenlose technogene Substrate	●	■	-	■	■	-
5. Kunststoff- u. Kunstharzdecken, Versiegelnde Folien u.ä.	●	■	-	■	□	-
6. Verbundpflaster, Plattenbeläge, Klinker	●	■	-	■	□	-
7. Mittel- und Grobpflaster mit offenen Fugen	⊙	■	-	■	-	-
8. Mosaik- und Kleinpflaster mit großen Fugen	⊙	■	-	■	-	-
9. Pflaster mit Sickeröffnungen, Rasengittersteine	⊙	□	□	□	□	□
10. Wassergebundene Decken mit technogenen Materialanteilen	⊙	■	□	■	□	□
11. Wassergebundene Decken aus natürlichen, standort- oder bodenschichtfremden Materialien	⊙	□	■	□	-	□
12. Schotterrasen, Ungebundene Decken	⊙	□	■	□	□	□
13. Baulich verdichtete Oberflächen	⊙	-	□	-	-	■
14. Verdichtete Grasnarben	⊙	-	■	-	-	■
15. Matten, Geflechte technogener Substrate, z.B. Metallgitter, Kunststoffnetze	⊙	■	-	■	-	□
16. Matten, Geflechte natürlicher Materialien	⊙	□	-	□	-	□
17. Gärten, forst- oder landwirtschaftliche Flächen, soweit sie Materialeintragungen, technogene Substrate oder Verdichtungen aufweisen	⊙	□	□	□	□	□
18. Künstlich veränderte Vegetationsstandorte, (z.B. Beete, Rindenmulch- und Kompostaufschüttungen) evtl. auch mit Unterflurversiegelungen	○	□	□	□	□	□
19. Einfache Grasnarbe, bei unverdichtetem Boden	○	-	-	-	-	-
● vollständiger Funktionsverlust bis starke Beeinträchtigung vieler Bodenfunktionen		Maßnahmen:				
⊙ starke Beeinträchtigung einzelner Funktionen oder mehrere Bodenfunktionen deutlich beeinträchtigt		■ = i.d.R. erforderlich				
○ geringfügige Beeinträchtigung einzelner Bodenfunktionen bis keine Beeinträchtigung		□ = ggf. erforderlich				
		- = i.d.R. nicht erforderlich				

Wirkungen und Maßnahmen – Tragschicht						
(Bau)Materialien	Beeinträchtigungen	Entsiegelungs-/ Wiederherstellungs-Maßnahmen				
		Abbruch, Abbau, Entfernen	Aufbruch / Aufriß	Abtransport (ggf. Recycling, Behandlung, Deponierung)	Bodenauftrag	(Boden) Lockerung
1. Einbauten von (Versorgungs-) Anlagen, Rohren, Kabeln, Tanks u.a.	●	■	-	■	■	-
2. mit bituminösen Bindemitteln, Kunststoffen, Harzen, u.a.	●	■	-	■	■	-
3. mit hydraulischen Bindemitteln (Zemente, Kalke)	●	■	-	■	■	-
4. Technogene Substrate	●	■	-	■	■	-
5. Recycling-Baustoffe, Bauschutt	●	■	-	■	■	-
6. Asphalt-Aufbruch	●	■	-	■	■	-
7. Aschen, Schlacken, Sonderbaustoffe	●	■	-	■	■	-
8. Schotter, Schutt, Brechsande, Splitt, Gesteinsmehle	⊙	□	□	□	□	□
9. Sande, Kiese, Steine,	⊙	□	-	□	□	□
10. Weitere natürliche Baustoffe, baulich verdichtet	○	-	□	□	□	□
●	vollständiger Funktionsverlust bis starke Beeinträchtigung vieler Bodenfunktionen	Maßnahmen: ■ = i.d.R. erforderlich				
⊙	starke Beeinträchtigung einzelner Funktionen oder mehrere Bodenfunktionen deutlich beeinträchtigt	□ = ggf. erforderlich				
○	geringfügige Beeinträchtigung einzelner Bodenfunktionen bis keine Beeinträchtigung	- = i.d.R. nicht erforderlich				

Wirkungen und Maßnahmen – Unterbau						
(Bau)Materialien	Beeinträchtigungen	Entsiegelungs-/ Wiederherstellungs-Maßnahmen				
		Abbruch, Abbau, Entfernen	Aufbruch / Aufriß	Abtransport (ggf. Recycling, Behandlung, Deponierung)	Bodenauftrag	(Boden) Lockerung
1. Einbauten von baulichen Anlagen, Rohren, Kabeln, Tanks u. a.	●	■	-	■	□	-
2. Eingebrachte bituminöse Bindemittel, Kunststoffe, Harze u.a.	●	■	-	■	□	-
3. Eingebrachte anorganische Bindemittel, Zemente, Kalke	⊙	□	□	□	□	□
4. Eingebrachte technogene Substrate	⊙	■	□	■	□	□
5. Natürliche, aber nicht mit dem Material des Untergrundes identische Materialien	⊙	□	□	□	□	□
6. Material des Untergrundes, aber künstlich stark verdichtet	⊙	-	□	-	-	□
●	Vollständiger Funktionsverlust bis starke Beeinträchtigung vieler Bodenfunktionen	Maßnahmen: ■ = i.d.R. erforderlich				
⊙	Starke Beeinträchtigung einzelner Funktionen oder mehrere Bodenfunktionen deutlich beeinträchtigt	□ = ggf. erforderlich				
○	Geringfügige Beeinträchtigung einzelner Bodenfunktionen bis keine Beeinträchtigung	- = i.d.R. nicht erforderlich				

Wirkungen und Maßnahmen – <u>Untergrund</u>						
Materialien	Beeinträchtigungen	Entsiegelungs-/ Wiederherstellungs-Maßnahmen				
		Abbruch, Abbau, Entfernen	Aufbruch / Aufriß	Abtransport (ggf. Recycling, Behandlung, Deponierung)	Bodenauftrag	(Boden) Lockerung
1. Bodenprofil	<input type="radio"/>	-	-	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Reste des Bodenprofils	<input type="radio"/>	-	-	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Geologisches Ausgangsgestein der Bodenbildung	<input type="radio"/>	-	-	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="radio"/>	Vollständiger Funktionsverlust bis starke Beeinträchtigung vieler Bodenfunktionen	Maßnahmen:				
<input type="radio"/>	Starke Beeinträchtigung einzelner Funktionen oder mehrere Bodenfunktionen deutlich beeinträchtigt	■ = i.d.R. erforderlich				
<input type="radio"/>	Geringfügige Beeinträchtigung einzelner Bodenfunktionen bis keine Beeinträchtigung	□ = ggf. erforderlich				
<input type="radio"/>		- = i.d.R. nicht erforderlich				

3.2. Beispiele für die Anforderungen an die Rekultivierungsschicht bei land- und forstwirtschaftlichen Nutzungen

Quelle: JURITSCH et al. 2012 „Richtlinien für die sachgerechte Bodenrekultivierung“, S. 18ff.
Die Werte sind nicht unbedingt auf Berliner Verhältnisse übertragbar.

Abbildung 3: Schematische Darstellung eines Regelprofils



Tabelle 1: Orientierungswerte für die Schichtmächtigkeit

NUTZUNG	REKULTIVIERUNGSSCHICHT	DAVON OBERBODEN
Grünland	mittelgründig (30 cm bis 70 cm)	10 cm bis 20 cm
Acker	tiefgründig (über 70 cm)	20 cm bis 35 cm
Wald	75 cm	10 cm bis 35 cm, inkl. Auflagehumus

Wesentliche Abweichungen vom Regelprofil und von den Orientierungswerten für die Schichtmächtigkeiten sind zu begründen.

Tabelle 2: Chemische und physikalische Anforderungen an die Rekultivierungsschicht (Ober- und Unterböden) im eingebauten Zustand (in Anlehnung an Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des BMLFUW, 2006)

GRÜNLAND		
Parameter	Oberboden	Unterboden
Humusgehalt [% ²]	1,5 bis 15	<1,2
pH-Wert	5,0 bis 7,5	4,5 bis 8,0
Kationenaustauschkapazität [cmolc kg ⁻¹ Boden]	10 bis 40	
Basensättigung [%]		
Ca	60 bis 90	
Mg	5 bis 15	
K	2 bis 5	
Na	<1	
C/N-Verhältnis	7:1 bis 15:1	
Pflanzenverfügbare Nährstoffgehalte (insb. P, K und Mg)	Empfehlung der sachgerechten Düngung* In der Regel ausreichende Versorgung bei Gehaltsklasse C	
Elektrische Leitfähigkeit [mS m ⁻¹]	≤30	≤10

GRÖNLAND				
Parameter	Oberboden	Unterboden		
Luftkapazität (pF<1,8) in jeder Tiefe (%)	>10	>5		
Nutzbare Feldkapazität (pF 1,8 bis 4,2) im Durchschnitt (mm/dm), aber mindestens für den gesamten Ober- bzw. Unterboden (mm)	>15	>14		
Rohdichte trocken in jeder Tiefe (g/cm ³)	<1,5	<1,6		
Gesättigte Wasserdurchlässigkeit in jeder Tiefe (cm/d)	>30	>20		
Grobboden (Korngröße ≥2 mm) (Vol.-%)	<10	<20		
Steine (Korngröße >63 mm) (Vol.-%)	keine	<5		
ACKER				
Parameter	Oberboden	Unterboden		
Humusgehalt [% ²]	1,5 bis 10	<1,2		
pH-Wert	5,5 bis 7,5	5,0 bis 8,0		
Kationenaustauschkapazität (cmol _c kg ⁻¹ Boden)	10 bis 40			
Basensättigung (%)				
Ca	60 bis 90			
Mg	5 bis 15			
K	2 bis 5			
Na	<1			
C/N-Verhältnis	7:1 bis 15:1			
Pflanzenverfügbare Nährstoffgehalte (insb. P, K und Mg)	Empfehlung der sachgerechten Düngung* In der Regel ausreichende Versorgung bei Gehaltsklasse C			
Elektrische Leitfähigkeit (mS m ⁻¹)	≤30	≤10		
Luftkapazität (pF<1,8) in jeder Tiefe (%)	>10	>5		
Nutzbare Feldkapazität (pF 1,8 bis 4,2) im Durchschnitt (mm/dm), aber mindestens für den gesamten Ober- bzw. Unterboden (mm)	>15	>14		
Rohdichte trocken in jeder Tiefe (g/cm ³)	<1,5	<1,6		
Gesättigte Wasserdurchlässigkeit in jeder Tiefe (cm/d)	>30	>20		
Grobboden (Korngröße ≥2 mm) (Vol.-%)	<5	<20		
Steine (Korngröße >63 mm) (Vol.-%)	keine	<5		
WALD				
Parameter	Oberboden	Unterboden		
Humusgehalt [% ²]	>3 bis 15**	<1,2		
pH-Wert	Der ursprüngliche pH-Wert darf um nicht mehr als 0,3 pH-Einheiten unter- oder 0,7 pH-Einheiten überschritten werden.			
Kationenaustauschkapazität (cmol _c kg ⁻¹ Boden)	Orientierung an der Umgebung aber jedenfalls >8	Orientierung an der Umgebung aber jedenfalls >3		
Basensättigung (%)	Carbonat frei	Carbonat beeinflusst	Carbonat frei	Carbonat beeinflusst
Gesamt	>25	>90	>30	>95
Ca	>15		>20	
Mg	>3	>6	>4	>6
K	>1,5	>0,5	>1,5	>0,5
Na	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Grobboden (Korngröße ≥2 mm) (Vol.-%)	Orientierung an der Umgebung in der Regel <20		Orientierung an der Umgebung in der Regel <40	
Steine (Korngröße >63 mm) (Vol.-%)	Orientierung an der Umgebung in der Regel <10		Orientierung an der Umgebung in der Regel <20	

***) stark humos (A-Horizont; allenfalls zusätzlich Auflagehumus), darunter geringer humos

*) Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des BMLFUW, 2006)

2) Umrechnung TOC-Gehalt in Mineralböden in % Humus: C*1,72

3.3. Beurteilung der Befahrbarkeit von Böden

Quelle: Juritsch et al. 2012, Kapitel 7.3: Methoden für die Beurteilung der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden bei Rekultivierungsmaßnahmen

Für die Bodenbearbeitung und das Befahren ist der Wassergehalt des Bodens und dessen Korngrößenzusammensetzung von entscheidender Bedeutung. Diese können mittels folgender Handversuche abgeschätzt werden (Tabellen 7 und 8).

Tabelle 7: Beurteilung der Bearbeitbarkeit und Befahrbarkeit anhand der Konsistenz des Bodens.

KONSISTENZ DES BODENS	BESCHREIBUNG	EMPFEHLUNG FÜR	
		BEARBEITBARKEIT	BEFAHRBARKEIT
weicher Boden	Lässt sich kneten	Nein	Nein
steifer Boden	Lässt sich schwer kneten, kann aber in der Hand zu 3 mm dicken Rollen gewalzt werden, ohne dass er dabei reißt oder zerbröckelt.	Nein	Nein
Ausrollgrenze*			
halbfester Boden	Bröckelt und reißt beim Versuch, ihn in 3 mm dicke Rollen zu walzen, lässt sich aber erneut zu einem Klumpen formen	Ja	Ja
fester Boden	Ist in der Regel ausgetrocknet und hart; lässt sich nicht mehr kneten und zu einem Klumpen formen.	Nein	Ja

* Die Ausrollgrenze ist der Wassergehalt bindiger, mineralischer Böden an der Grenze zwischen steifer und halbfester Konsistenz nach ÖNORM B 4411 (1974).

Tabelle 8: Beurteilung der Bearbeitbarkeit anhand der Bodenart und Bodenfeuchte – Fingerprobe ÖNORM L1210 (ergänzt).

Boden- gruppe	Bodenart	Gehalt in % der Masse			Bearbeitbarkeit (unter Schonung des Gefüges)*		
		Ton	Schluff	Sand	optimal	tolerierbar**	unzulässig
I – sehr leichte	Sand	0 bis 10	0 bis 30	60 bis 100	Bodenfeuchte: Boden staubig, trocken bis schwach feucht	Bodenfeuchte: feucht, Finger werden etwas feucht	Bodenfeuchte: stark feucht bis nass, Finger wer- den deutlich feucht
	schluffiger Sand	0 bis 5	30 bis 55	40 bis 70			
II – leichte	lehmgiger Sand	5 bis 15	10 bis 55	30 bis 85	Bodenmerkmal: wird bei Wasserzugabe dunkler	Bodenmerkmal: wird bei Wasserzugabe nicht dunkler	Bodenmerkmal: durch Klopfen wahrnehmbarer bis deutlicher Wasseraustritt, Probe kann zerfließen
	sandiger Schluff	0 bis 15	55 bis 75	10 bis 45			
	Schluff	0 bis 25	75 bis 100	0 bis 25	Bodenfeuchte: schwach feucht	Bodenfeuchte: feucht, Finger werden etwas feucht	Bodenfeuchte: stark feucht bis nass
III – mittel	toniger Sand	10 bis 25	0 bis 10	65 bis 90			
	sandiger Lehm	15 bis 25	10 bis 55	20 bis 75	Bodenmerkmale: halb- fest Konsistenz, körnig, zerbröckelt aber beim Ausrollen auf 3 mm Dicke und wird bei Wasserzugabe nicht dunkler	Bodenmerkmale: steife Konsistenz, ausrollbar auf 3 mm Dicke ohne zu zer- bröckeln, schwer ein- drückbar und wird bei Wasserzugabe nicht dunkler	Bodenmerkmale: weiche bis bräunige Konsistenz, aus- rollbar bis auf 3 mm Dicke, leicht eindrückbar bzw. quillt beim Pressen in der Faust zwischen den Fin- gern hindurch
	lehmgiger Schluff	15 bis 25	55 bis 75	0 bis 30			
IV – schwer	sandiger Ton	25 bis 40	0 bis 10	50 bis 75			
	Lehm	25 bis 40	10 bis 55	5 bis 45			

* Die Beurteilung der Bearbeitbarkeit erfolgt am Bodenaushub bzw. Bodenaushubmaterial mit einer Korngröße ≤ 2 mm.

** Durch den Einsatz von leichteren Maschinen bzw. durch Verringerung des Kontaktdruckes (z. B. Breitspurfahrwerke) können Bodenverdichtungen vermieden bzw. verringert werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Beurteilung der Befahrbarkeit von Böden ist die Ermittlung der Saugspannung mittels Tensiometers. Generell gilt, dass bei Bodenarbeiten eine Saugspannung von größer 20 cbar anzustreben ist. Unter 10 cbar ist ein Befahren, unter 6 cbar sind jegliche Bodenarbeiten zu vermeiden (Kantor Luzern, 2003; Umweltfachstellen der Zentralschweiz, 2007; Baudirektion Kanton Zürich, 2003).

Quelle: Häusler / Salm 2001, Kapitel 7: Befahrbarkeit

7. Befahrbarkeit

7. Befahrbarkeit

Entwässerungsverhalten

Zur Beurteilung seiner Befahrbarkeit muss das Entwässerungsverhalten eines Bodens berücksichtigt werden.

Die Befahrbarkeit des Bodens ist stark von der Bodenfeuchte abhängig. Je feuchter ein Boden ist, desto geringer ist seine mechanische Belastbarkeit. Je feinkörniger der Boden ist, umso eher neigt er zur plastischen Verformung. Mit jeder Verformung ist ein namhafter Verlust an Grobporen verbunden. Mit zunehmender Bodentiefe kann dieser Verlust immer weniger regeneriert werden.

Weil das Gesamtporenvolumen je nach Bodentyp stark variiert, ist die Messung des volumetrischen Wassergehaltes kein taugliches Mittel zur Bestimmung der Befahrbarkeit eines Bodens. Vielmehr muss beachtet werden, wieweit die Boden Hohlräume vor einem Eingriff, bzw. Befahren, entwässert sind.

7.1 Wasserleitfähigkeit oder Durchlässigkeit

Wie schnell ein Boden entwässert, hängt in erster Linie von seinem Grobporenvolumen ab. Böden, die über durchlässiger Unterlage (z.B. Kies) liegen, sind von ihrer Entstehung her gut durchlässig und werden deshalb auch als senkrecht durchwaschene Böden bezeichnet (s. Kapitel 3).

Die Durchlässigkeit (k), auch Wasserleitfähigkeit genannt, ist bei wassergesättigtem Boden am grössten. Deshalb verlangsamt sich der Entwässerungsvorgang mit zunehmender Abtrocknung des Bodens. Die Durchlässigkeit (k) ist aber nicht nur vom Anteil der Grobporen, sondern auch von deren Durchgängigkeit bis in grössere Bodentiefen abhängig. Diese Luft- und Sickerporen werden durch Würmer, Wurzeln und Schwundrisse zwar immer wieder neu gebildet, durch Verdichtung des Unterbodens, bzw. Verschmieren vor allem beim Pflügen von zu nassem Boden, aber zerstört oder zumindest unterbrochen.

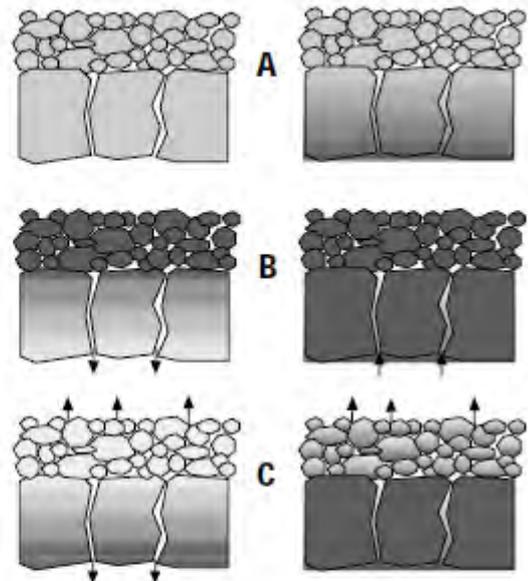


Abb. 39: Unterschiede des Entwässerungsverhaltens zwischen einem durchlässigen (links) und einem grundnassen Boden (rechts).

A Nach Trockenperiode: Der Oberboden ist beidseits trocken, der Unterboden rechts ist infolge Eirstau im unteren Bereich nass.

B Nach Regenperiode: Der Oberboden ist beidseits wassergesättigt. Links hat der Unterboden von oben her Wasser aufgenommen, während er rechts bereits durchgehend gesättigt ist. Durch Grobporen gelangt links überschüssiges Wasser in den Untergrund, während rechts der Grundwasserspiegel ansteigt.

C Die Sonne scheint wieder: Wasser verdunstet, links und rechts zeigt sich der Oberboden trocken. Beim durchlässigen Boden links kann zusätzlich Wasser in die Tiefe abfließen, womit der Unterboden abzutrocknen beginnt. Rechts bleibt der Boden durch Eirstau weiter nass.

7. Befahrbarkeit

7.2 Messen der Wasserspannung (ψ)

Der Grad der Entwässerung kann mit der sog. Saugspannung (ψ) gemessen werden. Das verbreitetste Messgerät ist das Tensiometer, das z.B. auch für die automatische Steuerung von Bewässerungssystemen und Beregnungsanlagen eingesetzt wird.

Im Zustand der Wassersättigung ist der Boden spannungsfrei (als Dauerzustand zum Beispiel im Grundwasserbereich). Sobald Wasser unterirdisch abfließt, verdunstet oder durch Pflanzen verbraucht wird, die Bodenhohlräume (Poren) also entwässern, wird eine sog. Saugspannung (Unterdruck) aufgebaut.

Diese Spannung wird für die Bestimmung der Befahrbarkeit einheitlich in einer Tiefe von 35 cm gemessen. Details zum praktischen Tensiometereinsatz finden sich unter Kapitel 8 sowie in (5) und (6).

Masseinheiten

Die Saugspannung wird in cm Wassersäule (cm WS), als pF-Wert (= log cm Wassersäule), in Pascal oder in bar angegeben:

$$1 \text{ Cb (Centibar)} = 10^{-2} \text{ bar} = 1 \text{ kPa} = 10 \text{ hPa} = 10 \text{ cm WS} = \text{pF } 1$$

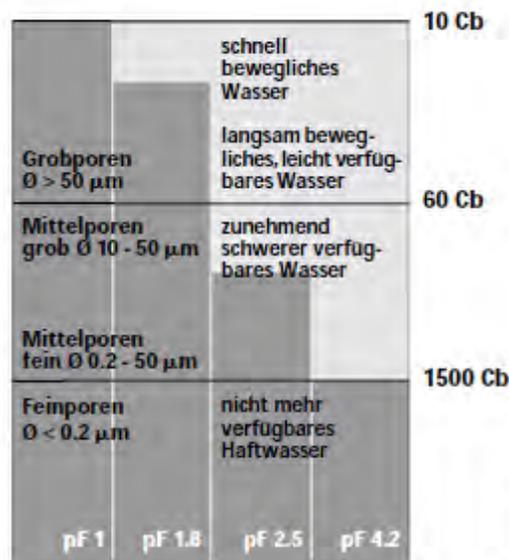


Abb. 40: Die dunkle Fläche stellt wassergefüllte Poren dar. Die entwässerten Bereiche für die Saugspannung zwischen pF 1 (nahezu gesättigt) und pF 4.2 (permanenter Welkepunkt) sind heller dargestellt. Das Wasser im Bereich < 6 Cb wird als Gravitationswasser bezeichnet. Zwischen 6 - 60 Cb ist das Wasser leicht, ab 60 Cb bis etwa 1500 Cb nur schwer pflanzenverfügbar. pF 4.2 = 1500 Cb ist der permanente Welkepunkt.

spannung zwischen pF 1 (nahezu gesättigt) und pF 4.2 (permanenter Welkepunkt) sind heller dargestellt. Das Wasser im Bereich < 6 Cb wird als Gravitationswasser bezeichnet. Zwischen 6 - 60 Cb ist das Wasser leicht, ab 60 Cb bis etwa 1500 Cb nur schwer pflanzenverfügbar. pF 4.2 = 1500 Cb ist der permanente Welkepunkt.

7.3 Zusammenhang zwischen Gesamtgewicht, Kontaktfläche und Druckübertragung (6)

Der Kontaktflächendruck (auch Bodenpressung genannt) eines Raupenfahrzeuges berechnet sich aus dessen Gesamtgewicht geteilt durch die Kontaktfläche. In speziellen Fällen (bspw. bei unebener Auflagefläche) können die unter Raupen auftretenden Kontaktflächendrücke um das 1.5fache über den berechneten liegen.

Für Pneufahrzeuge gilt bei 2 bar Reifeninnen- druck folgende Annäherung:

$$\text{Kontaktflächendruck (kPa)} = \frac{\text{Radlast (kg)} \times 100}{\text{Felgendurchmesser (cm)} \times \text{Reifenbreite (cm)}}$$

Die Kontaktfläche von Diagonalreifen kann zudem mit folgender Formel angenähert werden:

$$\text{Kontaktfläche (cm}^2\text{)} = \frac{\text{Reifendurchmesser (cm)} \times \text{Reifenbreite (cm)}}{x 0.27}$$

Für alle Fahrzeuge gilt: Der Kontaktflächendruck (= Gesamtgewicht : Kontaktfläche) ist bodenverträglich, wenn er unter 50 kPa = 0.5 bar liegt.

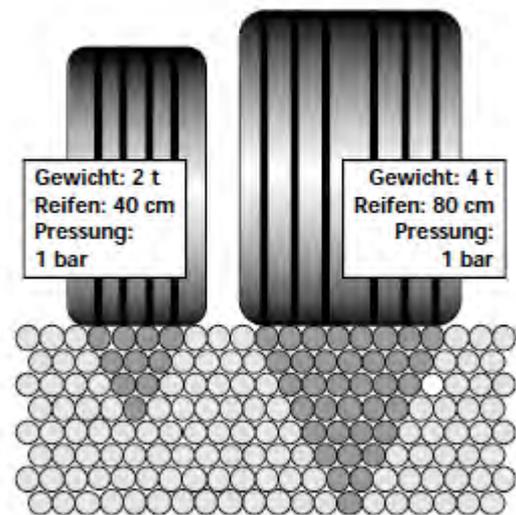


Abb. 41: Dieses vereinfachte Walzenmodell zeigt die Druckübertragung von Rädern in die Tiefe: Grau sind die mit einer Gewichtseinheit belasteten Bodenteilchen und somit der Bereich der Druckfortpflanzung in die Tiefe angegeben. Trotz gleicher Bodenpressung erfolgt die Druckfortpflanzung rechts bis in grössere Tiefe.

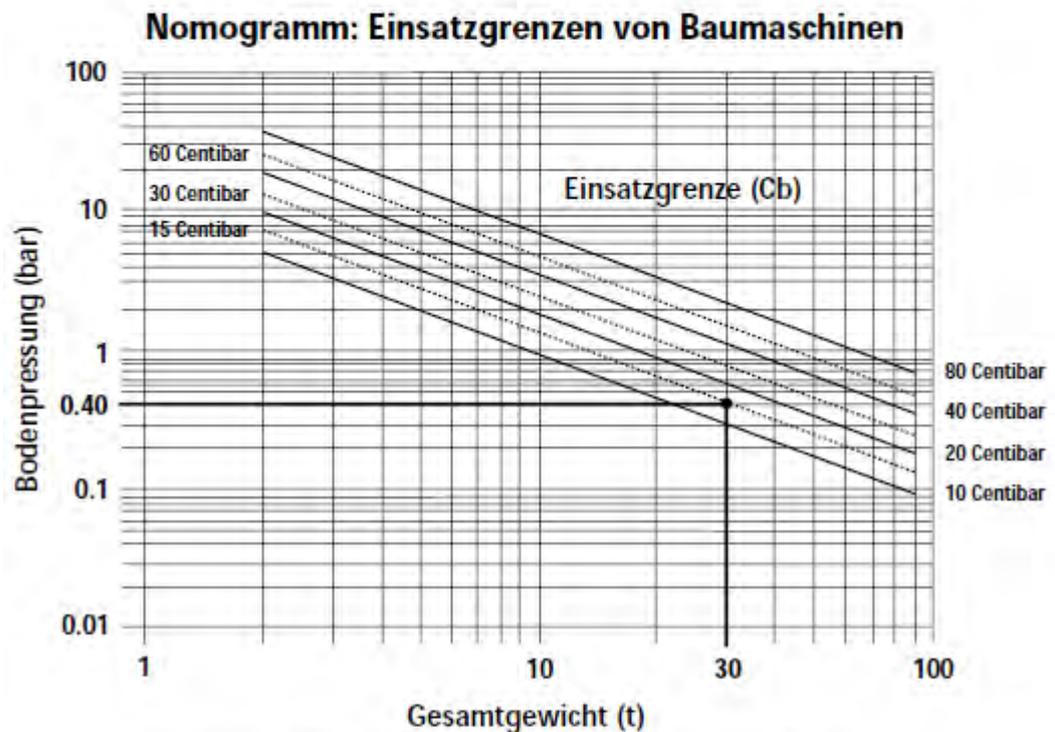
7.4 Saugspannung (y) und Maschineneinsatz (5, 6)

Bei Saugspannungen unter 10 Cb (= pF 1) darf der Boden nicht befahren werden. Ab pF 2.5 ist der Boden für die meisten leichteren bis mittelschweren Baumaschinen mit Raupenfahrwerken befahrbar. Ausgesprochen schwere Maschinen dürfen ohne Schutzmassnahmen erst ab pF 2.8 eingesetzt werden.

Die genaue Einsatzgrenze, d.h. die zulässige Saugspannung, ab welcher ein Boden befahren werden darf, lässt sich für Raupenfahrzeuge wie folgt ermitteln:

$$\text{Einsatzgrenze (Cb)} = \frac{\text{Gesamtgewicht (t)} \times \text{Kontaktflächendruck (bar)}}{x 1.25}$$

7. Befahrbarkeit



$$\text{Einsatzgrenze [Cb]} = \text{Gesamtgewicht [t]} \times \text{Bodenpressung [bar]} \times 1.25$$

Beispiel:	Gesamtgewicht	30 Tonnen
	Bodenpressung	0.4 bar
	Einsatzgrenze	15 Centibar

Abb. 42: Aus dieser Abbildung (5, 6) lässt sich die erforderliche minimale Saugspannung direkt herauslesen. Beispiel: Eine Maschine von 30 t Gesamtgewicht und einer Bodenpressung von 0.4 bar kann ab 15 Cb Saugspannung ohne besondere Schutzmassnahmen eingesetzt werden.

Ein bodenverträglicher Einsatz von leichten Pneufahrzeugen ist erst ab Saugspannungen > 25 Cb gewährleistet.

Die Bodenverträglichkeit von Pneufahrzeugen kann zudem mit Hilfe der Radlast in folgende Kategorien aufgeteilt werden:

> 3.5 t Radlast:	bodenunverträglich
2.5 - 3.5 t Radlast:	kritisch für den Boden
< 2.5 t Radlast:	bodenverträglich, falls Saugspannung > 25 Cb und Kontaktflächendruck < 0.5 bar

3.4. Beispiel für eine Checkliste für die Nützlichkeitsbewertung von Bodenaufträgen

Quelle: Juritsch et al. 2012, Kapitel 7.1

Nützlichkeitsbewertung von Bodenaufträgen

Allgemeines:

Datum	Bearbeiter/in	Projektname

Rekultivierungsziel:

--

Bewertung der Nützlichkeit:

Nützlichkeit	Bewertung	Verwendete Kriterien	Begründung
Landwirtschaftliche	<input type="checkbox"/> Verbesserung <input type="checkbox"/> gleichbleibend <input type="checkbox"/> Verschlechterung <input type="checkbox"/> nicht beurteilt		
Ökologische	<input type="checkbox"/> Verbesserung <input type="checkbox"/> gleichbleibend <input type="checkbox"/> Verschlechterung <input type="checkbox"/> nicht beurteilt		
Kulturelle	<input type="checkbox"/> nicht betroffen <input type="checkbox"/> betroffen <input type="checkbox"/> nicht beurteilt		
Wirtschaftliche	<input type="checkbox"/> wesentlich gegeben <input type="checkbox"/> gering gegeben <input type="checkbox"/> nicht gegeben <input type="checkbox"/> nicht beurteilt		

In der Regel nicht geeignete Standorte	Ja/Nein	Falls Ja: Begründung
Naturschutzrechtlich geschützte Fläche	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Böden in Wasserschutzgebiet	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Biotopfläche	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Trockenrasen, Moore	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
besonders ertragreiche landwirtschaftliche Böden	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Wald	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Zusammenfassende Beurteilung:

--

Zur Bewertung der Nützlichkeitskriterien bzw. zur Standortseignung können die Tabellen 4 bis 6 herangezogen werden.

Tabelle 4: Standortseignung zur Verbesserung der Ertragsfähigkeit (Bewertung der landwirtschaftlichen Nützlichkeit)

DATENGRUNDLAGE: BODENSCHÄTZUNG			
Bodenklimazahl		Bewertung	Standortseignung
Westösterreich	Ostösterreich		
<15	<25/30	sehr geringe Bonität	wesentliches Verbesserungspotenzial
15 - 25/30	25/30 - 40	geringe Bonität	geringes bis deutliches Verbesserungspotenzial
25/30 - 40	40 - 50	mittlere Bonität	geringes Verbesserungspotenzial
40 - 50	50 - 65	gute bis sehr gute Bonität	nur in Ausnahmefällen Verbesserungspotenzial
>50	>65	beste Bonitäten	kein Verbesserungspotenzial

DATENGRUNDLAGE: BODENKARTIERUNG	
Natürlicher Bodenwert	Standortseignung
Geringwertiges Grün-/Ackerland	wesentliches Verbesserungspotenzial
Mittelwertiges Grün-/Ackerland	geringes bis deutliches Verbesserungspotenzial
Hochwertiges Grün-/Ackerland	kein Verbesserungspotenzial

Tabelle 5: Standortseignung in Bezug auf die Wertigkeit/Seltenheit des Biotops nach Fränze et al. (1992) adaptiert, und Essl et al (2002a, 2002b, 2004, 2008), Traxler et al (2005)

STANDORTE	BESCHREIBUNG	STANDORTS-EIGNUNG
regional äußerst seltene und gefährdete Lebensräume und Standorte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reliktstandorte z. B. naturnahe Moore ■ Trittsteinbiotope und seltene Habitats mit geringer Verbreitung ■ Verbindungshabitats zwischen den Biotopinseln ■ Überschwemmungsstandorte ■ Grundwassernahe Feuchtstellen ■ Landschaftselement von überregionaler Bedeutung 	idR ungeeignet
regional seltene und gefährdete Lebensräume und Standorte	<ul style="list-style-type: none"> ■ natürliche und/oder anthropogen bedingt seltene Sonderstandorte ■ naturnahe, gewässerbegleitende und beeinflusste Standorte ■ Talauen 	bedingt geeignet
regional potenziell verbreitete, aber nicht häufige Standorte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sonderstandorte, mehr oder minder verändert ■ Sekundärlebensräume, z. B. irreversibel veränderte Moore ■ Landschaftsteile mit zahlreichen Trocken- und Feuchtstandorten ■ Begleitflächen von naturnahen Gewässern und Tallandschaften 	mäßig geeignet
regional potenziell häufige Standorte	<ul style="list-style-type: none"> ■ zonale Wald- Freilandgesellschaften ■ durchschnittlich strukturierte Kulturlandschaft mit vereinzelt Sonderstandorten 	geeignet
Standörtlich ungebundene Standortstypen	<ul style="list-style-type: none"> ■ überall etablierbare Standorte ■ geringe standortstypische Ausprägung des Lebensraumes ■ durchschnittlich strukturierte Kulturlandschaft mit vereinzelt Sonderstandorten 	geeignet
Anthropogen bereits veränderte Standorte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Abbaustandorte ■ Industrie-, Gewerbebrachen ■ durch Naturkatastrophen geschädigte Böden (Muren, Hangrutschungen, Hochwasser) ■ ehemalige Verfüllungs- und Rekultivierungsflächen 	sehr gut geeignet

3.5. Beispiele für Formblätter für die Verwertung von Bodenmaterial (Dokumentation von Aushub und Einbauinformationen)

Quelle: Juritsch et al. 2012), Kapitel 7.2

Abbildung 6a: Aushubinformation für eine Kleinmenge

AUSHUBINFORMATION FÜR EINE KLEINMENGE (MAXIMAL 2.000 TONNEN) NICHT VERUNREINIGTEN BODENAUSHUBMATERIALS GEMÄß BUNDESABFALLWIRTSCHAFTSPLAN 2011

Lehrstuhl für Abfallwirtschaft

Eindeutige Kennung (zB Nummer):	Projektbezeichnung:
Bauherr in dessen Namen der Aushub des Bodenaushubmaterials erfolgt (Name und Anschrift):	
GLN (falls im eRAS registriert):	
Aushebendes Unternehmen (Name, Anschrift):	
Ansprechpartner / Kontakt:	
<input type="checkbox"/> Der Aushub wurde vom Bauherrn selbst durchgeführt	
Ort des Aushubs (Bäuvorhaben, Beschreibung, Adresse):	
Grundstücksnummer(n), KG:	
Standort – GLN (bei registrierten Standorten):	
Beschreibung der Vornutzung des Grundstücks:	

Aushubtiefe [m]:	Volumen des ausgehobenen Bodenaushubmaterials [m³]:	Gesamte Aushubmasse*) in [t]:
Abfallart: Schlüsselnummer: 31411 29 Bodenaushub EU-Abfallcode (gem. Anlage 2 Abfallverzeichnisverordnung): 17 05 04 33 oder 20 02 02 29 GTIN: 9008390013809		
Bodentyp (humoser Oberboden, sandig, lehmig, Schotter usw):		
Angabe im Bodenaushubmaterial enthaltener, bodenfremder Bestandteile (z.B. Baurestmassen, Wurzelstöcke, Kunststoffe etc.) sowie Abschätzung des Volumensanteils dieser bodenfremden Bestandteile (in Prozent):		
<input type="checkbox"/> Das Bodenaushubmaterial enthält <u>keine</u> bodenfremden Bestandteile.		
Bestätigung des Bauherrn, in dessen Auftrag der Aushub erfolgt: <ul style="list-style-type: none"> • Das Bodenaushubmaterial stammt aus EINEM Bauvorhaben, bei dem insgesamt nicht mehr als 2000 t Bodenaushubmaterial als Abfall anfallen. • Auf dem Grundstück, bei dem die Kleinmenge ausgehoben wurde, ist weder eine industrielle (Vor)nutzung, noch eine gewerbliche (Vor)Nutzung, die auf eine Kontamination des Bodens schließen lässt, bekannt. • Es ist – abgesehen von bekannten, regionalen Belastungen - keine Verunreinigungen mit Schadstoffen (Schwermetalle, organische Schadstoffe etc.) bekannt. 		
Bestätigung des aushebenden Unternehmens / Bauherrn <ul style="list-style-type: none"> • Es wird vom aushebenden Unternehmen bzw. Bauherrn bestätigt, dass beim Ausheben der beschriebenen Kleinmenge an Bodenaushubmaterial keine augenscheinlichen Verunreinigungen (zB Öl, Hausmüll, mehr als sehr geringfügige Verunreinigungen mit Baurestmassen etc.) wahrgenommen wurden. 		
Hinweise für den Einbau der Kleinmenge an Bodenaushubmaterial <ul style="list-style-type: none"> • Das Bodenaushubmaterial darf ohne analytische Untersuchung nur bei Bauvorhaben verwendet werden, wo insgesamt nicht mehr als 2.000 Tonnen an Aushubmaterial für eine Rekultivierungsschicht oder zur Untergrundverfüllung verwendet werden. • Im Falle einer bekannten, regionalen Belastung darf das Material nur in der selben Region, für die diese Hintergrundbelastung bekannt ist, verwendet werden. 		

*) wenn nicht näher bekannt, ist zur Ermittlung der Aushubmasse **1,8t/m³** als Dichte anzunehmen

Datum, Unterschrift des Bauherrn

Unterschrift aushebendes Unternehmen**)

***) falls Aushub nicht vom Bauherrn selbst durchgeführt wurde

**EINBAUINFORMATION ZUR VERWERTUNG VON MEHR ALS
2.000 TONNEN NICHT VERUNREINIGTEM BODENAUSHUBMATERIAL
GEMÄß BUNDESABFALLWIRTSCHAFTSPLAN 2011**

Bundesagentur für Technische Regulation

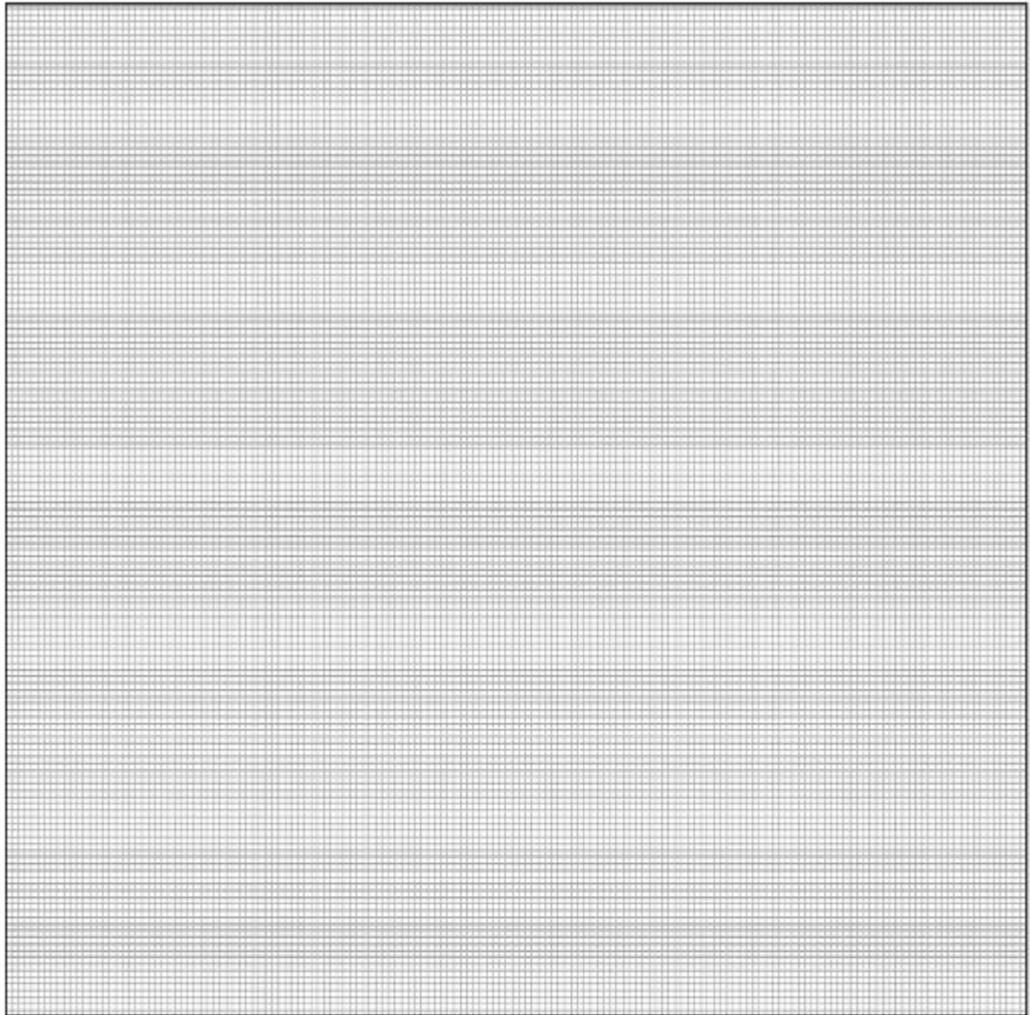
Eindeutige Kennung (zB Nummer):	Projektbezeichnung:
Bauherr in dessen Namen der Einbau des Bodenaushubmaterials erfolgt ist (Name und Anschrift):	
GLN (falls im eRAS registriert):	
Ansprechpartner / Kontakt:	
Ort des Einbaus (Adresse):	
Grundstücksnummer(n), KG:	Höchster Grundwasserstand (HGW) In Meter unter Geländeoberkante:
Standort – GLN (bei registrierten Standorten):	
Beschreibung des Vorhabens , bei dem das Bodenaushubmaterial eingebaut wurde:	
Begründung der ökologischen und/oder technischen Nützlichkeit der Rekultivierungs- oder Verfüllungsmaßnahme:	

Beschreibung der konkreten Verwertungsmaßnahme(n):

<input type="checkbox"/> Es wurde eine Untergrundverfüllung mit nicht verunreinigtem Bodenaushubmaterial durchgeführt		
Tiefenstufen des Einbaus unter Geländeoberkante: von bis Meter		Eingebaute Kubatur in [m ³]:
		Eingebaute Masse*) in [t]:
Qualitätsklasse des eingebauten Bodenaushubmaterials: <input type="checkbox"/> A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A2-G <input type="checkbox"/> BA		
Kennung des zugehörigen Beurteilungsnachweises (BN)	Ausstellungsdatum des BN:	Name der befugten Fachperson oder Fachanstalt:
<input type="checkbox"/> Es wurde eine Untergrundverfüllung im oder unmittelbar über dem Grundwasser mit nicht verunreinigtem Bodenaushubmaterial der Qualitätsklasse A2-G durchgeführt		
Tiefenstufen des Einbaus unter Geländeoberkante: von bis Meter		Eingebaute Kubatur in [m ³]:
		Eingebaute Masse*) in [t]:
Kennung des zugehörigen Beurteilungsnachweises (BN)	Ausstellungsdatum des BN:	Name der befugten Fachperson oder Fachanstalt:
<input type="checkbox"/> Es wurde eine landwirtschaftliche Rekultivierungsschicht mit nicht verunreinigtem Bodenaushubmaterial aufgebaut		
Tiefenstufen des Einbaus unter Geländeoberkante: von bis Meter		Eingebaute Kubatur in [m ³]:
		Eingebaute Masse*) in [t]:
Qualitätsklasse des eingebauten Bodenaushubmaterials: <input type="checkbox"/> A1 <input type="checkbox"/> BA		
Kennung des zugehörigen Beurteilungsnachweises (BN)	Ausstellungsdatum des BN:	Name der befugten Fachperson oder Fachanstalt:
<input type="checkbox"/> Es wurde eine nicht landwirtschaftliche Rekultivierungsschicht mit nicht verunreinigtem Bodenaushubmaterial aufgebaut		
Tiefenstufen des Einbaus unter Geländeoberkante: von bis Meter		Eingebaute Kubatur in [m ³]:
		Eingebaute Masse*) in [t]:
Qualitätsklasse des eingebauten Bodenaushubmaterials: <input type="checkbox"/> A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A2-G <input type="checkbox"/> BA		
Kennung des zugehörigen Beurteilungsnachweises (BN)	Ausstellungsdatum des BN:	Name der befugten Fachperson oder Fachanstalt:

*) wenn nicht näher bekannt, ist zur Ermittlung der Aushubmasse **1,8t/m³** als Dichte anzunehmen

Schematische Einbauskizze des Einbauortes



Bestätigung des Bauherrn, in dessen Namen der Einbau durchgeführt wird:

- Bei der Herstellung einer Rekultivierungsschicht wurden die Anforderungen der **„Richtlinien für die sachgerechte Bodenrekultivierung land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen“** des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, Arbeitsgruppe Bodenrekultivierung umgesetzt
- Bei Durchführung der Verwertungsmaßnahme waren **keine Verunreinigungen** mit Schadstoffen (Mineralöle, Benzin etc.) sowie keine mehr als sehr geringfügigen Verunreinigungen mit bodenfremden Bestandteilen wie anorganische Baurestmassen oder organische Abfälle zu beobachten

Datum

Unterschrift des Bauherrn, in dessen Auftrag der Einbau erfolgt

3.6. Beispiele für Empfehlungen für Sämereien zur Zwischenbegrünung

Quelle: Juritsch et al. 2012, Kapitel 7.4

Tabelle 9: Empfohlene Saatgutmischungen

EINSATZBEREICH	EMPFOHLENE SAATGUTMISCHUNG	KURZ- BEZEICHNUNG	AUSSAAT- MENGE KG/HA
Unterbodenbegrünung	Einsommerige Kleeegrasmischung	EZ	26
künftige Ackernutzung	Luzernegrasmischung	LG	30
Grünlandbestand mit mehrfähriger Nutzung auf trockenem Standort	Dauerwiesenmischung für mittelintensive Bewirtschaftung in trockenen Lagen	A	28
Grünlandbestand mit mehrjähriger Nutzung auf trockenem Standort	Mischung für Wiesen in extremen Trockenlagen	Natro	25
Grünlandbestand mit mehrjähriger Nutzung auf mittlerem Standort	Dauerwiesenmischung für mittlere Lagen	B	26,5
Grünlandbestand mit mehrjähriger Nutzung auf feuchtem Standort	Dauerwiesenmischung für mittelintensive Bewirtschaftung in feuchten Lagen	C	25
Grünlandbestand mit mehrjähriger Nutzung auf rauem Standort	Dauerwiesenmischung für mittelintensive Bewirtschaftung in rauen Lagen	D	25

Tabelle 10: Empfohlene Zwischenfrüchte bei späten Anbauterminen

Begrünungskulturen - Anbauzeitspannen - Anbaumengen/ha				
	Juli	August	September	Oktober
Begrünungskulturen				
Sommerwicke			abfrostend, 120 - 140 kg/ha	
Alexandrinerklee			abfrostend, 25 kg/ha	
Phacelia			abfrostend, 10 kg/ha	
Ölrettich			abfrostend, 20 kg/ha	
Buchweizen	Samenbildung		abfrostend, 40 kg/ha, als Reinsaat nicht empfehlenswert	
Senf	dünne holzige Bestände		geringe Bestandesentwicklung abfrostend, 15 kg/ha	
Rübsen (z.B. Perko PVH)			winterhart, 15 kg/ha	
Grünroggen			winterhart, 120 kg/ha	
Gemenge				
Phacelia - Alexandrinerklee			zB. 7 kg + 7 kg/ha	
Phacelia - Ölrettich			zB. 7 kg + 7 kg/ha	
Senf - Ölrettich			zB. 10 kg + 10 kg/ha	
Phacelia - Senf			zB. 10 kg + 1 kg/ha	
Senf - Buchweizen			zB. 10 kg + 30 kg/ha	

3.7. Beispiel für Erhebungsbögen zur Qualitätsbeurteilung und Nachkontrolle

Quelle: Juritsch et al. 2012, Kapitel 7.5

Abbildung 7: Erhebungsbogen zur Qualitätsbeurteilung und Nachkontrolle – Beurteilung der Rekultivierungsfläche (Oberfläche) – Seite 1

Beurteilung der Rekultivierungsfläche (Oberfläche)

Allgemeines:

Datum:	Bearbeiter/in:	Projektname	
Gesamtfläche in m²	Anzahl Teilflächen	Teilfläche-Nr.:	Anzahl Profile in Teilfläche

Lage:

Bundesland, Katastralgemeinde	ÖK-BI.Nr.	Rechts-Wert	Hoch-Wert
Grundeigentümer/in; Parzelle	Nord-Wert (GPS) (optional)	Ost-Wert (GPS) (optional)	

Standort:

Meereshöhe	Exposition	Neigung %	Geländeform	Witterungsverhältnisse

(Exposition: N, NE, E, SE, S, SW, W, NW, eben; + Neigung in % (geschätzt))

Geländeform: Ebene, Talboden, Terrasse, Platte, Mulde, Graben, Ober-Mittel-Unterhang, Kuppe, Schwemmkegel

Witterung: keine Niederschläge im letzten Monat (1),in letzter Woche (2),in letzten 24 h (3),

nicht stark regnerisch in letzten 24 h (4), Stärkere Regenfälle in letzten 24 h (5), Extreme Niederschlagszeit (6).

Oberflächenmerkmale

Merkmal	Beurteilung		Beschreibung, Bemerkungen
	ja	nein	
Fahrspuren (Breite, Tiefe, Verteilung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Setzungen, Mulden (Anzahl, Größe, Ort)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nassstellen (Anzahl, Größe, Ort)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Steine > 63 mm (Bedeckungsgrad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fremdstoffe (Art, Verteilung, Bedeckungsgrad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vegetation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bestandeslücken (Anzahl, Größe, Ort)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Unerwünschte Pflanzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Weitere Beobachtungen Bemerkungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	ja	nein	

Abbildung 8: Erhebungsbogen zur Qualitätsbeurteilung und Nachkontrolle - Beurteilung der Reaktivierungsfläche (Oberfläche) - Seite 2

Situations-PLAN (Maßstab 1:1000 bis 1:5000)

Datum:	Bearbeiter/in:	Projektname				
Legende:	Fahrspuren		Nassstellen	N	Bestandeslücken	B
	Setzungen	S	Fremdstoffe	F	Profil und Profil-Nr.	1
Bemerkungen:						

Abbildung 9: Erhebungsbogen zur Qualitätsbeurteilung und Nachkontrolle – Beurteilung der Rekultivierungsfläche (Bodenprofil) – Seite 1

Allgemeines:

Datum:	Bearbeiter/in:	Projektname	
Profil-Art:	Profil-Tiefe (cm)	Teilfläche-Nr.:	Profil-Nr. in Teilfläche

Profil-Art: Pürckhauer, Holländer, Profilgrube, Spatenprobe etc.

Profilmerkmale:

Merkmal		Beurteilung		Beschreibung, Bemerkungen
Schichtung bzw. Horizonte, Material	Oberboden (cm)			
	Unterboden (cm)			
	Andere Schichten			
Wassergehalt	Oberboden			
	Unterboden			
Bodenart (<2mm) (BZI)	Oberboden			
	Unterboden			
Grobboden (≥2mm) (BZI)	Oberboden			
	Unterboden			
Farbe (Munsell)	Oberboden			
	Unterboden			
Kalkgehalt (10%ige HCl)	Oberboden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Unterboden	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Bodengefüge bzw. -struktur	Oberboden			
	Unterboden			
Humusgehalt (BZI)	Oberboden			
	Unterboden			
Geruch	Oberboden			
	Unterboden			
Fremdstoffe (Art, Verteilung, Anteil)	Oberboden			
	Unterboden			
Regenwurm-tätigkeit	Oberboden			
	Unterboden			
Durch-wurzelung	Oberboden			
	Unterboden			
Weitere Beobachtungen Bemerkungen				

Abbildung 10: Erhebungsbogen zur Qualitätsbeurteilung und Nachkontrolle – Beurteilung der Rekultivierungsfläche (Bodenprofil) – Seite 2

Profil-FOTO

Datum:	Bearbeiter/in:	Projektname
Bemerkungen:		

Abbildung 11: Methodenblatt zur Qualitätsbeurteilung und Nachkontrolle – Beurteilung der Rekultivierungsfläche (Bodenprofil)

Beurteilung der Rekultivierungsfläche (Bodenprofil) - Methodenblatt**Allgemeines:**

Dieses Methodenblatt soll eine Hilfestellung zum Ausfüllen des Erhebungsbogens (EB) darstellen. Eine detaillierte Methodenbeschreibung ist in der Publikation „Bodenzustandsinventur - BZI (Blum et al., 1996)“ enthalten und steht auf der Homepage der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft zur Verfügung (<http://oebg.boku.ac.at>).

Aufschlussart (Profilart und Profiltiefe). Jeweils in den Erhebungsbogen (EB) eintragen.

Empfehlung zur Beprobung: Pro Teilfläche 4 Profile/ha, obligatorisch (Blatt 2 des EB)

Profil-FOTO:

Profilmerkmale:

Merkmale	Beschreibung, Bemerkungen
Schichtung bzw. Horizonte, Material	Schichtmächtigkeit und Aufbau darstellen, Ober- und Unterboden ggf. anderer Materialien (z. B. Torf, etc.) sowie Vermischungen müssen eindeutig hervorgehen.
Wassergehalt der Horizonte	T: Trocken (staubtrocken) F: Feucht (kein Tropfwasser) N: Nass (tropfnass) I: (Sand, schluffiger Sand)
Bodenart (<2mm)	II: (lehmgiger Sand, sandiger Schluff, Schluff) III: (toniger Sand, sandiger Lehm, lehmiger Schluff) IV: (Ton, sandiger Ton, Lehm)
Grobboden (>2mm) (BZI)	1: geringer Grobanteil (< 10 %) 2: mäßig bis hoher Grobanteil: (10-50 %) 3: hoher bis sehr hoher Grobanteil (>50 %)
Farbe	Die Bestimmung der Farbe erfolgt mit Hilfe von Farbtafeln (Munsell Soil Color Chart oder ÖNORM L 1071: Physikalische Bodenuntersuchungen - Bestimmung der Farbe des Bodens bei Fließgrenze)
Kalkgehalt (10%ige HCl)	Die Prüfung auf Karbonate erfolgt im Gelände mit 10%iger Salzsäure. Es wird festgestellt, ob der Feinboden (<2mm) nach Anträufeln mit HCl reagiert und daher kalkhältig ist oder nicht. Kalkstein und Fällungskalk brausen stark auf und rasch, Dolomit dagegen schwach und verzögert.
Bodengefüge, bzw. -struktur (BZI)	zB. Einzelkorn-, Kohärent-, oder Aggregatstruktur Beurteilung: Vorhandensein von Aggregaten, Deutlichkeit, Form der Aggregate (zB. plattig, prismatisch-scharfkantig, prismatisch-kantengerundet, blockig-scharfkantig, blockig-kantengerundet, körnig, krümelig)
Humusgehalt (BZI)	N: niedrig (< 1,5 %) M: mittel (1,5-4 %) H: hoch (> 4 %)
Geruch	Beschreibung des Geruchs im Hinblick auf mögliche Verunreinigungen: zB. unauffällig, aromatisch, fäkalisch, nach Lösungsmittel, muffig, säuerlich, teerig, brandig, fischig, ölig, stechend, vergoren, faulig, jauchig, phenolisch, süßlich
Fremdstoffe (Art, Verteilung, Anteil)	Visuelle Beurteilung: z. B. Plastik, Ziegelsteine, Holzstücke, Betonbrocken, Verbrennungsrückstände etc. Verteilung im Profil (z. B. von 20 bis 30 cm u. GOK) Volumenanteil schätzen
Regenwurm-tätigkeit (Anzahl d. Gänge/dm²)	Keine Regenwurm-tätigkeit (0) Geringe Regenwurm-tätigkeit (1-2) Mäßige Regenwurm-tätigkeit (3-5) Starke Regenwurm-tätigkeit (>5)
Durchwurzelung (BZI)	Nicht, schwach, mittel, stark, sehr stark, Wurzelfilz
Profilmfoto und Bemerkungen	Von jedem Profil mindestens 1 Foto; Bezeichnung des Fotos: Objekt-Nr., Nr. der Teilfläche; Nr. des Profils; Lage des Profils (Aufschlusses) in der Skizze darstellen. Bei Bemerkungen sind Abweichungen aus zusätzlichen Sondierungen darzustellen.

3.8. Bodenkundliche Baubegleitung, Aufgabenbeschreibungen

Quelle: Juritsch et al. 2012, Kapitel 7.6: Aufgaben der bodenkundlichen Baubegleitung

Sofern im Bereich der Projektplanung bereits die bodenkundliche Baubegleitung beigezogen wird, unterstützt diese den Projektanten bei der Ausarbeitung und Festlegung des Rekultivierungszieles, der Beurteilung des Ausgangszustandes und der Anforderungen an Standort und Material (siehe Kapitel 3.1 bis 3.3).

Die bodenkundliche Baubegleitung ist grundsätzlich mit folgenden Aufgaben betraut:

- Planung und Kontrolle der Ausführung der Bodenrekultivierung insbesondere hinsichtlich des schichtweisen Bodenabtrages, der getrennten Zwischenlagerung von Oberboden und Unterboden und des sachgerechten Aufbaues der Rekultivierungsschicht
- Unterstützung bei der Auswahl von Trassen bzw. vorübergehend beanspruchten Flächen
- Veranlassung von geeigneten Maßnahmen, die die Einhaltung der Grenzen des vom Vorhaben beanspruchten Bodens sicherstellen und Kontrolle der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen, um den Bodenverbrauch bzw. die Bodenbelastung im Zuge der Bautätigkeiten möglichst gering zu halten
- Mitwirkung bei der Detail- und Ausführungsplanung hinsichtlich Maßnahmen zur bodenverträglichen Bauausführung (Minimierung der zu befahrenden Flächen sowie der Häufigkeit von Befahrungen, Auswahl der Baumaschinen, Eignungsfeststellung des Bodens bezüglich Kiespistenerrichtung, Festlegung von Versickerungsflächen für Baugrubenwässer etc.)
- Entscheidung über die Befahrbarkeit der Böden (siehe Anhang 7.3 - Methoden für die Beurteilung der Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit von Böden)
- Planung und Kontrolle der Begrünung und Folgebewirtschaftung der Rekultivierungsfläche (siehe Kapitel 3.4.7 und 3.4.8)
- Veranlassung und Kontrolle von geeigneten Maßnahmen, die eine Verunreinigung von Böden verhindern bzw. die eine allfällig aufgetretene Verunreinigung beheben.
- Betreuung des Bauvorhabens durch regelmäßige Besprechungen mit der Projekt- und Bauleitung und Baustellenbegehungen entsprechend dem Bauzeitplan
- Überprüfung und Sicherstellung der Einhaltung der im Bewilligungsbescheid festgelegten Auflagen und der projektgemäßen Bauausführung im Hinblick auf die bodenrelevanten Maßnahmen
- Beweissicherung
- Schlussabnahme der befahrenen Flächen sowie der Baustellenfläche selbst nach Beendigung der Bautätigkeiten gemeinsam mit dem betroffenen Landwirt/Grundstückseigentümer
- Verfassung von Protokollen und Berichten, Dokumentation von Ist-Zustand, Bauphase und Bodenrekultivierung

Mit der bodenkundlichen Baubegleitung ist eine Fachperson oder -anstalt zu beauftragen.

Quelle: Häusler / Salm 2001, Teil 0: Bodenkundliche Baubegleitung

Bodenkundliche Baubegleitung

Bodenkundliche Baubegleitung

Die Erdarbeiten auf Grossbaustellen, die einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) unterliegen, werden heute von anerkannten Bodenfachleuten begleitet. Diese bodenkundliche Baubegleitung (BBB) nimmt dabei eine treu-

händerische Funktion zum Schutz des Bodens wahr.

Das Pflichtenheft der BBB sieht in der Regel wie folgt aus:

Phase 1: Planung und Projektierung	Phase 2: Bau und Eingriff	Phase 3: Wiederherstellung und Abnahme
<ul style="list-style-type: none"> - Bodenschutzmassnahmen: Vorschläge zum Schutz verdichtungsempfindlicher Böden, Massnahmenpläne und Projektanpassungen oder -änderungen. - Mitarbeit bei Arbeitsvergabe: Vorgaben zu Maschinenlisten, Verfahren, Zeitplänen, Schlechtwetterregelungen und Baueinstellungen. - Materialmanagement: Planung der Triage des Bodenaushubes, der Materialflüsse und der Zwischenlager. - Orientierung der betroffenen Eigentümer und Bewirtschafter im Hinblick auf die vorgängige Begrünung offener Ackerflächen im Baubereich. 	<ul style="list-style-type: none"> - Information der Bauleute über den Bodenschutz und die resultierenden Massnahmen auf der Baustelle (s. Teil 6). - Beratung der Bauleitung in allen Fragen des Bodenschutzes: Ausscheidung genügender und geeigneter Flächen für Zwischenlager (s. Teil 3) sicherstellen, Vor-Ort-Begleitung des Bodenabtrages, Formulierung der Bauvorgaben und Anordnung allfälliger Schutzmassnahmen. - Teilnahme an allen bodenrelevanten Bausitzungen, selbständige Beobachtung des Zeitplanes, Präsenz und vorausschauende Kontrolle in bodenrelevanten Phasen des Bauablaufes. - Information der kantonalen Bodenschutzfachstellen über den Bauablauf und die Einhaltung der Massnahmen während des Baus. 	<ul style="list-style-type: none"> - Begleitung der Rekultivierung unter Beachtung der zulässigen Saugspannungen (s. Teile 2 und 6). - Abnahme der wiederaufgebauten Böden (Werkabnahme), zusammen mit Vertretern der Unternehmung, der Bauherrschaft und der Landeigentümer/Bewirtschafter mit Abnahmeprotokoll (s. Teil 4). - Begleitung von Massnahmen zur Schadensbehebung (allfällige Tiefenlockerung, Drainagen etc.). - Aufklärung der Bewirtschafter über die korrekte Folgebewirtschaftung zur Restrukturierung der wiederaufgebauten Böden (s. Teil 5). - Schlussabnahme der Flächen, Vergleich des Erreichten mit dem Ausgangszustand (Spatenprobe, s. Teil 5) und Freigabe zur normalen Nutzung.

4. Literaturverzeichnis

Literaturrecherche - ausgewertete Literatur

Verfasser / Jahr	Titel	Jahr	Seiten	Land	Inhalt	Relevanz	Bemerkung zur möglichen Verwendung	Thema
Alaoui, Abdallah (2005)	Evaluation der Bodenverdichtung mittels TDR-Methode - Benutzerhandbuch	2005	76	CH	Bodenschadverdichtung; Bodenwassergehalt; TDR (Time Domain Reflectometry); Beurteilung des Bodens vor und nach Bauarbeiten; Beurteilung einer Rekultivierung	4 - nachrangig	Spezial-Thema	
Bär, Frank (1997)	Die Bodenbörse im Freistaat Sachsen am Beispiel der ABiS - Agentur für Bodenaushub in Sachsen, in: Verwertung von Bodenmaterial, Beiträge zur Jahrestagung 1996 des BVB, S. 81-87	1997	7 (102)	D	Verwertung von Bodenaushub (Rohstoff statt Abfall); passives und aktives Bodenmanagement durch die Bodenbörse; Ursachen für mangelnde Verwertung von Bodenaushub	2 - mittel		7 - Spezielle Anforderungen / Verwertung von Bodenmaterial - Schadstoffgehalte
Blossey, Sabine; et al. (2005)	Entsiegelung von Böden im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung, in Fachzeitschrift: Bodenschutz 2005/2, S. 36-41	2005	6	D	Instrumente zur Realisierung von Entsiegelungsmaßnahmen (nicht nur Eingriffsregelung!); Grundprinzipien zur Entsiegelung im Rahmen der Eingriffsregelung z.B. Anrechenbarkeit als Kompensationsmaßnahme, Anforderungen an die Wiederherstellbarkeit der Bodenfunktionen; Ergebnisse einer Länderrecherche zu Entsiegelungskatastern, Förderung und Schwerpunkte von Entsiegelungsmaßnahmen, Hemmnisse bei der Durchführung	0 - sehr hoch	Aufzählung (planerischer) Instrumente; keine konkreten bodenschutzfachliche Anforderungen aber gute Zusammenstellung allgemeiner Anforderungen; Interessanter Punkt bei den Hemmnissen: Verhältnismäßigkeit bei der Anrechnung als Kompensationsmaßnahme in Eingriffsbewertungsverfahren --> falls wir tatsächlich ein Beispiel "durchexerzieren" könnten wir auch versuchen Punktwerte zu vergleichen: Ist flächige Entsiegelung wirklich teurer oder wegen guter Wertpunktausbeute rentabel?	4 - allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen
Bosch & Partner; Wolf, Rainer (2000)	Wiederherstellungsmöglichkeiten von Bodenfunktionen im Rahmen der Eingriffsregelung, in: Angewandte Landschaftsökologie Heft 31	2000	170	D	Detaillierte Behandlung der natürlichen Bodenfunktionen (Lebensraumf., Regler- und Speicherf., Filter- und Pufferf., Archivf.) unter den Aspekten Bestandserfassung, Indikatoren, Prognose von Beeinträchtigungen und Ausgleich	0 - sehr hoch	Kapitel Ausgleich von bodenspezifischen Beeinträchtigungen; Entsiegelung wird allerdings nicht besonders intensiv behandelt	5 - allgemeine bodenfachliche Grundlagen / Bodenfunktionen
Bosch, Christof (1994)	Ökologische Bodenfunktionen: Beiträge der Bodenökologie zum Bodenschutz, in: Bodenschutz : ergänzbares Handbuch der Massnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser, Kennz. 1480	1994	31	D	recht knappe Zusammenfassung der Bodenfunktionen; Bodenentwicklung, Abbildungen: Faktoren, Prozesse und Merkmale der Bodenbildung + Ausgewählte Entwicklungslinien terrestrischer Böden in Mitteleuropa; Bodenentwicklung durch natürliche abiotische Einflüsse	2 - mittel	"Bodensukzession" (als Thema für uns relevant?)	5 - allgemeine bodenfachliche Grundlagen / Bodenfunktionen
Bruns, Elke; (TU Berlin); et al. (2003)	Handlungsempfehlung zur Bewertung und Bilanzierung von Eingriffen im Freistaat Sachsen	2003	90	D	S. 34: Vermeidung und Kompensation, Entsiegelung/Abriss: "Bonusregelung" für Abrissmaßnahmen, um unangemessen hohe finanzielle Belastung (>40€/m ²) entgegenzuwirken	2 - mittel	keine konkreten fachlichen Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen	4 - allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen
Bullermann, Martin; Moche, Peter; Stellrecht-Schmidt, Sabine (1998)	Praxisratgeber Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung	1998	46	D	Belagsänderung, Regenwasserbewirtschaftung	4 - nachrangig		
Bundesverband Boden (BVB) (Hrsg.) (2013)	Bodenkundliche Baubegleitung BBB - Leitfaden für die Praxis	2013	110	D		0 - sehr hoch		10 - Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)
Bundesverband Boden (BVB) (Hrsg.) (1998)	Anforderungen an die Verwertung von kultivierbarem Bodenmaterial, Empfehlungen zu Technischen Regeln aus der Arbeit der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz	1998	37	D	Aus dem Inhalt: Rechtliche Grundlagen, Eignung des Bodenmaterials und des Verwertungsstandortes, Technische Durchführung, Qualitätssicherung und Dokumentation, Probenahme und Analytik, Verwertungswerte für Schadstoffe in Böden und Bodenmaterial; z.B. physikalische Materialbeschaffenheit des Bodenmaterials und des anstehenden Bodens am Aufbringungsstandort, Hygienische Materialbeschaffenheit u.a. Freiheit von Schadorganismen / Wildkräutern (Ahornsamen, Goldrute?)	0 - sehr hoch	"Vorläufer" der DIN 19731, etwas ausführlicher beschrieben; zusätzliche Hinweise auf rechtliche Grundlagen; "Herangehensweise von der anderen Seite aus": Wohin mit anfallendem Aushub?	7 - Spezielle Anforderungen / Verwertung von Bodenmaterial - Schadstoffgehalte
BVB Fachausschuss "Bewertung von Böden in der Bauleitplanung" (2003)	Bodenbezogene Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in der Bauleitplanung, in: Bodenschutz : ergänzbares Handbuch der Massnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser, Kennz. 7360	2003	33	D	S. 25 ff, allgemeines zum Thema Entsiegelung und Teilentsiegelung und Tabelle / Matrix: Maßnahmenkomplexe und deren Eignung als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für Eingriffe in den Boden, als Zielsetzung einer Entsiegelung wird folgendes formuliert: "Herstellung möglichst standorttypischer, durchwurzelbarer Bodenverhältnisse (Filter- und Puffervermögen, Retentionsvermögen, natürliche Bodenfruchtbarkeit) als Basis für die später geplante Bodennutzung (Land- oder Forstwirtschaft, Flächen für Arten- und Biotopschutz)	1 - hoch	gute und recht ausführliche Zusammenstellung allgemeiner Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen, die als A-/E-Maßnahme durchgeführt werden sollen	4 - allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen
DBT-Drs. (Hrsg.) (2012)	Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dorothea Steiner, Cornelia Behm, Harald Ebner, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 17/8295 – Aktivitäten der Bundesregierung zum konsequenten Schutz des Bodens auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene	2012	22	D	Seite 11, Nrn. 36-37: Entsiegelung ist eine von vielen Maßnahmen zur Kompensation von Flächeninanspruchnahme; Nr. 38: Es ist nicht mehr geplant eine Entsiegelungsverordnung zu erstellen, weil das von der Verordnung betroffene Entsiegelungspotenzial als zu gering eingeschätzt wird.	4 - nachrangig		
Dengler (2008)	Oberbodenauftrag als naturschutzrechtliche Ausgleichsmaßnahme - Ein Konzept mit Zukunft? (Diplomarbeit Universität Stuttgart, Institut für Geographie)	2008	83	D		2 - mittel		3 - bisherige Praxis
Dinkelberg, Wolfgang; Lantsch, Patrick; Moka, Ute (2001)	Entsiegelungsflächen-Kataster als Instrument für ein effektives Flächenressourcen-Management, in: 2. Marktredewitzer Bodenschutztagungsband 2 "Umsetzung der Bodenschutzgesetze und Flächenressourcen-Management" 15. - 17. Oktober 2001, S. 23 ff.	2001	213	D	Datenfonds "potenzielle Entsiegelungsflächen" im Land Brandenburg; Konzept für das Kataster scheinbar ähnlich, wie bei uns; für Handlungsempfehlung "Umsetzung von Entsiegelungsmaßnahmen" keine Hinweise	3 - gering	telefonische Nachfrage beim im Internet benannten Ansprechpartner im LUGV, 28.11.2012: Projekt wird nicht mehr weitergeführt/aktualisiert; es ist nicht bekannt, ob jemals Flächen aus dem Kataster für Entsiegelung in Anspruch genommen wurden, siehe Vermerk (handschriftlich)	2 - Vergleich Bodenschutz-/ Entsiegelungskonzepte
Dornbusch, Maren; Lehle, Manfred; Eichler, Barbara (2001)	Boden und Fläche in der Lokalen Agenda 21	2001	52	D	Entsiegelung: Schulhofumgestaltung, Hinterhöfe, Entsiegelungskataster der Stadt Ettlingen	4 - nachrangig		
FaBo (Hrsg.) (2003)	Richtlinie für Bodenrekultivierungen	2003	20	CH	Grundsätze der Ausführung von Bodenrekultivierungen; Projektierung und Dokumentation	1 - hoch	inhaltlich wenig relevant, eher allgemein gehalten; Beispiel für eine Rekultivierungs-RL auf landes- bzw. kantonaler Ebene	8 - spezielle Anforderungen / Rekultivierung
Gaßner, Hartmut; et al. (2001)	Anforderungen an die Wiederherstellung von Bodenfunktionen nach Entsiegelung - Rechtliche und bodenfachliche Rahmenbedingungen für eine Entsiegelungsverordnung (UBA-FB 000213)	2001	182	D	§ 5 BBodSchG; S.79-99: Wiederherstellbarkeit der Leistungsfähigkeit des Bodens, Matrix Baumaterialien - Beeinträchtigungen - Maßnahmen; S.118 ff: Übersichten zu Versiegelungstypen, Kostenübersicht für Maßnahmen zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen; Protokoll zu Experten-Workshop, besonders S. 147 ff.: Diskussion zu bodenschutzfachlichen Aspekten	0 - sehr hoch	relativ konkrete Ausführungen zum Thema Maßnahmen zur Wiederherstellung; Kostenübersicht; Entsiegelungsverordnung wird nicht weiter verfolgt siehe BT-Drs.(ID 11)	4 - allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen

Verfasser / Jahr	Titel	Jahr	Seiten	Land	Inhalt	Relevanz	Bemerkung zur möglichen Verwendung	Thema
Gerstenberg, Josef (2009)	Erstellung von Karten zur Bewertung der Bodenfunktionen	2009	190	D	Dokumentation der Bodendatenbank Berlin einschließlich der Beschreibung der Methoden zur Ableitung von Bodenparametern, Kriterien, Bodenfunktionen und der Planungshinweise zum Bodenschutz	0 - sehr hoch		6 - spezielle Anforderungen / Stadtböden - Berlin
Gerstenberg, Josef; Siewert, Wolfram; Smettan, Ursula (2007)	Leitbild und Maßnahmenkatalog für einen fachgerechten Bodenschutz in Berlin	2007	61	D	Methodik zur aggregierten Bewertung der Bodenfunktionen in Berlin und Erstellung der Umweltatlaskarte "Planungshinweise Bodenschutz"	0 - sehr hoch		6 - spezielle Anforderungen / Stadtböden - Berlin
Grote, Wilhelm [Red.] (2004)	Erarbeitung praktischer Beispiele für bodenbezogene ökologische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Zwischenbericht)	2004	22	D		2 - mittel	könnte für Vergleich kommunaler Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte genutzt werden; außerdem allgemeine Anforderungen	2 - Vergleich Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte
Gunreben, M.; Schneider, J. (2001)	Entsiegelung von Böden: Wann und Wie?, in: Arbeitshefte Boden: Verdichtung - Versiegelung - Entsiegelung, Heft 03/2001, S. 55-93	2001	38	D	Niedersachsen; Entsiegelungs- und Belagsänderungspotenziale; Allgemeine Grundlagen und Voraussetzungen; Festlegung von Bewertungsmaßstäben / Zielwerten; Spezialfall Regenwasserversickerung	0 - sehr hoch	ausführliche und detaillierte Zusammenstellung allgemeiner Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen	4 - allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen
Hansen, Rieke; Heidebach, Martin; Kuchler, Ferdinand; Pauleit, Stephan (2012)	Brachflächen im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und (baulicher) Wiedernutzung	2012	151	D		4 - nachrangig	Betrachtung ausschließlich unter dem Aspekt Arten- und Biotopschutz	
Haubold-Rosa, Michael (1998)	Bodenentwicklung, in: Braunkohlentagebau und Rekultivierung - Landschaftsökologie, Folgenutzung, Naturschutz, S. 573-588	1998	16 (1068)	D	Bodenentwicklung in Geschiebemergel/-lehm sowie tertiären und quartären Sanden; Gefügeentwicklung, Entwicklung bodenchemischer und -biologischer Eigenschaften	0 - sehr hoch	relativ detaillierte Beschreibung von Bodeneigenschaften, Bewertung allerdings v.a. hinsichtlich land- und forstwirtschaftlicher Folgenutzung	8 - spezielle Anforderungen / Rekultivierung
Häusler, Stephan; Salm, Christoph (2001)	Bodenschutz beim Bauen	2001	85	CH	Praktische Anleitungen u.a. Wiederherstellung und Folgebewirtschaftung; Grundlegende Erläuterungen zum Thema Boden wie Bodenarten, Bodentypen, Befahrbarkeit, Bodenuntersuchungen etc.	0 - sehr hoch	Allgemeines zum Thema Vermeidung von Bodenbeeinträchtigungen und Wiederherstellung der Bodenfunktionen	4 - allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen
Helbig, Henrik (2012)	Test in Sachsen Anhalt: Boden bezogene Eingriffsbilanzierung der Stadt Aachen, in Fachzeitschrift: Bodenschutz 2012/1, S.22-25	2012	4	D	Bodenkundliche Belange finden in Sachsen-Anhalt in der unteren Planungsebene nur unzureichend Berücksichtigung. Das liegt vor allem an der Art und Weise der Eingriffsbilanzierung. In der kommunalen Planung wird die Eingriffsbilanzierung üblicherweise mit Hilfe der aktuellen Biotopausprägung vollzogen. Diese widerspiegelt aber meist nicht den Wert des Bodens (Fruchtbarkeit, Retentionsvermögen, Archivfunktion usw.). Benötigt wird daher ein Bindeglied zwischen den Methoden zur Bewertung von Bodenteilfunktionen und einer einfach handhabbaren Bilanzierung von Eingriffen. Es sollte getestet werden, ob das Verfahren der Stadt Aachen (Nordrhein-Westfalen) eine praktikable Möglichkeit darstellt, dieses Defizit auszugleichen. Der Test erfolgte zunächst anhand eines fiktiven Bauvorhabens am Rand einer Siedlung in der Magdeburger Börde. Zur Absicherung der Ergebnisse wurden zusätzlich mehrere typische Eingriffe und Kompensationsmaßnahmen ohne Flächenbezug im Ist- und Plan-Zustand durchgerechnet und mit dem Biotopwertverfahren verglichen. Der Test ergab, dass die Bewertung von Eingriffen mit dem Verfahren der Stadt Aachen einfach und gut nachvollziehbar ist und zu realistischen und fachlich belastbaren Ergebnissen führt.	2 - mittel	könnte für Vergleich kommunaler Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte genutzt werden	2 - Vergleich Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte
Hepperle, Erwin; Stoll, Thomas (2006)	Ressourcenplan Boden - Ein Konzept zum planerisch-nachhaltigen Umgang mit Bodenqualität	2006	300	CH	Beanspruchung von Bodenpotenzialen; K34; S.54f: Bodenkundliche Baubegleitung; S.261 ff.: Beschreibung einzelner Nutzungen und deren Einflüsse auf Boden und Bodenpotenziale, z.B. Bodendeposition (Schüttung andernorts abgetragenen Bodenmaterials zu Zwecken der Rekultivierung, Meliorierung oder Entsorgung)	1 - hoch	Entsiegelung wird im Text nur 1x erwähnt (als Möglichkeit der aktiven Aufwertung); S. 241 ff., Anhang 1: Bodenfunktionen und Empfindlichkeiten, Parameter; S. 261 ff. ggf. sind die Ausführungen im Anhang zu Einflüssen eines Bodenauftrags auf Bodenparameter verwendbar (S.261 ff.)	5 - allgemeine bodenfachliche Grundlagen / Bodenfunktionen
IUS Weisser & Ness GmbH (2000)	Erhebung von Entsiegelungspotenzial in Kommunen, Studie und Verfahrensanleitung am Beispiel der Stadt Ettlingen	2000	70	D	flächige Ermittlung des Entsiegelungs- und Belagsänderungspotenzials anhand von nutzungsspezifischen Versiegelungsgraden / Strukturtypen	3 - gering	könnte für Vergleich kommunaler Bodenschutzkonzepte genutzt werden; keine Hinweise für die Durchführung von Entsiegelungsmaßnahmen	2 - Vergleich Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte
Jentschke, Robert; Lange, Eckhard (1987)	Bodenentsiegelung : Konzept zur Umsetzung von Entwicklungszielen uund Maßnahmen des Landschaftsprogramms	1987	193	D	Flächenhafte Ermittlung des Entsiegelungs- und Belagsänderungspotenzials anhand Versiegelungsdaten, Strukturtypen und Stichprobenkartierungen	3 - gering	könnte für Vergleich kommunaler Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte genutzt werden	2 - Vergleich Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte
Juritsch, Georg (2012)	Rekultivierung - Boden schützen und sanieren, Vortrag am 27.4.2012	2012	38	AT	Vortrag zur überarbeiteten Richtlinien für die sachgerechte Bodenrekultivierung land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen: Was wurde überarbeitet/ergänzt? Praxiserfahrung	3 - gering	Zusatzinfo zur Rekultivierungs-RL (AT)	8 - spezielle Anforderungen / Rekultivierung
Juritsch, Georg (2012)	Böden wieder kultivieren	2012	1	AT	Internetauftritt der Landwirtschaftskammer, der die Relevanz der Rekultivierungs-RL für die Praxis darlegt	3 - gering	Zusatzinfo zur Rekultivierungs-RL (AT)	8 - spezielle Anforderungen / Rekultivierung
Juritsch, Georg; et al. (2012)	Richtlinien für die sachgerechte Bodenrekultivierung land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen	2012	60	AT	z.B.: Ablaufschemen für die Planung und Durchführung von Bodenrekultivierungen in Abhängigkeit von Größe des Bodenauftrags und Nutzung; Planung und Durchführung von Bodenrekultivierungen; Tabelle: Chemische und physikalische Anforderungen an die Rekultivierungsschicht im eingebauten Zustand für Grünland, Acker, Wald; Orientierungswerte für Schichtmächtigkeit; Formular: Unbedenklichkeitsbestätigung für Kleinmengen von Bodenaushub	0 - sehr hoch	sehr detailliert und differenziert, allerdings auf Acker-, Grünland-, Forstnutzung als Entwicklungsziel beschränkt; Ziel ist die (Wieder-)Herstellung der Bodenfruchtbarkeit, auf die Beachtung der natürlichen Ausgangsbedingungen wird nur sporadisch eingegangen	8 - spezielle Anforderungen / Rekultivierung

Verfasser / Jahr	Titel	Jahr	Seiten	Land	Inhalt	Relevanz	Bemerkung zur möglichen Verwendung	Thema
Kahle,Petra; Krause,Berit; Wiersch,Hartmut; Neupert,Andreas (2010)	Entwicklung von Bodenschutzindikatoren Beispiel Hansestadt Rostock, in Fachzeitschrift: Bodenschutz 2010/3, S.68-74	2010	6	D	In verschiedenen deutschen Städten werden Bodenschutzindikatoren bereits als Bewertungsinstrument für den nachhaltigen Bodenschutz eingesetzt. Ziel des Beitrages ist es, ausgehend von nationalen und internationalen Erfahrungen sowie eigenen bodenschutzrelevanten Aktivitäten Bodenschutzindikatoren für die Hansestadt Rostock abzuleiten. Die Bodenschutzindikatoren sollen an die spezifischen Bedingungen der Stadt und die rechtlichen Bedingungen angepasst sein, zugleich aber wissenschaftlich fundiert, allgemein verständlich und mit vertretbarem geringem Aufwand an Personal und Finanzen ermittelbar und fortschreibbar sein. Vorgeschlagen wurden 15 Indikatoren zu den Themenbereichen Flächenverbrauch, Versiegelung, Altlasten und Ausweisung von Schutzgebieten. Dieser Beitrag fasst den bisherigen Stand zusammen, identifiziert die Datenerfordernisse und die Anforderungen für künftige Datenerhebungen. Die Prüfung auf "Praxistauglichkeit" innerhalb der Stadt Rostock muss noch erfolgen.	2 - mittel	könnte für Vergleich kommunaler Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte genutzt werden	2 - Vergleich Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte
Kanton Aargau, Department Bau, Verkehr und Umwelt (Hrsg.) (2012)	Standard-Pflichtenheft einer bodenkundlichen Baubegleitung; Teil 1: Erläuterungen zu Ziel und Zweck einer bodenkundlichen Baubegleitung	2012	5	CH		1 - hoch		10 - Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)
Kanton Aargau, Department Bau, Verkehr und Umwelt (Hrsg.) (2012)	Standard-Pflichtenheft einer bodenkundlichen Baubegleitung; Teil 2: Standard-Pflichtenheft zum Ausfüllen	2012	10	CH		1 - hoch	praxisnah, Checkliste	10 - Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)
Kanton Aargau, Department Bau, Verkehr und Umwelt (Hrsg.) (2012)	Standard-Pflichtenheft einer bodenkundlichen Baubegleitung; Teil 3: Minimale Bodenschutzmaßnahmen	2012	5	CH		1 - hoch		10 - Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)
Kanton Graubünden, Amt für Natur und Umwelt (Hrsg.) (2003)	Bodenschutz beim Bauen, Musterpflichtenheft für die bodenkundliche Baubegleitung (BBB)	2003	8	CH		1 - hoch	praxisnah, Checkliste	10 - Bodenkundliche Baubegleitung (BBB)
Kanton Schaffhausen Amt für Lebensmittelkontrolle und Bodenschutz (Hrsg.) (2008)	Verwertung von Aushub / Geländeänderungen - Merkblatt für Gemeindebehörden	2008	2	CH		3 - gering		7 - Spezielle Anforderungen / Verwertung von Bodenmaterial - Schadstoffgehalte
Kettl, Stephan (2008)	Sachgerechte Bodenrekultivierung aus Sicht eines Projektanten, Präsentation im Rahmen der Heffterhofer Umweltgespräche 5.3.2008	2008	8	AT	Gegenüberstellung bisherige Praxis - zweckmäßige Vorgehensweise	2 - mittel	sehr knappe Betrachtung, Einzelmeinung	3 - bisherige Praxis
König, Wilhelm; Bachmann, Günther, Kahl, Raimund (2003)	Grundsätze des vorsorgenden Bodenschutzes zur Begrenzung von Stoffeinträgen in den Boden, in: Bodenschutz : ergänzbares Handbuch der Massnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser, Kennz. 0400	2003		D	Handlungsfelder des vorsorgenden Bodenschutzes: Vermeidung / Minimierung schädlicher Stoffeinträge, Begrenzung der Einträge auf ein Gleichgewicht mit tolerierbaren / zulässigen Austrägen, Begrenzung der Konzentration einzubringender Materialien auf die Bodenvorsorgewerte, Konvention über tolerierbare Anreicherungen (z.B. AbfklärV, TA Luft)	3 - gering	Anforderungen bezüglich der Vermeidung stofflicher Belastungen	7 - Spezielle Anforderungen / Verwertung von Bodenmaterial - Schadstoffgehalte
LABO (Hrsg.) (1998)	Versiegelung und Entsiegelung von Böden (LABO Arbeitskreis 3: Bodenschutz – Planung)	1998	36	D	Einschätzung des Bodenentsiegelungs- und Belagsänderungspotentials: (realisierbares) Entsiegelungspotenzial wird auf 4% der versiegelten Fläche bzw. 80.000 ha geschätzt, Einschränkungen ergeben sich aus rechtlichen, nutzungsbedingten und finanziellen Restriktionen; Belagsänderungspotenziale deutlich höher (ca. 22% der versiegelten Flächen bzw. 344.000 ha); Sammlung kommunale Konzepte und Programme zur Bodenentsiegelung ; Instrumente zur Bodenentsiegelung; generelle Empfehlungen zur Bodenentsiegelung	2 - mittel	Anhaltspunkte für Recherche kommunale Entsiegelungskonzepte etc.; inhaltlich evtl. für Einleitung; "Generelle Empfehlungen..."--> Welche Empfehlungen /Ziele können/sollen durch "Entsiegelungspotenziale Berlin" umgesetzt werden, Vergleich/Abgrenzung zu anderen kommunalen Entsiegelungskonzepten	1 - Einleitung / Hintergrund / Stellenwert Entsiegelung
LABO (Hrsg.) (2002)	Verfüllung von Abgrabungen (Entwurf)	2002	13	D		1 - hoch		7 - Spezielle Anforderungen / Verwertung von Bodenmaterial - Schadstoffgehalte
LABO (Hrsg.) (2002)	Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV	2002	42	D	S. 10f., Anforderungen an die Sicherung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen, Physikalische Beschaffenheit der Materialien und Standortgegebenheiten, Mächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht in Abhängigkeit zur Folgenutzung (Tabelle); S. 14 Untersuchungspflichten	0 - sehr hoch	Die Frage ist nicht, welche Maßnahmen sind sinnvoll für die Wiederherstellung, sondern erfüllt das aufzubringende Bodenmaterial die notwendigen Voraussetzungen (keine Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenverunreinigungen, mind. eine der in BBodSchG § 2 Abs 2 Nr. 1, 3b und 3c genannten Funktionen wird gesichert oder wiederhergestellt)	7 - Spezielle Anforderungen / Verwertung von Bodenmaterial - Schadstoffgehalte
LABO (Hrsg.) (2010a)	Reduzierung der Flächeninanspruchnahme - Bericht der Umweltministerkonferenz, Stand: 30. März 2010	2010a	77	D	"Die Entsiegelung von Böden sollte künftig als eine der vorrangigen Kompensationsmaßnahmen nach dem Naturschutzrecht angestrebt werden."	3 - gering		1 - Einleitung / Hintergrund / Stellenwert Entsiegelung
LABO (Hrsg.) (2010b)	Strategiepapier zur Begrenzung der Flächeninanspruchnahme in ländlichen Räumen	2010b	14	D	Allgemeines zum Flächenmanagement: Ermittlung von Potenzialen zur Innenentwicklung, Nachnutzung von Brachflächen und altlastenbelastete Bereiche, Entsiegelung, Kompensationsflächenpools; Empfehlungen: Erfassung, Konzepte, interkommunale Zusammenarbeit, Ansprechpartner vor Ort, strategische Ausrichtung von Instrumenten auf die Innenentwicklung, städtebauliche Sanierung als Instrument der Dorfentwicklung	3 - gering		1 - Einleitung / Hintergrund / Stellenwert Entsiegelung

Verfasser / Jahr	Titel	Jahr	Seiten	Land	Inhalt	Relevanz	Bemerkung zur möglichen Verwendung	Thema
LABO (Hrsg.) (2011)	Reduzierung der Flächeninanspruchnahme, Maßnahmen - Stand der Umsetzung und Erfahrungen - Bericht der Umweltministerkonferenz, Stand: 21.09.2011	2011	28	D	S.3f.:Maßnahmen zur Stärkung der Innenentwicklung/Verbesserung der Rahmenbedingungen / Förderung "Eine Förderung der Erfassung und Darstellung aller Innenentwicklungspotenziale sowie Ermittlung und Vergleich von Infrastrukturfolgekosten bereits in der Planungsphase liefern Anreize. Dies gilt auch für die Förderung von Rückbaumaßnahmen, Flächenentsiegelungen und von naturnaher Gestaltung und Aufbereitung von Brachflächen für Zwischen- oder Nachnutzungen."; S.6f.: Begrenzung der Flächeninanspruchnahme im ländlichen Raum, Empfehlungen "1. Als grundlegende Voraussetzung sind die Potenziale für die Innenentwicklung (z.B. Baulücken, Leerstände) sowie für die Entsiegelung und Renaturierung zu erfassen."; Anhang, Beispiele für neue Maßnahmen zum Flächenmanagement, zur Bewusstseinsbildung, Information und Bereitstellung von Datengrundlagen: "Thüringen: Um einen Orientierungsrahmen im Hinblick auf bestehende Entsiegelungspotenziale zu erhalten, hat Thüringen eine Brachflächenkartierung veranlasst. Dort wurden bis Ende 2005 rund 5.100 Brachen mit einer Gesamtfläche von ca. 6.300 ha erfasst. Etwa ein Drittel dieser Brachflächen befindet sich im ländlichen Raum. Natur und Erholung sind für den überwiegenden Flächenanteil (53 %; 3.240 ha) eine bzw. die einzige Entwicklungsoption."..."Berlin: Im Auftrag der Berliner Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Referat Bodenschutz und Altlasten erfolgt aktuell die Erfassung von Flächen	3 - gering	Schwerpunkt Flächenrecycling, Entsiegelung wird an vier Stellen im Bericht erwähnt; für unsere Arbeitshilfe/ Handreichung nicht ergibig; Interessant könnte das Modellvorhaben "Flächenökoeffizienz" in Zusammenarbeit mit der DB sein (in puncto Umdenken bei den Flächeneigentümern): "Des Weiteren soll im Rahmen der Praxiserprobung im Bereich der Deutschen Bahn AG eine mögliche Ausweitung auf weitere, für Bahnbetriebszwecke nicht mehr benötigte Flächen getestet werden. Neben den bereits erprobten Fällen in innerstädtischen Bereichen, welche grundsätzlich für Gewerbe- oder Wohnzwecke genutzt werden können, sollen auch außerhalb der Städte gelegene Flächen, welche keine der beiden genannten Nutzungen zugeführt werden können, betrachtet werden. Diese Flächen könnten zur Kompensation für Baumaßnahmen (sog. Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen) bzw. zur Erzeugung erneuerbarer Energien genutzt werden."	1 - Einleitung / Hintergrund / Stellenwert Entsiegelung
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2000)	Erhebungsuntersuchungen zur Qualität von Geländeauffüllungen	2000	110	D	feldbodenkundliche, bodenchemische und bodenphysikalische Untersuchungen von Auffüllungsflächen 1(-4) Jahre nach Durchführung der Auffüllung, Beurteilung hinsichtlich einer Verbesserung der Bodenfunktionen im Vergleich zu Referenzflächen im Umfeld, Vergleich technischer Vorgaben (behördliche Auflagen) und ihrer Einhaltung	0 - sehr hoch	Die Studie enthält sehr konkrete und praxisnahe Hinweise, die aus einer systematischen Auswertung durchgeführter Bodenauffüllungen gewonnen wurden. In der Literaturliste sind zudem auf weitere (ähnliche), teilweise unveröffentlichte Untersuchungen von Rekultivierungsmaßnahmen (aus den 1090er Jahren) enthalten, die evtl. für eine weitere Auswertung herangezogen werden könnten	3 - bisherige Praxis
Landeshauptstadt Stuttgart in Verbindung mit dem Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.) (2003)	Nachhaltiges Bauflächenmanagement Stuttgart (NBS) Schlussbericht Kurzfassung	2003	16	D	Innenentwicklung und Flächenrecycling	4 - nachrangig		
LfULG Sachsen (Hrsg.) (2009)	Vollzug der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung; Optimierung der Kompensationsverpflichtung (Entsiegelungserlass)	2009	3	D	Entsiegelung ist prioritäre Kompensation für Bodenbeeinträchtigungen, die erhöhte finanzielle Belastung durch (Hochbau-)Abriss soll in der Eingriffsregelung berücksichtigt / eingerechnet werden (Verweis auf die Handlungsempfehlung zur Eingriffsregelung) oder bei Maßnahmen im Ökokonto durch öffentliche Förderung des Eigenanteils	2 - mittel		4 - allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen
LUA NRW (Hrsg.) (2004)	Anforderungen an das Aufbringen und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden gemäß § 12 Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung (Merkblatt Nr. 44)	2004	67	D	Konkretisierung der gesetzlichen Regelung v.a. hinsichtlich landwirtschaftlicher Nutzung; Regelmächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht in Abhängigkeit von der (Folge-) Nutzung und der Vegetationsart (Tabelle)	1 - hoch	Identisch mit LABO-Vollzugshilfe zum §12 BBodSchV?	7 - Spezielle Anforderungen / Verwertung von Bodenmaterial - Schadstoffgehalte
Makki, M.; Frielinghaus, M. (Hrsg.) (2010)	Boden des Jahres 2010 - Stadtböden : Berlin und seine Böden	2010	145	D	Aufsatzsammlung zu Einzelthemen, z.B. Trümmerschuttböden und Sulfatfreisetzung, Naturnaher Boden im Berliner Stadtgebiet	2 - mittel		6 - spezielle Anforderungen / Stadtböden - Berlin
Mohs, Bernhard; Meiners, Hans-Georg (1995)	Untersuchungsprogramm Bodenver- und -entsiegelung - Ein Instrument zur Berücksichtigung des Bodenschutzes bei der Ver- und Entsiegelung von Böden, in: Bodenschutz : ergänzbares Handbuch der Massnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser, Kennz. 7365	1995	25	D	Auswirkungen von Ver- und Entsiegelungsmaßnahmen auf den Stoffhaushalt und der oberflächen Wasserhaushalt; S. 11, Abbildung: Bodeneigenschaften und Grundwasserverhältnisse zur Abschätzung der Schutzbedürftigkeit von Boden und Grundwasser	2 - mittel	Teilaspekt Wasserhaushalt (und Regenwasserbewirtschaftung)	9 - spezielle Anforderungen / Wasserhaushalt und Regenwasserbewirtschaftung
Oberstadtdirektor der Stadt Leverkusen, Umweltdezernat (Hrsg.) (1992)	Bodenentsiegelung : die Chance, ein Stück Natur zurückzugewinnen!	1992	24	D	Infobroschüre der Stadt Leverkusen für Bürger: z.B. Hinweis auf Fördermittel für Entsiegelung >5m ² , konkrete Tips zur Umgestaltung / Belagsänderung von Vorgärten, Kfz-Stellflächen, Wege, Plätze etc.	3 - gering	könnte für Vergleich kommunaler Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte genutzt werden	2 - Vergleich Bodenschutz-/ Entsiegelungskonzepte
Oechtering,Lisa; Däumling,Thomas (2012)	Hamburger Projekte und Maßnahmen des vorsorgenden Bodenschutzes, in Fachzeitschrift: Bodenschutz 2012/2, S.50-58	2012	8	D	Die Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen des vorsorgenden Bodenschutzes ist seit langem ein fester Bestandteil der Umweltverwaltung in der Freien und Hansestadt Hamburg. Die wesentlichen Instrumente in Form des "Fachplan Schutzwürdige Böden", der Digitalen Bodenkarte Hamburg und zwei ihrer Auswertungsebenen (Versiegelung, Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung) werden vorgestellt. Beispielhaft werden zwei Archivböden der Kulturgeschichte näher betrachtet, ein inzwischen unter Denkmalschutz stehender Wölbacker sowie eine Fläche, die unter Naturschutz gestellt werden soll. Die Kommunikation bodenschutzfachlicher Belange im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit zum Boden des Jahres 2010, den Stadtböden wird vorgestellt. Ein wesentlicher Baustein neben der digitalen Bereitstellung der Bodendaten ist darüber hinaus die "Bodenwerkstatt", die als Experimentierwerkstatt in Schulen und bei öffentlichen Veranstaltungen publikumswirksam eingesetzt wird. Ein Beitrag des Bodenschutzes zur Klimaanpassung ist die Verdunstungspotentialkarte. Im Verbund mit Instituten der Universität Hamburg beteiligt sich die Bodenschutzbehörde an der Entwicklung konkreter Anpassungsstrategien im städtischen Raum.	2 - mittel	könnte für Vergleich kommunaler Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte genutzt werden	2 - Vergleich Bodenschutz-/ Entsiegelungskonzepte
Ohlemeyer, Frank; Reddi, Angelika (1994)	Bodenentsiegelung : Anregungen für die Praxis	1994	24	D	Infobroschüre für Bürger: z.B. konkrete Tips zur Umgestaltung / Belagsänderung von Vorgärten, Kfz-Stellflächen, Wege, Plätze etc., teilweise wortgleich bzw. gleiche Abbildungen in "Bodenentsiegelung : die Chance, ein Stück Natur zurückzugewinnen!" aus Leverkusen	3 - gering	könnte für Vergleich kommunaler Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte genutzt werden	2 - Vergleich Bodenschutz-/ Entsiegelungskonzepte

Verfasser / Jahr	Titel	Jahr	Seiten	Land	Inhalt	Relevanz	Bemerkung zur möglichen Verwendung	Thema
Paetz, Andreas (1997)	Normung bei der Verwertung von Bodenmaterial, in: Verwertung von Bodenmaterial, Beiträge zur Jahrestagung 1996 des BVB, S. 72-80	1997	9 (102)	D	u.a. Hintergrundinformationen / Erklärungen zur DIN 19731	1 - hoch		7 - Spezielle Anforderungen / Verwertung von Bodenmaterial - Schadstoffgehalte
Peter, Matthias; Miller, Ricarda; Kunzmann, Günther; Schitterhelm, Jürgen (2009)	Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB - Leitfaden für die Praxis der Bodenschutzbehörden in der Bauleitplanung	2009	69	D	S. 24ff. Kompensationsmaßnahmen: Entsiegelung wirksamste Kompensation, des weiteren Rekultivierung, das Überdecken von baulichen Anlagen (z.B. Bunker, Munitionsdepots etc. wenn Beseitigung unverhältnismäßig teuer wäre), Abtrag von Aufschüttungen oder Verfüllungen, Auftrag von Oberboden, Kalkung, Bodenlockerung Nutzungsextensivierung, Minderung von Erosion durch Bepflanzung, Schadstoffbeseitigung	2 - mittel	es wird für keine der genannten Kompensationsmaßnahmen spezielle Anforderungen benannt, für Quantifizierung von Kompensationsmaßnahmen wird auf die Veröffentlichung des Umweltministeriums B-W "Das Schutzgut Boden in der Eingriffsregelung" (2006) verwiesen	4 -allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen
Regierung von Niederbayern (Hrsg.) (1994)	Hauzenberg : Rekultivierung einer Gewerbebrache	1994	15	D	Umgestaltung und städtebauliche Neuordnung stehen im Vordergrund, nicht Entsiegelung und Rekultivierung; sehr allgemeine Darstellung mit vielen Bildern	4 - nachrangig		
Scherer, Volker; Ferber, Uwe; Stahl, Volker; Böhm, christoph, Schenkel, Robert; Feger, Karl-Heinz; Tavares Wahren, Filipa; Schwärzel, Kai (2012)	Bodeninformationssystem für Untere Bodenschutzbehörden am Beispiel des Landkreises Mittelsachsen	2012	119	D	S.53-65: Brachflächen und Entsiegelungspotenzial	2 - mittel	könnte für Vergleich kommunaler Bodenschutzkonzepte genutzt werden - es handelt sich allerdings scheinbar um konzeptionelle Empfehlungen und nicht um ein umgesetztes Konzept; planerische / bodenfachliche Hinweise für die Ermittlung / Auswahl von Entsiegelungspotenzialen aber nicht für die Umsetzung bzw. die Wiederherstellung der Bodenfunktionen	2 - Vergleich Bodenschutz-/ Entsiegelungskonzepte
Schneider, Raimund; Schröder, Dietmar; Weyers, Markus (1998)	Entwicklung, Sanierung und Schutz des Bodengefüges von Neulandböden, in: Braunkohlentagebau und Rekultivierung - Landschaftsökologie, Folgenutzung, Naturschutz, S. 199-213	1998	15 (1068)	D	Entwicklung des Bodengefüges nach Umlagerung, Wirkungen von Melioration und Bewirtschaftung; Beispiel Rheinisches Braunkohlerevier, Lößböden, Land- und Forstwirtschaft als Folgenutzungen	3 - gering	Beispiel trifft kaum auf Berliner Verhältnisse zu, höchstens allgemeine Aussagen	8 - spezielle Anforderungen / Rekultivierung
SenStadtUm Berlin (Hrsg.) (2006)	Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Bek. v. 12.01.2006 SenStadt -VIII C 3-	2006	1	D	"Die Technischen Regeln Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) und Teil III: Probenahme und Analytik werden für den Vollzug im Land Berlin übernommen"	1 - hoch	<i>Text auf der Internetseite ist hinsichtlich der zulässigen Einbauklasse in WSZ etwas verwirrend / überarbeitungsbedürftig</i>	7 - Spezielle Anforderungen / Verwertung von Bodenmaterial - Schadstoffgehalte
Sponagel, H.; et al. (2005)	Bodenkundliche Kartieranleitung	2005	438	D	Bodenkartierung; Kartierung in urbanen Räumen; Bewertung hinsichtlich Filterwirkung, verschlammungsneigung, Verockerung, Erodierbarkeit, Pufferung, Austauschverhalten	2 - mittel		5 -allgemeine bodenfachliche Grundlagen / Bodenfunktionen
Stadt Aachen (Hrsg.) (2012)	Aachener Leitfaden zur Bewertung von Eingriffen in das Schutzgut Boden - Arbeits- und Entscheidungsgrundlage für Planungs- und Genehmigungsverfahren Aachen	2012	34	D	Beschreibung und Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen, Operationalisierung im Hinblick auf die Eingriffsregelung nach BNatSchG und BauGB (Eingriffsbewertung und -bilanzierung), Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung, Ausgleichsmaßnahmen	2 - mittel	eher allgemeine Ausführungen zum Thema Maßnahmen zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen; könnte für Vergleich kommunaler Entsiegelungskonzepte herangezogen werden	2 - Vergleich Bodenschutz-/ Entsiegelungskonzepte
Stulle, Karen; Wulfert, Katrin (2001)	Entwicklung eines kommunalen Entsiegelungskonzeptes - Darstellung am Beispiel der Stadt Hildesheim	2001	52	D	Bsp. Kommunales Entsiegelungskonzept: S. 9: Methodisches Vorgehen, S. 10-20: Fachliche Grundlagen; Definition von Fachbegriffen; Hinweise zur Wiederherstellung und Rekultivierung; Umsetzung von Entsiegelungsmaßnahmen	0 - sehr hoch	relativ konkrete Ausführungen zum Thema Maßnahmen zur Wiederherstellung; könnte für Vergleich kommunaler Entsiegelungskonzepte herangezogen werden	2 - Vergleich Bodenschutz-/ Entsiegelungskonzepte
UBA (Hrsg.) (2005)	Empfehlungen für Untersuchung und Bewertung versiegelter Flächen sowie für Maßnahmen zur Erhaltung / Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens	2005	12	D	UFOPLAN-Vorhaben FKZ 200 73 251; Parameter zur Untersuchung des Profils versiegelter Flächen; (auch in UBA "Realisierbarkeit des Entwurfs..." Enthalten)	0 - sehr hoch	Handlungsempfehlungen sollten sich generell an den Empfehlungen orientieren, Ergänzungen / Konkretisierungen entsprechend spezieller Berliner Verhältnisse	4 -allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen
UBA (Hrsg.) (2006)	Verringerung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlungen und Verkehr - Entsiegelung bei Neuversiegelung – Eingriffsregelung optimiert anwenden! - Gemeinsame Forderungen aus Landwirtschaft und Naturschutz	2006	12	D	gemeinsames Positionspapier von BfN, BMU, Bundesverband der gemeinnützigen Landesgesellschaften, BUND, NABU, Dt. Verband für Landschaftspflege, Verband der Landwirtschaftskammern, Dt. Bauernverband; allgemeine Forderung, dass Entsiegelungsmaßnahmen zur Kompensation von beeinträchtigten Bodenfunktionen prioritär betrachtet werden soll; Forderung nach gesamtstädtlichen Kompensationskonzepten (Ökokonto)	4 - nachrangig	Entsiegelung als prioritäre Maßnahme zur Kompensation von Bodenbeeinträchtigungen	
UM BW (Hrsg.) (2006)	Das Schutzgut Boden in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung - Arbeitshilfe	2006	26	D	Berechnung des Eingriffs bzw. Kompensationsbedarfs über Wertpunktverfahren für 4 unterschiedene Bodenfunktionen (Fruchtbarkeit, Ausgleichskörper im Wasserkreislauf, Filter und Puffer, Standort für natürliche Vegetation); S. 15ff, Kompensationsmaßnahmen und ihre Bewertung: Maßnahmenbeispiel u.a. Entsiegelung	1 - hoch	Formulierung allgemeiner Minimalanforderungen bei Entsiegelung, auch Hinweise für Herstellung von Extremstandorten für naturschutzfachlichen Ausgleich (S. 17) - allerdings alles sehr allgemein	4 -allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen
Willand, Achim; Kanngießler, Antje (2005)	Realisierbarkeit des Entwurfs einer Entsiegelungs-Verordnung nach § 5 BBodSchG (UBA-FB 000838)	2005	129	D	§ 5 BBodSchG; Ergebnisse eines Planspiels/Experten-Workshops zu den Themen: Entsiegelung bei Altlasten, Unterstützung von Entsiegelungsvorhaben durch finanzielle Anreize, technische und bodenfachliche Regelungen; Begründung, warum die Erstellung der Entsiegelungsverordnung nicht weiter verfolgt wird; Empfehlung, dass die "Empfehlungen für die Untersuchung und Bewertung versiegelter Flächen sowie für die Maßnahmen zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens" dennoch als Standard herangezogen werden sollen;	0 - sehr hoch	siehe oben; auf S. 36 und S. 106 wird auf durch die LABO in Bearbeitung befindliche Empfehlungen für Entsiegelung verwiesen --> dazu konnte ich nichts Näheres finden (auch nicht auf der LABO-Internetseite); Entsiegelungsverordnung wird nicht weiter verfolgt siehe BT-Drs.(ID 11)	4 -allgemeine Anforderungen an Entsiegelungsmaßnahmen
Wolff, Gerd (2007)	Das Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS) - Kurzfassung	2007	9	D	Erstellen einer Planungskarte Bodenqualität: aggregierte Bewertung der Bodenfunktionen, Ermittlung von Bereichen mit vorrangigem Schutz; Steuerung der Bodeninanspruchnahme über Punktbewertung, Errechnung des gesamtstädtischen Wertes der Bodenqualität als Indikator für Monitoring	3 - gering	könnte für Vergleich kommunaler Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte genutzt werden	2 - Vergleich Bodenschutz-/ Entsiegelungskonzepte
Wolff, Gerd (2011)	4 Jahre Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS) - (Erfolgs-) Bilanz und Denkanstöße, in: Bodenschutz: Erhaltung, Nutzung und Wiederherstellung von Böden, Heft 2/2011, S. 47-48	2011	2	D	Fazit: Erfolgreiche Konzentration auf Innenentwicklung, d.h. hohe Neufächeninanspruchnahme gleichzeitig geringer Bodenverlust (Indexpunkte), kritisch gegenüber Entsiegelungsmaßnahmen: Kosten-Nutzen stehen in schlechtem Verhältnis und Gefahr, dass Rückbau zu Nutzungsdruck auf bisher relativ unberührte Bereiche erhöhen könnte	2 - mittel	könnte für Vergleich kommunaler Bodenschutz-/Entsiegelungskonzepte genutzt werden	2 - Vergleich Bodenschutz-/ Entsiegelungskonzepte
Zihler, J.; Dettwiler, J.; Zäch, Ch. (2003)	Bodenschutz in der Schweiz: Konzept und Maßnahmen, in: Bodenschutz : ergänzbares Handbuch der Massnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser, Kennz. 0310	2003	25	D	versiegelte Flächen sind kein Boden im Sinne des schweizerischen Umweltschutzgesetzes (USG); Übergreifendes Ziel des Bodenschutzes ist der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit; das USG weist den Vollzug des Bodenschutzes den 26 Kantonen zu; Forderung, dass Neuversiegelung zukünftig verstärkt durch den Rückbau bestehender Anlagen kompensiert wird, um dem Flächenverbrauch entgegen zu wirken	3 - gering	scheinbar zumindest bis 2003 Entsiegelung kein großes Thema im Schweizer Bodenschutz	1 - Einleitung / Hintergrund / Stellenwert Entsiegelung

5. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gesichtete Literatur nach Themenbereichen.....	6
Tabelle 2: Literaturliste - Auswahl besonders relevanter Veröffentlichungen	7
Tabelle 3: Relevante Normen, technische Regeln und Gesetze	9
Tabelle 4: Parameter zur Untersuchung des Profils versiegelter Flächen (Quelle: WILLAND / KANNGIEßER 2005, Anlage 6; inhaltlich identisch mit UBA 2005)	14
Tabelle 5: Maßnahmen zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des Bodens (Quelle: UBA 2005)	17
Tabelle 6: Regelmächtigkeit der durchwurzelbaren Bodenschicht in Abhängigkeit von der (Folge-)Nutzung und der Vegetationsart (Quelle: LABO 2002, S. 13)	20
Tabelle 7: Tiefen des effektiven Wurzelraumes (in dm) in Abhängigkeit von Bodenart und Nutzung (PLATH-DREETZ et al. 1988, Quelle: Gerstenberg 2009, S. 67)	20
Tabelle 8: Verwendung von Bodenmaterial/Baggergut bei der Auf- /Einbringung in oder auf eine durchwurzelbare Bodenschicht bzw. bei der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht unter Nährstoffaspekten (Quelle: LABO 2002, S. 19)	21
Tabelle 7: Bearbeitbarkeit, Befahrbarkeit und Gefährdung des Bodengefüges in Abhängigkeit vom Tongehalt und der Bodenfeuchte (Quelle: Bodenkundliche Kartieranleitung KA5).....	22
Tabelle 8: Umlagerungseignung von Böden in Abhängigkeit vom Feuchtezustand (Quelle: LABO 2002, S. 22).....	22

Impressum

Abbildungsnachweis:

Titelblatt:

Links: Geoportal Berlin, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin

Rechts: PLANUNGSGRUPPE CASSENS + SIEWERT

Koordination:

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt

Referat VIII C - Bodenschutz

Sabine Hilbert

Marina Brandt

Inhalte und Bearbeitung:

PLANUNGSGRUPPE CASSENS + SIEWERT

Landschaftsarchitekten · Landschaftsplaner

Streitstraße 11 – 14

13587 Berlin

Tel. (030) 261 77 97

Wolfram Siewert

Diana Blaschke

J.H. Gerstenberg

Fritschestraße 68

10585 Berlin

Tel. (030) 34 70 33 48

Berlin, September 2013