

Umwelt und Geologie
Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 14

Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB

Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs
für das Schutzgut Boden in Hessen und Rheinland-Pfalz

Wiesbaden, 2019

Impressum

Umwelt und Geologie
Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 14

ISSN 1610-5931
ISBN 978-3-89531-616-6

Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB **Arbeitshilfe zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden in Hessen und Rheinland-Pfalz**

Bearbeiter: Arbeitsgruppe „Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung“
Ricarda Miller (Ingenieurbüro Schnittstelle Boden)
Klaus Friedrich (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie)
Stephan Sauer (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz)
Thomas Vorderbrügge (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie)

Projekt-
begleitender

Arbeitskreis: Ursula Apel (Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)
Josef Backes (Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz)
Hans-Michael Chudziak (Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz)
Klaus Friedrich (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie)
Jörg Martin (Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)
Ricarda Miller (Ingenieurbüro Schnittstelle Boden)
Alexander Roth (Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz)
Stephan Sauer (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz)
Thomas Vorderbrügge (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie)

Layout: Nadine Senkpiel
Titelbild: © Biewer – fotolia.com

Herausgeber, © und Vertrieb:
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: 0611 69 39-0
Telefax: 0611 69 39-555
E-Mail: vertrieb@hlnug.hessen.de

www.hlnug.hessen.de

Nachdruck und Aktualisierung
Stand: Januar 2019

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung der Herausgeber.

Inhalt

Vorwort	4
1 Anlass und Zielsetzung	5
2 Rechtliche und planerische Grundlagen	5
3 Bodenfunktionsbewertung – Datengrundlage BFD5L	6
3.1 Einzelbewertung der Bodenfunktionen	7
3.2 Gesamtbewertung der Bodenfunktionen	8
3.3 Vorgehensweise ohne BFD5L	9
4 Ermittlung der bodenfunktionsbezogenen Kompensation	9
4.1 Berechnung des Kompensationsbedarfs	10
4.1.1 Berechnungsschema	10
4.1.2 Berechnungswerkzeug	11
4.2 Ist-Zustand – Wertstufe vor dem Eingriff	12
4.2.1 Bodenfunktionsbewertung	12
4.2.2 Vorbelastungen	12
4.3 Auswirkungsprognose – Wertstufe nach dem Eingriff	12
4.3.1 Bewertung von Eingriffen – Wirkfaktoren	13
4.3.2 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen	13
4.3.3 Kompensationsmaßnahmen	13
4.3.3.1 Bewertung der Kompensationsmaßnahmen	14
4.3.3.2 Rahmenbedingungen für Kompensationsmaßnahmen	16
4.3.3.3 Naturschutzfachliche Maßnahmen	16
4.3.3.4 Produktionsintegrierte Maßnahmen	16
4.3.4 Maßnahmensteckbriefe	17
5 Fallbeispiel	17
6 Literatur	22
7 Gesetze und Verordnungen	27
8 Abkürzungsverzeichnis	28
9 Anhang	29

Vorwort

Mit Grund und Boden soll nach dem Baugesetzbuch sparsam und schonend umgegangen werden. Zur Verringerung der zusätzlichen Inanspruchnahme von Flächen sind Maßnahmen zur Innenentwicklung zu nutzen. Bodenversiegelungen sind auf das notwendige Maß zu beschränken. Vorhaben der Bauleitplanung und die damit verbundenen Baumaßnahmen führen dennoch häufig zu einem vollständigen oder teilweisen Verlust des Bodens und seiner Funktionen. Nach dem Baugesetzbuch sind Auswirkungen von Vorhaben auf die Umwelt einschließlich des Bodens zu ermitteln und zu bewerten. Die Vermeidung und der Ausgleich von Beeinträchtigungen der Umwelt sind in der Abwägung zu berücksichtigen.

Hierzu dient die vorliegende Arbeitshilfe. Sie soll schon während der Planungsphase Kenntnisse über die Funktionen des Bodens in Wert setzen, indem der Zustand vor und nach einem Eingriff beurteilt wird. Damit lassen sich beispielsweise Vor- und Nachteile verschiedener Planungsvarianten für das Schutzgut Boden ermitteln. Für eine gewählte Planungsvariante lässt sich durch den Vergleich des Zustandes vor und nach einem Eingriff auch der Umfang des Eingriffs nachvollziehbar berechnen. Steckbriefe mit bewerteten Kompensationsmaßnahmen geben dem Planer

ein Werkzeug an die Hand, um einen Eingriff beurteilen und ausgleichen zu können. Damit liefert diese Arbeitshilfe den Schlüsselbaustein zwischen der Arbeitshilfe „Bodenschutz in der Bauleitplanung“ des Hessischen Umweltministerium von 2011 und den flächendeckend für die landwirtschaftliche Nutzfläche vorliegenden Karten der Bodenfunktionsbewertung. Die Ermittlung und Bewertung der bodenbezogenen Belange und die Umweltprüfung kann damit für das Schutzgut Boden objektiv und strukturiert durchgeführt werden.

Die „Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB“ macht nicht an der Landesgrenze halt. Daher wurde die Arbeitshilfe in einer länderübergreifenden und interdisziplinären Zusammenarbeit erarbeitet. Allen Beteiligten sei an dieser Stelle für die hervorragende Zusammenarbeit gedankt. Die seit vielen Jahren bewährte und effiziente fachliche Kooperation kann mit dieser Arbeitshilfe auf das planerische Anwendungsfeld ausgedehnt werden. Die Herausgabe der Arbeitshilfe erfolgt inhaltlich gemeinsam mit dem Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. Aufgrund einiger landesspezifischer Gegebenheiten werden getrennte Ausgaben als Druckwerk herausgegeben.



Thomas Schmid

Prof. Dr. Thomas Schmid
Präsident des Hessischen Landesamtes
für Naturschutz, Umwelt und Geologie



Georg Wieber

Prof. Dr.-habil. Georg Wieber
Direktor des Landesamtes
für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

1 Anlass und Zielsetzung

Flächenverbrauch und Flächenversiegelung führen zu einem Verlust an Böden und ihrer Funktionen. Dennoch wird das Schutzgut Boden meist nicht in gleichem Maße wie die anderen Schutzgüter betrachtet.

Für die Ermittlung von Ist-Zustand, Auswirkungsprognose und Ausgleichsbedarf für das Schutzgut Boden im Rahmen der Umweltprüfung nach Baugesetzbuch wurden für Hessen und Rheinland-Pfalz Daten und Karten zur Bewertung von Bodenfunktionen im Maßstab 1 : 5 000 entwickelt (BFD5L: Bodenflächendaten 1 : 5 000, landwirtschaftliche Nutzfläche).

Aufbauend auf diesen landesweit verfügbaren Daten zur Bodenfunktionsbewertung wurde ein Berechnungsschema und -werkzeug zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarfs aufgebaut. Die Entwicklung des Verfahrens erfolgte ab 2015 in

einem länderübergreifenden Projekt der Projektpartner Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB), Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU), Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV), Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (MUEEF) und dem Ingenieurbüro Schnittstelle Boden.

Berechnungsschema und -methodik wurden zuletzt im Oktober 2016 im Rahmen eines Fachworkshops Experten verschiedener Arbeitsbereiche aus Landesbehörden sowie Ingenieurbüros vorgestellt. Daraus gewonnene Verbesserungsvorschläge und Anregungen wurden, soweit möglich, aufgenommen und im weiteren Projektverlauf berücksichtigt.

2 Rechtliche und planerische Grundlagen

Umweltprüfung

In der nach dem BauGB vorgeschriebenen Umweltprüfung werden für die Umweltbelange – und damit auch die Belange des Bodenschutzes – die voraussichtlichen Auswirkungen der Umsetzung eines Bebauungsplanes analysiert. Dabei wird zunächst der derzeitige Bodenzustand (Ist-Zustand) ermittelt und bewertet und im Rahmen der Auswirkungsprognose bzw. der Umweltfolgenabschätzung eine Bewertung des Bodenzustands bei der Umsetzung der Planung vorgenommen. Durch die Verzahnung von Baugesetzbuch (BauGB) und Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) ist für die Bodenbewertung eine Beurteilung der im BBodSchG verankerten Bodenfunktionen erforderlich. Zu diesem Zweck stellen das HLNUG und das LGB für die landwirtschaftliche Nutzfläche Bodenflächendaten im Maßstab 1 : 5 000 (BFD5L) zur Verfügung. Die Daten basieren auf landesweit einheitlichen Methoden zur Bodenfunktionsbewertung, die flächendeckend in den Webviewern beider

Bundesländer sowie als GIS-Daten verfügbar sind (<http://bodenviewer.hessen.de> bzw. <http://mapclient.lgb-rlp.de>).

Um die Auswirkungen einer Bauleitplanung auf das Schutzgut Boden zu ermitteln, wird der bodenfunktionale Zustand vor und nach dem Eingriff verglichen. Die Unterschiede der Bodenfunktionsbewertungen stellen dabei die Auswirkungen der Planungsumsetzung bzw. den Kompensationsbedarf dar.

Der Ermittlung des Kompensationsbedarfs liegt die baurechtliche Eingriffsregelung zugrunde, die nach § 1a Abs. 3 BauGB und § 18 BNatSchG bei der Aufstellung von Bauleitplänen zu beachten ist. Vermeidung und Ausgleich unterliegen bei der baurechtlichen Eingriffsregelung – im Gegensatz zur naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung (diese gilt bei Eingriffen außerhalb des Baurechts) – dem so genannten Abwägungsgebot.

Diejenigen Bodenfunktionen, die durch den Eingriff beeinträchtigt werden, sollten durch geeignete bodenfunktionsbezogene Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden. Dabei ist für Böden, auf denen die Kompensationsmaßnahmen durchgeführt werden, der Erfüllungsgrad der betroffenen Bodenfunktionen zu erhöhen. Die Überwachung der erheblichen Auswirkungen auf den Boden aufgrund der Umsetzung der Planung sowie die Durchführung der Ausgleichsmaß-

Arbeitshilfen

Hinsichtlich der oben beschriebenen Arbeitsschritte zur Berücksichtigung des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung soll der Leitfaden „Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB“ (PETER et al. 2009a und 2009b) beachtet werden. Der Leitfaden wurde im Auftrag der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) erstellt, im März 2008 von der LABO

nahmen soll zudem von der Kommune durch Monitoringmaßnahmen festgelegt werden (§ 4c BauGB). Die bodenbezogenen Kompensationsmaßnahmen gilt es zudem im Bauleitplan über die so genannten Festsetzungen textlich und kartografisch zu verankern (vgl. § 1a Abs. 3 Satz 2 BauGB). Maßnahmen, die nicht festgesetzt werden können (da sie z. B. die Bauphase betreffen), können über einen öffentlich-rechtlichen Vertrag für den Bauherrn verbindlich festgelegt werden.

und der Umweltministerkonferenz verabschiedet und den Ländern zur Anwendung empfohlen. Des Weiteren liegt eine im Auftrag des Hessischen Umweltministeriums erstellte „Arbeitshilfe zur Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der Abwägung und der Umweltprüfung nach BauGB in Hessen“ (PETER et al. 2011) vor, die ebenfalls zu berücksichtigen ist.

Verfahren ohne Umweltprüfung

Nicht bei allen Verfahren der Bauleitplanung ist eine Umweltprüfung obligatorisch (z. B. beschleunigte Verfahren nach § 13a und § 13b BauGB). Auch in diesen Fällen bestehen Anforderungen an die Betrachtung des Belangs Boden und an den Ausgleich voraussichtlich erheblicher Beeinträchtigungen. So ist unabhängig vom Erfordernis einer Umweltprüfung stets eine Ermittlung und Bewertung der Umweltbelange – und damit auch für das Schutzgut Boden – durchzuführen. Dies schließt die Ermittlung und Bewertung des Bestands und der Eingriffswirkungen

ein. Auch Vermeidung und Verminderung voraussichtlich erheblicher Beeinträchtigungen sind in jedem Fall in der Abwägung zu berücksichtigen und aufgrund der Bodenschutzklausel geboten. Ebenso ist das Ausgleichserfordernis nicht an die Durchführung der Umweltprüfung gebunden. Auf den Ausgleich der voraussichtlich erheblichen Beeinträchtigungen des Bodens kann nur in den Fällen verzichtet werden, für die dies ausdrücklich im BauGB geregelt ist (z. B. bei Verfahren der Innenentwicklung mit einer Grundfläche von < 20 000 m²).

3 Bodenfunktionsbewertung - Datengrundlage BFD5L

In Hessen und Rheinland-Pfalz wurden Methoden zur Bewertung von Bodenfunktionen und Bodeneigenschaften vom HLNUG und vom LGB in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Schnittstelle Boden im Rahmen der „Bodenflächendaten 1 : 5 000, landwirtschaftliche Nutzfläche“ (BFD5L) entwickelt und zur Verfügung gestellt (FRIEDRICH et al. 2008; MILLER et al. 2005). Die Karten fußen auf der bodenkundlichen Interpretation der Punkt- und Flächen-daten der Bodenschätzung.

Im Zuge der Nachfrage nach Bodenfunktionsbewertungen, insbesondere für die Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der (Bauleit-)Planung, wurden aus den Daten der BFD5L speziell für den Einsatz in diesem Bereich Bewertungen für einzelne Bodenfunktionen sowie eine zusammenfassende Gesamtbewertung abgeleitet. Diese liegen nahezu flächendeckend für die landwirtschaftliche Nutzfläche beider Länder vor und können in den jeweiligen Kartentviewern online als **Layer „Bodenschutz in der**

Planung“ (<http://bodenviewer.hessen.de>) bzw. **„Bodenfunktionsbewertung“** (<http://mapclient.lgb-rlp.de>) abgerufen bzw. als Daten gegen eine geringe Schutzgebühr bestellt werden (HLNUG 2016, LGB 2016).

Eine umfassende Dokumentation der Bodenfunktionsbewertung im Rahmen der BFD5L findet sich unter <https://umwelt.hessen.de> sowie <https://mueef.rlp.de> (MILLER 2013, MILLER 2016).

3.1 Einzelbewertung der Bodenfunktionen

Laut Empfehlung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) sowie von Studien zum Thema Bodenfunktionsbewertung sind folgende Bodenfunktionen bzw. Bodenteilfunktionen mit den entsprechenden Kriterien von besonderer Relevanz in Planungsverfahren (LAMBRECHT et al. 2003; PETER et al. 2009a und 2009b, PETER et al. 2011):

- Lebensraum für Pflanzen mit den Kriterien „Standortpotenzial für natürliche Pflanzengesellschaften (Biotopentwicklungspotenzial)“ sowie „natürliche Bodenfruchtbarkeit“ (Ertragspotenzial),
- Funktion des Bodens im Wasserhaushalt mit im Einzelfall zu bestimmenden Kriterien,
- Archiv der Natur- und Kulturgeschichte.

Diese Auswahl basiert auf einer Analyse der Wirkfaktoren bei Vorhaben der Bauleitplanung auf die verschiedenen Bodenfunktionen bzw. Bodenteilfunktionen nach BBodSchG.

Es ist anzustreben, zumindest diese drei Bodenfunktionen bzw. -teilmfunktionen im Rahmen der Umweltprüfung bei Verfahren der Bauleitplanung sowie übergeordneter Planungsverfahren zu bewerten.

Zudem sind, je nach Einzelfall und in Abhängigkeit von der örtlichen Situation und den vom Vorhaben ausgehenden Wirkfaktoren, die weiteren berührten Bodenfunktionen entsprechend zu bewerten. Welche Boden(teil)funktionen und welche Kriterien für die Bewertung ausgewählt werden, ist abhängig von Art und Umfang des Vorhabens und wird beim **Scoping** (frühzeitige Beteiligung nach § 4 Abs. 1 BauGB) entschieden. Für die Auswahl ist zudem die Verfügbarkeit an Daten und Bewertungsmethoden entscheidend.

Von den drei vornehmlich zu bewertenden Funktionen (s. o. Empfehlung der LABO) stehen für die Funktion „Lebensraum für Pflanzen“ und „Funktion des Bodens im Wasserhaushalt“ Bewertungskriterien der BFD5L zur Verfügung. Zusätzlich wurde zudem die „Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium“ herangezogen. Als erster Schritt bei der Entwicklung der Bodenfunktionsbewertung wurde eine entsprechende Klassifizierung dieser Kriterien festgelegt. Dabei werden die bewerteten Böden hinsichtlich des Funktionserfüllungsgrades in den fünf Stufen sehr gering (1), gering (2), mittel (3), hoch (4) und sehr hoch (5) klassifiziert. Die für die Einzelbewertung der Bodenfunktionen verwendeten Bewertungskriterien zeigt die folgende Tabelle.

Tab. 1: BFD5L-Methoden zur Bodenfunktionsbewertung in der Methodenbank

Funktion nach BBodSchG	Methode Bodenfunktionsbewertung BFD5L
Lebensraum für Pflanzen	Bodenfunktion: Lebensraum für Pflanzen, Kriterium Standorttypisierung für die Biotopentwicklung
Lebensraum für Pflanzen	Bodenfunktion: Lebensraum für Pflanzen, Kriterium Ertragspotenzial
Funktion des Bodens im Wasserhaushalt	Bodenfunktion: Funktion des Bodens im Wasserhaushalt, Kriterium Feldkapazität
Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium	Bodenfunktion: Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium, Kriterium Nitratrückhaltevermögen

Für Böden mit Archivfunktion (Archiv der Natur- und Kulturgeschichte) sind für die Länder Hessen und Rheinland-Pfalz bislang noch keine abschlie-

ßenden Methoden entwickelt worden, sie befinden sich aber in Planung.

3.2 Gesamtbewertung der Bodenfunktionen

Als wesentlicher Baustein wurde eine zusammenfassende bzw. aggregierende Bewertung der oben beschriebenen Einzelbewertungen von Bodenfunktionen im Rahmen der BFD5L entwickelt (vgl. Abb. 1). Diese Gesamtbewertung ist für die Planungsverantwortlichen aus Gründen der besseren Handhabung

und insbesondere für die Standortalternativenprüfung in Flächennutzungsplanverfahren relevant. Entsprechende Karten zeigen unmittelbar den Erfüllungsgrad der aggregierten Bodenfunktionen (Ampelfunktion: rote Flächen möglichst frei halten).

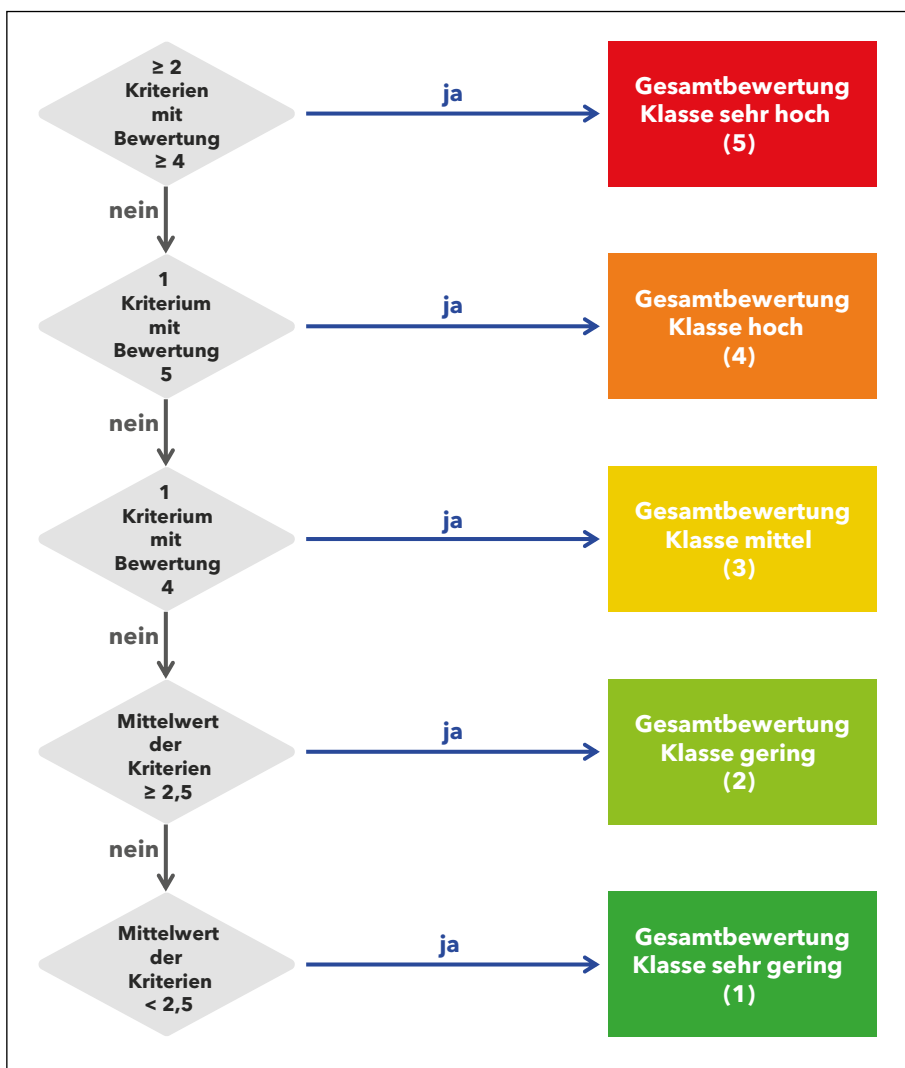


Abb. 1: Schema der aggregierenden Gesamtbewertung der Bodenfunktionen aus den vier Einzelbewertungen

Das Prinzip hinter der Ergebnisbildung lässt sich als Kombination aus arithmetischer Mittelwertbildung der vier Bodenfunktionen mit einer Priorisierung von

Böden mit einem hohen (Stufe 4) und sehr hohen (Stufe 5) Bodenfunktionserfüllungsgrad beschreiben.

3.3 Vorgehensweise ohne BFD5L

Stehen für ein Plangebiet keine BFD5L-Daten zur Verfügung, besteht unabhängig von der betroffenen Flächengröße die Notwendigkeit der Verwendung einer qualifizierten Datengrundlage. Baugrundgutachten können nur eingeschränkt herangezogen werden, da hieraus keine bodenfunktionale Bewertung abgeleitet werden kann. In Abhängigkeit von der Datensituation im Plangebiet wird folgende gestufte Vorgehensweise empfohlen:

- Plangebiet mit Bodendaten, aber kleineren Datenlücken (kleine Teilflächen des Plangebiets ohne BFD5L) → Übertragung der Informationen der Nachbarflächen auf Flächen mit Datenlücken ist
- Plangebiet mit Bodendaten, aber größeren Datenlücken (größere Flächenanteile des Plangebiets ohne BFD5L) → Teilflächenkartierung im Maßstab 1 : 5 000 unter Beachtung der angrenzenden BFD5L;
- Plangebiet/Flächen ohne Bodendaten (gesamtes Gebiet bzw. isolierte Flächen/Gebiete) → Bodenkartierung im Maßstab 1 : 5 000 oder mit höherer räumlicher Auflösung notwendig;

prinzipiell möglich; Daten der BK25, BFD25 oder BFD50 können zur Unterstützung herangezogen werden;

4 Ermittlung der bodenfunktionsbezogenen Kompensation

Der methodische Ablauf zur Ermittlung der bodenfunktionsbezogenen Kompensation ist in Abbildung 2 als Fließdiagramm dargestellt:

Der derzeitige Bodenzustand (Ist-Zustand) wird mithilfe der Bodenfunktionsbewertung der BFD5L als **Wertstufe vor dem Eingriff** ermittelt (vgl. Kap. 4.2). Für die Auswirkungsprognose der aktuell zu prüfenden Bauleitplanung wird eine Bodenfunktionsbewertung (**Wertstufe nach dem Eingriff**, vgl. Kap. 4.3.1) für den Fall der Durchführung der Planung vorgenommen und mit der Bodenfunktionsbewertung der Bestandsbewertung verglichen. Die Unterschiede der Bodenfunktionsbewertungen stellen, unter der Berücksichtigung von Minderungs-

maßnahmen (**Wertstufe nach Eingriff und Minderung**, vgl. Kap. 4.3.2), die Auswirkungen der Planungsumsetzung bzw. den **Kompensationsbedarf** (in Bodenwerteinheiten BWE) dar. Diejenigen Bodenfunktionen, die durch den Eingriff eine Beeinträchtigung erfahren, sollten durch geeignete bodenfunktionsbezogene Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden. Dabei sollen Böden, auf denen die Kompensationsmaßnahmen stattfinden, eine funktionale Aufwertung erhalten (**Wertstufe nach Kompensation**, vgl. Kap. 4.3.3).

Im Folgenden werden die einzelnen Bausteine des Ablaufschemas zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden erläutert.

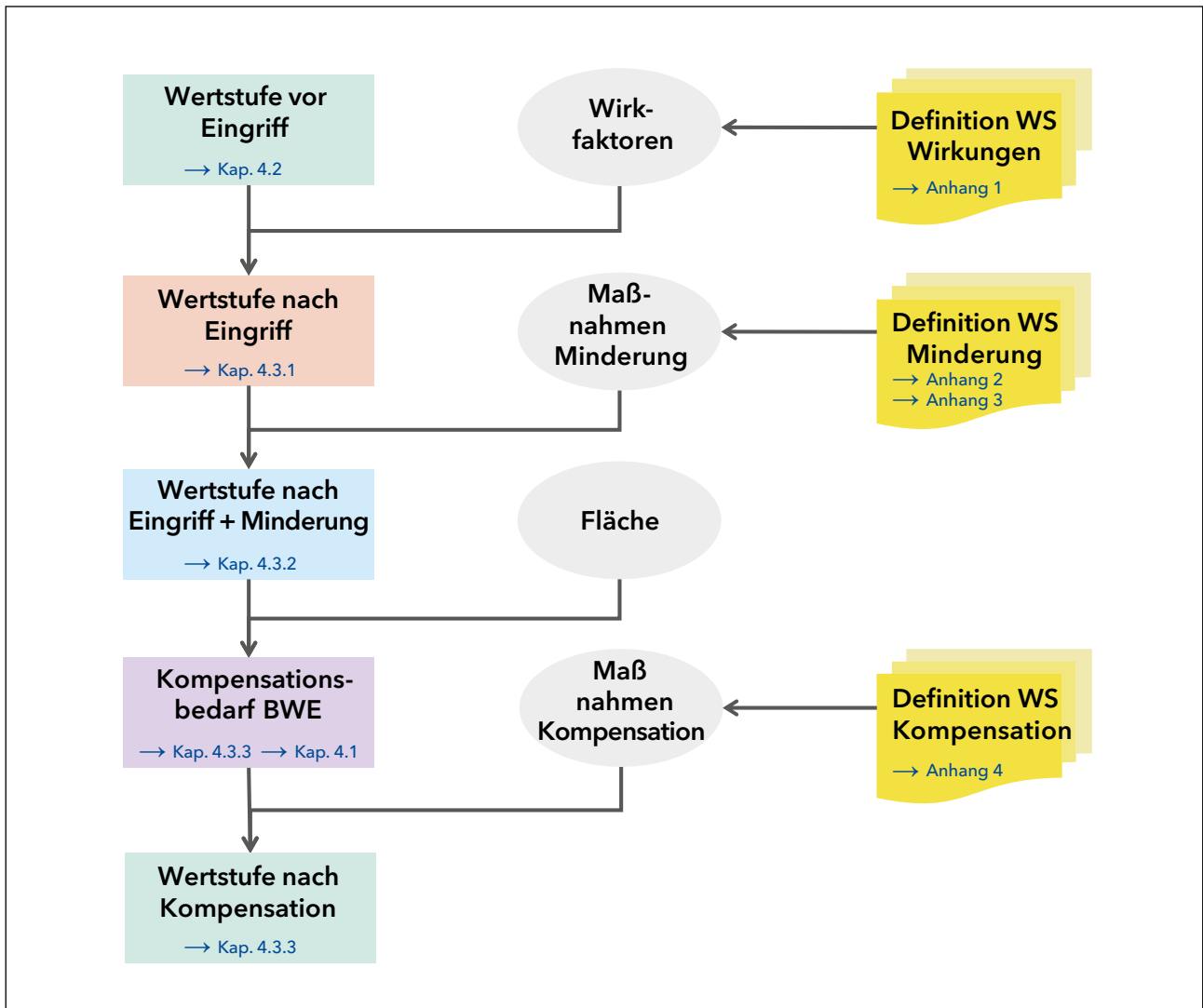


Abb. 2: Ablaufschema zur Ermittlung der bodenfunktionsbezogenen Kompensation
WS: Wertstufe (1 = sehr gering, 2 = gering, 3 = mittel, 4 = hoch, 5 = sehr hoch)
BWE: Bodenwerteinheit = Fläche in ha x Wertstufen-Differenz vor und nach dem Eingriff

4.1 Berechnung des Kompensationsbedarfs

4.1.1 Berechnungsschema

Das Thema des bodenfunktionsbezogenen Ausgleichs beschäftigt seit der Novelle des BauGB 2004 verschiedene Institutionen in den Bundesländern, auf deren Arbeiten und Erfahrungen sich die Vorgehensweise für Hessen und Rheinland-Pfalz stützen konnte. Insbesondere das Land Baden-Württemberg hat ein Berechnungsverfahren zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs (KB) in Bodenwerteinheiten (BWE)

entwickelt, das im Leitfaden „Das Schutzgut Boden in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung“ beschrieben ist (LUBW 2012). Das Verfahren hat sich bewährt (BÖHM 2013) und ist seit 2010 auch in der Ökokontoverordnung für rein naturschutzfachliche Eingriffs-/Ausgleichsfragestellungen verankert. Der Anwendungsbereich erstreckt sich aber auch auf den bauleitplanerischen Ausgleich (LUBW 2012).

Berechnung:

$$KB = \text{Fläche [ha]} \times (WvE - WnE)$$

KB: Kompensationsbedarf in Bodenwerteinheiten (BWE)

WvE: Wertstufe des Bodens vor dem Eingriff

WnE: Wertstufe des Bodens nach dem Eingriff

Das entwickelte Bewertungs- und Berechnungsverfahren für Hessen und Rheinland-Pfalz basiert prinzipiell auf der Vorgehensweise des Landes Baden-Württemberg. In folgenden Bereichen wurden Ergänzungen und Anpassungen vorgenommen:

- Festlegung von Wertstufenverlusten für Eingriffe in das Schutzgut Boden,

4.1.2 Berechnungswerkzeug

Die Berechnung erfolgt mithilfe eines aufgebauten Excel-Berechnungswerkzeugs (vgl. Tab. 4 bis Tab. 6). Jeder der drei Hauptarbeitsschritte

- Berechnung der Wertstufendifferenz der Bodenfunktionen vor und nach dem Eingriff,
- Berechnung des bodenbezogenen Kompensationsbedarfs und
- Berechnung der Wirkung von Kompensationsmaßnahmen

wird in einem eigenen Tabellenblatt durchgeführt, wobei die für andere Arbeitsschritte relevanten Ergebnisse jeweils automatisiert in die anderen Tabellen-

- Festlegung von Wertstufengewinnen für Kompensationsmaßnahmen,
- Aufbau einer Matrix der bodenbezogenen Kompensationsmaßnahmen in Bezug zu den Kompensationsmaßnahmen anderer Schutzgüter (vgl. Anhang 4).

Zu beachten: Methodenbedingt wird die Bodenfunktion Lebensraum für Pflanzen für das Bewertungskriterium „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ nur bei den Wertstufen 4 und 5 in der Berechnung mit berücksichtigt (vgl. Fallbeispiel in Kap. 5).

blätter eingetragen werden. In den Berechnungsfeldern sind bereits die Formeln hinterlegt, so dass hier keine manuelle Eingabe erforderlich ist.

In den Tabellen werden die einzelnen Planflächen (Verkehrsflächen, Bauflächen, Entwässerungsgräben, Freiflächen etc.) des Bebauungsplans mit den auf die Wertstufen der Bodenfunktionsbewertung bezogenen Teilflächen eingetragen. Die Flächengrößen ergeben sich aus einer im Vorfeld der Berechnung durchzuführenden Flächenverschneidung der Plandaten mit den BFD5L-Daten (Bodenfunktionsbewertung) im Geografischen Informationssystem.

4.2 Ist-Zustand - Wertstufe vor dem Eingriff

4.2.1 Bodenfunktionsbewertung

Im Rahmen der BFD5L (vgl. Kap. 3) werden folgende Bodenfunktionen bewertet und anschließend zu einer Gesamtbewertung aggregiert (MILLER 2013, MILLER 2016, Boden-Viewer Hessen: <http://bodenviewer.hessen.de> bzw. Kartenviewer Rheinland-Pfalz: <http://mapclient.lgb-rlp.de>):

- Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“, Kriterium „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung (m241)“,
- Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“, Kriterium „Ertragspotenzial (m238)“,

- Bodenfunktion „Funktion des Bodens im Wasserhaushalt“, Kriterium „Wasserspeicherfähigkeit (Feldkapazität FK) (m239)“,
- Bodenfunktion „Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium“, Kriterium „Nitratrückhaltevermögen (m244)“.

Die in Klammern stehende Codierung bezieht sich auf die ID der Auswertungsmethoden in den Kartenviewern sowie deren dort abrufbare Dokumentation. Die Bewertung erfolgt jeweils in fünf Stufen von sehr gering (1) bis sehr hoch (5).

4.2.2 Vorbelastungen

Empfindlichkeiten (gegenüber Verdichtung, Versauerung, Entwässerung etc.), (Vor-)Belastungen sowie Nutzungshistorie der betrachteten Böden können zu einer Beeinträchtigung der Bodenfunktionen führen und müssen bei der Auswirkungsprognose **einzelfallbezogen** berücksichtigt werden. Eine entsprechende Verringerung des bodenfunktionalen Ist-Zustands ist z. B. durch Gutachten, in denen Vorbelastungen stofflicher Art (bezogen auf Vorsorgewerte nach BBodSchV), durch Erosion oder Verdichtung dokumentiert sind, nachzuweisen und zu begründen. Dagegen sind pauschale Annahmen

einer Vorbelastung sowie einer damit einhergehenden Funktionsminderung infolge landwirtschaftlicher Nutzung nicht zulässig.

Nach LUBW (2012, S.11) gilt in diesem Zusammenhang: „Eine ordnungsgemäße Landbewirtschaftung führt nicht zur Beeinträchtigung von Bodenfunktionen und zur Vorbelastung von Böden.“ Dies erschließt sich aus § 5 (2) des BNatSchG, nach dem eine Bewirtschaftung nach „guter fachlicher Praxis“ den Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege entspricht (BERCHTER 2007).

4.3 Auswirkungsprognose - Wertstufe nach dem Eingriff

Die nachstehend beschriebene Auswirkungsprognose erfolgt durch Vergleich der Wertstufen der Bodenfunktionsbewertung vor und nach dem Eingriff. Hierzu werden zunächst die verschiedenen Eingriffe mit ihren Wirkfaktoren bewertet. In einem weiteren

Schritt werden die Minderungsmaßnahmen bodenfunktional berücksichtigt. Das verbleibende Defizit an BWE ergibt den Kompensationsbedarf, der durch geeignete Ausgleichsmaßnahmen bodenfunktional auszugleichen ist.

4.3.1 Bewertung von Eingriffen - Wirkfaktoren

Die Sammlung und Bewertung der **Wirkfaktoren** bei Eingriffen in das Schutzgut Boden beruht auf einer umfangreichen Literatur-, Projekt- und Internetrecherche, die im Rahmen des Projekts durchgeführt wurde. Demnach sind vor allem folgende Wirkfaktoren relevant:

- Versiegelung,
- Abgrabung/Bodenabtrag,
- Ein- und Ablagerung von Material unterhalb einer oder ohne eine durchwurzelbare Bodenschicht,

- Verdichtung,
- Erosion,
- Stoffeintrag bzw. -austrag mit bodenchemischer Wirkung,
- Bodenwasserhaushaltsveränderungen.

Die Auflistung der Wirkfaktoren von Eingriffen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden ist in [Anhang 1](#) dokumentiert.

4.3.2 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

Die Sammlung von **Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen** bei Eingriffen in das Schutzgut Boden beruht auf den Maßnahmenkatalogen anderer Bundesländer sowie veröffentlichten Praxisbeispielen. Die geplanten Maßnahmen zur Vermeidung werden üblicherweise im Umweltbericht zu einem Bauleitplanverfahren aufgeführt und beschrieben (vgl. Anlage 1 BauGB). Da die Vermeidungsmaßnahmen aber nicht in die Berechnung des bodenbezogenen Kompensationsbedarfs eingehen, erfolgte für diese keine bodenfunktionale Zuordnung bzw. Bewertung. Eine Auflistung bodenbezogener Vermeidungsmaßnahmen ist in [Anhang 2](#) dokumentiert.

Bei den Minderungsmaßnahmen hingegen wurden konkrete WS-Gewinne für die einzelnen Bodenfunktionen hinterlegt ([vgl. Anhang 3](#)), die anschließend in die Berechnung zur Ermittlung des Ausgleichsbedarfs eingehen ([vgl. Berechnungsbeispiel in Kap. 5](#)). Bei schutzgutübergreifenden Minderungsmaßnahmen erfolgte ebenso eine Bewertung für das Schutzgut Boden.

Die Minderungsmaßnahme „Fachgerechtes Überdecken von baulichen Anlagen (z. B. Tiefgaragen) im Boden“ ist ebenfalls in der Liste der Kompensationsmaßnahmen enthalten ([vgl. Kap. 4.3.3](#)), da sie teilweise als Ausgleichsmaßnahme gewertet wird.

4.3.3 Kompensationsmaßnahmen

Diejenigen Bodenfunktionen, die durch den Eingriff beeinträchtigt werden, sollten durch geeignete **bodenfunktionsbezogene Kompensationsmaßnahmen** ausgeglichen werden. Dabei wird auf Böden, auf denen die Kompensationsmaßnahmen durchgeführt werden, der Erfüllungsgrad der betroffenen Bodenfunktionen erhöht. Dies setzt entsprechend **aufwertbare Standorte** für die Umsetzung der Maßnahmen voraus.

Zur Identifizierung geeigneter Kompensationsmaßnahmen für Eingriffe in das Schutzgut Boden wurden vorhandene Konzepte, rechtliche Vorgaben und Praxiserfahrungen zu bodenschutzbezogenen Kompensationsmaßnahmen ausgewertet. Die identifizierten Maßnahmen wurden anschließend nach festgelegten Kriterien bewertet und ihnen Wertstufengewinne und ggf. -verluste des Erfüllungsgrades der Bodenfunktionen zugeordnet.

4.3.3.1 Bewertung der Kompensationsmaßnahmen

Das Ergebnis der Bewertungen findet sich in [Anhang 4](#). Dabei wurden auch reine naturschutzfachliche Kompensationsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkung auf

das Schutzgut Boden beurteilt. Die in der Liste verwendeten Spaltenbezeichnungen sind in Tabelle 2 erläutert.

Tab. 2: Erläuterung der Spaltenbezeichnungen

Name der Spalte	Erläuterung
ID	Nr. der Maßnahme (datenbankinterne Nummerierung)
Maßnahme	Bezeichnung der Maßnahme
Gruppe	Maßnahmengruppe
WS-Gewinn	maximaler Wertstufengewinn durch Durchführung der Maßnahme, fünf Wertstufen von sehr gering (1) bis sehr hoch (5), neutral (0) und negativ (-)
WS-Gewinn Biotopentwicklungspotenzial	Wertstufengewinn für die Funktion „Lebensraum für Pflanzen“ mit dem Kriterium „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“
WS-Gewinn Ertragspotenzial	Wertstufengewinn für die Funktion „Lebensraum für Pflanzen“ mit dem Kriterium „Ertragspotenzial des Bodens“
WS-Gewinn FK	Wertstufengewinn für die Funktion des Bodens im Wasserhaushalt mit dem Kriterium „Feldkapazität (FK) des Bodens“
WS-Gewinn Nitratrückhalt	Wertstufengewinn für die Funktion des Bodens als Filter für nicht sorbierbare Stoffe mit dem Kriterium „Nitratrückhaltevermögen des Bodens“
Summe WS-Gewinne	Summe der maximalen Wertstufengewinne für die vier einzelnen Bodenfunktionen
Quelle	Angabe der Quelle(n), in denen die Maßnahme beschrieben wird
Bemerkung/Ausführung Maßnahme etc.	Bemerkungen zu Gestaltung und Ausführung der Maßnahme, Einschränkungen, erforderlichen Rahmenbedingungen etc.
Naturschutz ja/nein	Wirkung der Maßnahme auf naturschutzfachliche Aspekte
Erosionsschutz ja/nein	Wirkung der Maßnahme auf den Erosionsschutz
Klimafunktion ja/nein	Wirkung der Maßnahme auf die Klimafunktion von Böden (Kühlungsfunktion, C-Speicher)
Archivfunktion ja/nein	Wirkung der Maßnahme auf die Archivfunktion von Böden

Weitere Einschränkungen und Bemerkungen sind durch Fußnoten gekennzeichnet:

- ¹ maximaler Wertstufengewinn (der maximale Wertstufengewinn kann in der Praxis nur in seltenen Fällen und nicht für alle Bodenfunktionen gleichzeitig erreicht werden)
- ² prüfen, ob Eingriff in das Schutzgut Boden vorliegt
- ³ Bewertung abhängig vom konkreten Einzelfall
- ⁴ maximaler Wertstufenverlust
- ⁵ keine Kompensationsmaßnahme

Die Maßnahmen sind nach ihrer bodenbezogenen Gesamtwirkung absteigend sortiert und zudem in Gruppen eingeordnet, die durch folgende Hintergrundfarben gekennzeichnet sind:

Tab. 3: Maßnahmengruppen

technisch
Rekultivierung
Nutzungsänderung
produktionsintegriert
Renaturierung
naturschutzfachlich
schutzgutübergreifend
planerisch-strategisch

Bewertungskriterien Wertstufen

Die Bewertung der Maßnahmenwirkung erfolgte über Gewinne bzw. Verluste der Wertstufen (WS) der Bodenfunktionsbewertung der BFD5L. Vor allem bei den Parametern des Bodenwasserhaushalts (nFK und FK) wurden hier die Klassengrenzen der BFD5L-Einzelbewertungen der entsprechenden Bodenfunktionen zugrunde gelegt. Dementsprechend wird bei der Funktion Lebensraum für Pflanzen mit dem

Kriterium „Ertragspotenzial“ 1 WS gewonnen, wenn aufgrund der Maßnahme die nFK um 50 mm oder die FK um 130 mm verbessert wird. Demzufolge sind auch Zugewinne in Teilstufen (+0,1, +0,25 etc.) möglich.

Negative Auswirkungen von Maßnahmen, die Eingriffe in das Schutzgut Boden darstellen und zu einer Verminderung des Erfüllungsgrads der Bodenfunktionen führen, sind mit WS-Verlusten (z. B. Maßnahme ID 29) oder bei nicht quantifizierbaren Verlusten mit einem „-“ belegt (z. B. Maßnahmen ID 44, 50, 54, 55, 56, 57, 61, 64).

„Neutrale“ Maßnahmen, die weder zu WS-Gewinnen noch zu WS-Verlusten führen, werden mit „0“ gekennzeichnet.

Zur Überprüfung der Gesamtwirkung von Maßnahmen wurden die Summen der WS-Gewinne und WS-Verluste bei den Einzelbewertungen der Bodenfunktionen gebildet. Bei einer anschließenden Sortierung aller Maßnahmen nach der Gesamtwirkung wurde überprüft, ob dadurch ein sinnvolles Ranking der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit entsteht.

Ursprünglich enthielt die Liste über 100 Maßnahmen, die im weiteren Projektverlauf teilweise zusammengefasst bzw. auf die wesentlichen Maßnahmen beschränkt wurden.

Weitere Bewertungskriterien

Im Feld „**Klimafunktion**“ wird eine Wirkung der Maßnahme auf die Klimafunktion von Böden (Kühlungsfunktion, Kohlenstoffspeicher) mit ja/nein zugewiesen. Zum fachlichen Hintergrund:

Böden übernehmen aufgrund ihrer Kohlenstoffspeicher- und Kühlungsfunktion eine wichtige Rolle im Klimageschehen. Sie sind ein zentraler Bestandteil im globalen Kohlenstoffkreislauf und der größte terrestrische Speicher für organischen Kohlenstoff (Senkenfunktion). Daneben können Böden durch eine nicht nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung auch Quelle für Treibhausgase sein. Humusreiche und insbesondere organische Böden (z. B. Moorböden) sind von besonderer Bedeutung, denn das Speicher- und Freisetzungspotenzial von klimarelevanten Gasen

aus organischen Böden ist wesentlich höher als aus mineralischen. Kompensationsmaßnahmen, die zu einer nachhaltigen Erhöhung der Kohlenstoffmenge führen (s. ID 73, ID 69 oder ID 80), beeinflussen die Klimafunktion der Böden positiv.

Der urbane Raum weist in vielen Fällen ein ungenutztes Potenzial zur Nutzung der Bodenkühlleistung auf (KASTLER et al. 2015). Entsiegelungsmaßnahmen (s. ID 1 und ID 2) in Verbindung mit der

Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht (s. ID 77 und ID 11) und anschließender Begrünung führen über die Verdunstung von Wasser durch die Pflanze und von der Bodenoberfläche zu einer fühlbaren Abkühlung der umgebenden Luft. Je höher das Speichervolumen für pflanzenverfügbares Bodenwasser (nutzbare Feldkapazität zzgl. kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser) ist, desto höher ist die Kühlleistung der Böden vor allem im Sommer nach längerer Trockenheit.

4.3.3.2 Rahmenbedingungen für Kompensationsmaßnahmen

Als Kompensationsmaßnahmen können generell nur Maßnahmen auf Flächen anerkannt werden, wenn:

- andere rechtliche Belange der Durchführung nicht entgegenstehen,
- die Maßnahme nicht ohnehin aufgrund anderer rechtlicher Belange verpflichtend ist (z. B. Sanierungspflicht, Vorsorgepflicht),
- land- und forstwirtschaftliche Maßnahmen über die „gute fachliche Praxis“ hinausgehen.

Diese Rahmenbedingungen gelten für alle bewerteten Kompensationsmaßnahmen, auch wenn sie nicht explizit in der Maßnahmenliste erwähnt sind.

Um eine zielgerichtete und bodenkundlich fachgerechte Durchführung bodenbezogener Kompensationsmaßnahmen zu erreichen, ist die Ausgestaltung der Maßnahmen genau zu definieren.

4.3.3.3 Naturschutzfachliche Maßnahmen

Bei allen bodenfunktionsbezogenen Kompensationsmaßnahmen sind die Wirkungszusammenhänge mit den anderen Schutzgütern Mensch, Tiere/Pflanzen, Wasser, Klima/Luft, Landschaft sowie Kultur- und Sachgüter zu berücksichtigen. Insbesondere Boden und Wasser sowie Boden und Vegetation weisen oft sehr enge Zusammenhänge auf. Aber es sind auch negative Effekte möglich, z. B. wenn aus naturschutzfachlicher Sicht eine Standortaushagerung oder

Gewässerrenaturierung wünschenswert wäre, Bodenschutzaspekte aber dagegen sprechen, da Böden mit sehr hoher Funktionserfüllung betroffen wären. In solchen Fällen ist zu prüfen, ob die Umsetzung einer derartigen naturschutzfachlichen Maßnahme einen Eingriff in das Schutzgut Boden darstellt (vgl. Fußnote 2 bzw. „-“ in den WS-Spalten der einzelnen Bodenfunktionen).

4.3.3.4 Produktionsintegrierte Maßnahmen

Unter produktionsintegrierten Maßnahmen wird der Einsatz von Kompensationsmaßnahmen im Rahmen der Eingriffs- und Ausgleichsregelung in landwirtschaftlichen Produktionsverfahren verstanden. Zumeist fallen darunter Bewirtschaftungs-, Entwicklungs-, Pflege- und Wiederherstellungsmaßnahmen aus dem Naturschutzbereich, wie z. B. die extensive

Bewirtschaftung von Halbtrockenrasen oder wechselfeuchten Streuwiesen zur Erhaltung bzw. Förderung der Biodiversität. Bei einem Brachfallen dieser Standorte wegen Bewirtschaftungsaufgabe würden diese Flächen ihre Bandbreite an wertvollen Grünlandarten verlieren (CZYBULKA et al. 2012).

Aus Bodenschutzsicht sind diese naturschutzfachlichen Maßnahmen schutzgutübergreifende Kompensationsmaßnahmen, die nicht vordringlich bodenbezogen sind. Darüber hinaus gibt es aber auch produktionsintegrierte Maßnahmen – die über die „gute fachliche Praxis“ hinausgehen – mit einem deutlich höheren Einfluss auf das Schutzgut Boden wie z. B. die Umwandlung von Ackerland in Grünland, Maßnahmen zum Erosionsschutz, rotierende bzw. temporäre Brachstreifen, die Umstellung auf ökologischen Landbau oder eine feldhamsterfreundliche Bewirtschaftung (Mulchsaat, Minimalbodenbearbeitung, kein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln etc.).

4.3.4 Maßnahmensteckbriefe

Als Ratgeber für die **praktische Umsetzung** von bodenbezogenen Kompensationsmaßnahmen wurden Maßnahmensteckbriefe erstellt. Jede Maßnahme wird auf zwei Seiten beschrieben und die wesentlichen Merkmale und Voraussetzungen zusammengefasst sowie ein Praxisbeispiel gegeben.

Der (temporäre) Verzicht auf Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz wirkt sich positiv auf Bodenleben und Bodengefüge aus. Eine ganzjährige Begrünung vermindert die Bodenerosion und trägt zum Erhalt der Böden und Bodenfunktionen bei (FELDWISCH 2006, CZYBULKA et al. 2012). Diese Maßnahmen leisten zusammenfassend einen Beitrag zum Boden-, Gewässer- und Naturschutz und können als bodenbezogene Kompensationsmaßnahmen eingesetzt werden. Zu beachten ist allerdings die vergleichsweise geringe Wirkung hinsichtlich der Verbesserung einzelner Bodenfunktionen im Vergleich zu rein bodenbezogenen Maßnahmen.

Ein **Beispiel** für einen Maßnahmensteckbrief ist in **Anhang 5** enthalten.

Download der verfügbaren Maßnahmensteckbriefe unter <https://www.hlnug.de/?id=12774>

5 Fallbeispiel

Die Anwendung des im Rahmen des Projektes aufgebauten Excel-Berechnungswerkzeugs zur Ermittlung des Kompensationsbedarfs für das Schutzgut Boden (vgl. **Kap. 4.1.2**) wird im Folgenden an einem Fallbeispiel gezeigt.

In **Tabelle 4** und **Tabelle 5** sind Ist-Zustand, Auswirkungsprognose und Berechnung des Kompensationsbedarfs inklusive der Wirkung von Minderungs-

maßnahmen für das Schutzgut Boden für einen Bebauungsplan dargestellt (aus MILLER & PETER 2014, verändert). In **Tabelle 6** wird die Wirkung der geplanten Kompensationsmaßnahmen für das Schutzgut Boden berechnet.

Die einzelnen Tabellen und die zugrunde liegenden Berechnungsschritte werden nachstehend kurz erläutert.

Tab. 4: Ermittlung der Wertstufendifferenz der Bodenfunktionen vor und nach dem Eingriff für einen Bebauungsplan

Teilflächen der Planung nach Wertstufen vor dem Eingriff	Fläche in ha	Wertstufen vor Eingriff			Wertstufen nach Eingriff			Wertstufendifferenz des Eingriffs		
		Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltevermögen	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltevermögen	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltevermögen
Verkehrsflächen ¹⁾	0,02	5	3	3	0	0	0	5,00	3,00	3,00
Verkehrsflächen ¹⁾	1,41	5	4	4	0	0	0	5,00	4,00	4,00
Bauflächen (Hauptanlagen) ¹⁾	0,06	5	3	3	0	0	0	5,00	3,00	3,00
Bauflächen (Hauptanlagen) ¹⁾	2,44	5	4	4	0	0	0	5,00	4,00	4,00
Bauflächen (Nebenanlagen) ¹⁾	0,03	5	3	3	0	0	0	5,00	3,00	3,00
Bauflächen (Nebenanlagen) ¹⁾	0,15	5	4	4	0	0	0	5,00	4,00	4,00
Entwässerungsgräben ²⁾	0,24	5	4	4	2,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00
Freiflächen ³⁾	0,06	5	3	3	3,75	2,25	2,25	1,25	0,75	0,75
Freiflächen ³⁾	2,23	5	4	4	3,75	3,00	3,00	1,25	1,00	1,00

WS: Wertstufe (1 = sehr gering, 2 = gering, 3 = mittel, 4 = hoch, 5 = sehr hoch)

Ertragspotenzial: Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“, Kriterium Ertragspotenzial

Feldkapazität: Bodenfunktion „Funktion des Bodens im Wasserhaushalt“, Kriterium Wasserspeicherfähigkeit (Feldkapazität FK)

Nitratrückhaltevermögen: Bodenfunktion „Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium“, Kriterium Nitratrückhaltevermögen

¹⁾ Wirkfaktor Versiegelung führt zu WS 0 (siehe Anhang 1)

²⁾ Wirkfaktor Abgrabung (kompletter Wurzelraum) führt zu einem Verlust von 3 WS (siehe Anhang 1)

³⁾ Wirkfaktoren Bodenverdichtung, Erosion, Stoffeintrag (= baubedingte Beeinträchtigungen) führen zu 25 % Bodenfunktionsverlust bislang nicht versiegelter oder beeinträchtigter Flächen (siehe Anhang 1)

Methodenbedingt wird die Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“ für das Bewertungskriterium Standorttypisierung für die Biotopentwicklung nur bei den Wertstufen 4 und 5 mit berücksichtigt, so dass diese Bodenfunktion in der Flächenbilanz nicht mit aufgeführt wird.

Erläuterung Tabelle 4

In der **Tabelle** sind die einzelnen **Planflächen** (Verkehrsflächen, Bauflächen, Entwässerungsgräben, Freiflächen) des Bebauungsplans mit den auf die Wertstufen der Bodenfunktionsbewertung bezogenen Teilflächen aufgeführt. Die **Wertstufen vor dem Eingriff** für die einzelnen Bodenfunktionen stammen aus der Bodenfunktionsbewertung der **BFD5L** (grüne Spalten). Die Flächengrößen ergeben sich aus einer Flächenverschneidung der Plandaten mit den BFD5L-Daten im Geografischen Informationssystem. Die **Wertstufe nach dem Eingriff** ist abhängig von den **Wirkfaktoren**, die für das Schutzgut Boden auf den einzelnen Teilflächen relevant sind (hellrote Spalten). Die Festlegung der Wertstufenverluste, die den einzelnen Wirkfaktoren zugeordnet sind, ist in **Anhang 1** dokumentiert. Die **Differenzen der Wertstufen** der Bodenfunktionsbewertung vor und nach dem Eingriff stellen die **Höhe des Eingriffs** dar (graue Spalten).

Erläuterung Tabelle 5

Tabelle 5 bezieht sich auf die Ergebnisse der Wertstufendifferenzen der Bodenfunktionsbewertung vor und nach dem Eingriff für die einzelnen Teilflächen aus **Tabelle 4** (graue Spalten). Die ermittelte Höhe des Eingriffs wird durch die geplanten Minderungsmaßnahmen (Spalte Minderungsmaßnahmen MM) verringert. Von der Höhe des Eingriffs wird der Betrag der Minderung abgezogen. Das Ergebnis ist in den blauen Spalten **WS-Differenz Eingriff nach MM** in **Tabelle 5** dargestellt. Die **Wirkungen der Minderungsmaßnahmen** sind für die einzelnen Bodenfunktionen in **Anhang 3** definiert. Anschließend wird der **Kompensationsbedarf** für das Schutzgut Boden in **Bodenwerteinheiten (BWE)** ermittelt (lila Spalten). Dies erfolgt durch Multiplikation der Fläche in ha mit der Differenz der Wertstufen vor und nach dem Eingriff unter Berücksichtigung der Minderungsmaßnahmen (blaue Spalten). Abschließend werden in der untersten Zeile der Tabelle die Werte der BWE für alle Teilflächen aufsummiert. Im in **Tabelle 5** aufgeführten Fallbeispiel ergibt sich so ein Kompensationsbedarf von 56,05 BWE für das Schutzgut Boden.

Rechenbeispiel: Die Wertstufen der einzelnen Bodenfunktionen vor dem Eingriff (grüne Spalten) für die 2,23 ha große Teilfläche der Freiflächen (letzte Zeile in **Tab. 4**) betragen 5 (Ertragspotenzial), 4 (FK) und 4 (Nitratrückhalt). Die Wirkfaktoren Bodenverdichtung, Erosion und Stoffeintrag (baubedingte Beeinträchtigungen) führen zu 25 % Bodenfunktionsverlust bislang nicht versiegelter oder beeinträchtigter Flächen (**siehe Anhang 1**), so dass von den Wertstufen vor dem Eingriff jeweils 25 % abgezogen werden. Ergebnis (hellrote Spalten) sind die Werte 3,75 (Ertragspotenzial), 3,00 (FK) und 3,00 (Nitratrückhalt). Die Differenzen der Wertstufen vor und nach dem Eingriff (graue Spalten) betragen somit 1,25 (Ertragspotenzial), 1,00 (FK) und 1,00 (Nitratrückhalt) und stellen die Höhe des Eingriffs für die einzelnen Bodenfunktionen dar.

Rechenbeispiel: Die Höhe des Eingriffs für die einzelnen Bodenfunktionen (graue Spalten in **Tab. 4**) für die 2,23 ha große Teilfläche der Freiflächen (letzte Zeile in **Tab. 4** und **Tab. 5**) beträgt 1,25 (Ertragspotenzial), 1,00 (FK) und 1,00 (Nitratrückhalt). Durch die Minderungsmaßnahme bodenkundliche Baubegleitung werden die bauzeitlichen Beeinträchtigungen von 25 % auf 15 % vermindert (**siehe Anhang 3**). Dieser Minderungsbetrag von 10 % hat zur Folge, dass sich die Höhe des Eingriffs für die einzelnen Bodenfunktionen bei der 2,23 ha großen Teilfläche auf 0,50 (Ertragspotenzial), 0,40 (FK) und 0,40 (Nitratrückhalt) vermindert (blaue Spalten). Zur Berechnung des Kompensationsbedarfs in BWE werden die Werte aus den blauen Spalten mit der Flächengröße der Teilfläche (Spalte ha) multipliziert und das Ergebnis in die lila Spalten am Ende der **Tabelle 5** eingetragen. Für das Rechenbeispiel ergeben sich so für die 2,23 ha große Teilfläche folgende Werte: 1,12 (Ertragspotenzial), 0,89 (FK) und 0,89 (Nitratrückhalt).

Tab. 5: Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarfs für einen Bebauungsplan

Teilflächen der Planung	Fläche in ha	Minderungsmaßnahmen (MM)	Wertstufendifferenz nach Berücksichtigung der MM			Kompensationsbedarf		
			Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltevermögen	Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltevermögen
Verkehrsflächen	0,02	versickerungsfähige Oberflächen (Schotterrassen)	5,00	2,50	3,00	0,10	0,05	0,06
Verkehrsflächen	1,41	versickerungsfähige Oberflächen (Schotterrassen)	5,00	3,50	4,00	7,05	4,94	5,64
Bauflächen (Hauptanlagen)	0,06	extensive Dachbegrünung (einschichtig) mit max. 10 cm Substrat und 25 Vol.-% Wasserspeicherefähigkeit	4,60	2,80	3,00	0,28	0,17	0,18
Bauflächen (Hauptanlagen)	2,44	extensive Dachbegrünung (einschichtig) mit max. 10 cm Substrat und 25 Vol.-% Wasserspeicherefähigkeit	4,60	3,80	4,00	11,22	9,27	9,76
Bauflächen (Nebenanlagen)	0,03	versickerungsfähige Oberflächen (Schotterrassen)	5,00	2,50	3,00	0,15	0,08	0,09
Bauflächen (Nebenanlagen)	0,15	versickerungsfähige Oberflächen (Schotterrassen)	5,00	3,50	4,00	0,75	0,53	0,60
Entwässerungsgräben	0,24	-	3,00	3,00	3,00	0,72	0,72	0,72
Freiflächen	0,06	bodenkundliche Baubegleitung	0,50	0,30	0,30	0,03	0,02	0,02
Freiflächen	2,23	bodenkundliche Baubegleitung	0,50	0,40	0,40	1,12	0,89	0,89
Summe Ausgleichsbedarf nach Bodenfunktionen (BWE)						21,42	16,67	17,96
Gesamtsumme Ausgleichsbedarf Schutzgut Boden (BWE)						56,05		

WS: Wertstufe (1 = sehr gering, 2 = gering, 3 = mittel, 4 = hoch, 5 = sehr hoch)

MM: Minderungsmaßnahmen

Wirkung MM Dachbegrünung: siehe Anhang 3

Wirkung MM versickerungsfähige Oberflächen: +0,5 WS bei FK (siehe Anhang 3)

Wirkung MM bodenkundliche Baubegleitung: Verminderung der bauzeitlichen Beeinträchtigung auf 15 % (siehe Anhang 3)

BWE: Bodenwerteinheit = Fläche in ha x WS-Differenz vor und nach dem Eingriff unter Berücksichtigung der Wirkung der MM (vgl. Kap. 4.1)

Tab. 6: Ermittlung der Wirkung von Kompensationsmaßnahmen für einen Bebauungsplan

Ausgleichsmaßnahmen (AM)	Fläche in ha	Wertstufendifferenz der Ausgleichsmaßnahme(n)			
		Ertragspotenzial	Feldkapazität	Nitratrückhaltevermögen	Kompensationswirkung (BWE)
Vollentsiegelung (planextern, +3 WS bei allen Bodenfunktionen) inkl. Herstellung eines durchwurzelbaren Bodenraums: 40 cm mit Bodenart Uls: +90 mm nFK (+2 WS bei Ertragspotenzial), +140 mm FK (+1 WS) (planextern)	1,45	5	4	4	18,85
Produktionsintegrierte Erosionsschutzmaßnahmen (planextern)	8,80	1	1	1	26,40
Umwandlung von Ackerland in Grünland bzw. Anlage eines Uferstreifens (planextern)	3,60	1	1	1	10,80
Summe Ausgleich nach Bodenfunktionen (BWE)					56,05
Gesamtsumme Ausgleichsbedarf Schutzgut Boden (BWE)					-56,05
Verbleibende Beeinträchtigungen					0,00

WS: Wertstufe (1 = sehr gering, 2 = gering, 3 = mittel, 4 = hoch, 5 = sehr hoch)

Ertragspotenzial: Bodenfunktion „Lebensraum für Pflanzen“, Kriterium Ertragspotenzial

Feldkapazität: Bodenfunktion „Funktion des Bodens im Wasserhaushalt“, Kriterium Wasserspeicherfähigkeit (Feldkapazität FK)

Nitratrückhaltevermögen: Bodenfunktion „Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium“, Kriterium Nitratrückhaltevermögen

AM: Ausgleichsmaßnahmen

Wirkungen AM: siehe Anhang 4

BWE: Bodenwerteinheit (Fläche in ha x WS)

Erläuterung Tabelle 6

Zum Ausgleich des im Fallbeispiel ermittelten Kompensationsbedarfs von 56,05 BWE für das Schutzgut Boden (Ergebnis aus Tab. 5) werden Kompensationsmaßnahmen geplant, die in der Spalte **Ausgleichsmaßnahmen (AM)** mit ihren Flächengrößen (ha) aufgeführt sind. Die bodenfunktionale Wirkung von Ausgleichsmaßnahmen ist in Anhang 4 definiert und wird in die Spalten **WS-Gewinn durch AM** eingetragen. Die **Kompensationswirkung in BWE**

der einzelnen AM wird durch Multiplikation der Flächengröße in ha mit dem jeweiligen WS-Gewinn berechnet. Abschließend werden in der untersten Zeile der Tabelle die Werte der BWE für alle Teilflächen aufsummiert. Im in Tabelle 6 aufgeführten Fallbeispiel wird der Kompensationsbedarf von 56,05 BWE (vgl. Tab. 5) für das Schutzgut Boden mit 56,05 BWE durch die Ausgleichsmaßnahmen bodenfunktional vollständig ausgeglichen.

6 Literatur

- Bayerisches Geologisches Landesamt & Bayerisches Landesamt für Umwelt (2003): Das Schutzgut Boden in der Planung – Bewertung natürlicher Bodenfunktionen und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren. – 62 S., 16 Abb., 21 Tab.; München (Bayer. Geol. L.-Amt), Augsburg (Bayer. L.-Amt Umwelt).
- BERCHTER, D. (2007): Die Eingriffsregelung im Naturschutzrecht – Defizite und Möglichkeiten zur Effektivierung des Gesetzesvollzugs. – Forum Umweltrecht, **58**: 306 S.; Baden-Baden.
- BERIEF, K.-J., HEUER, M., MEUSER, H., PANKRATZ, E. & SOBCZAK, G. (2009): Bodenfunktions-, Eingriffs- und Ausgleichsbewertung am Beispiel der Stadt Gelsenkirchen und des Kreises Steinfurt. – Bodenschutz, **14** (1): 4–12, 3 Abb., 7 Tab.; Berlin.
- BETTENDORF, J., HEUSER, R., JAHNS-LÜTTMANN, U., KLUBMANN, M., LÜTTMANN, J., VAUT, L. & WITTENBERG, R. (2013): Leitfaden „Wirksamkeit von Artenschutzmaßnahmen“ für die Berücksichtigung artenschutzrechtlich erforderlicher Maßnahmen in Nordrhein-Westfalen – Forschungsprojekt des MKULNUV Nordrhein-Westfalen – Schlussbericht 05.02.2013: 91 S., 4 Tab.; Düsseldorf (Min. Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- u. Verbraucherschutz NRW).
- BLOSSEY, S., BUSCH, J., DAHLMANN, I., DRECHSLER, H., FELDWISCH, N., HENKE, A., JESSEN-HENSE, V., OESER, G.-H., PENNDORF, O. & SCHÜRER, S. (2002): Bodenbezogene Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in der Bauleitplanung. – Bodenschutz, **7** (3): 84–89, 1 Abb., 4 Tab.; Berlin.
- BLOSSEY, S., BUSCH, J., DAHLMANN, I., FELDWISCH, N., OESER, G.-H., PENNDORF, O. & SCHÜRER, S. (2005): Entsiegelung von Böden im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. – Bodenschutz, **10** (2): 36–41, 2 Tab.; Berlin.
- BLOSSEY, S., BUSCH, J., DAHLMANN, I., FELDWISCH, N., OESER, G.-H., PENNDORF, O. & SCHÜRER, S. (2006): Entsiegelung von Böden im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. – 33 S., 11 Abb., 1 Tab.; St. Augustin (B.-Verb. Boden).
- BÖHM, A. (2013): Kompensationsverzeichnis im Rückblick – 2011 bis 2013. – Vortrag auf dem Seminar 08/2013 „Bodenschutz und Eingriffsregelung“ in Karlsruhe am 16.10.2013, Fortbildungsverband Boden und Altlasten Baden-Württemberg.
- BUNZEL, A. (1999): Bauleitplanung und Flächenmanagement bei Eingriffen in Natur und Landschaft – Arbeitshilfe Städtebaurecht. – 209 S., 12 Abb., 7 Tab., 11 Übers.; Berlin (Dt. Inst. Urbanistik).
- BVB – Bundesverband Boden e.V. (2001): Bodenschutz in der Bauleitplanung – Vorsorgeorientierte Bewertung. – BVB-Materialien, **6**: 102 S., 2 Abb., 2 Tab.; Recklinghausen.
- CZYBULKA, D., HAMPICKE, U. & LITTERSKI, B. (Hrsg.) (2012): Produktionsintegrierte Kompensation – Rechtliche Möglichkeiten, Akzeptanz, Effizienz und naturschutzgerechte Nutzung. – Initiativen zum Umweltschutz, **86**: XV, 281 S.; Berlin.
- DAHLMANN, I., BLOSSEY, S., BUSCH, J., DRECHSLER, H., FELDWISCH, N., HENKE, A., JESSEN-HENSE, V., OESER, G.-H., PENNDORF, O., SCHÜRER, S. & GUNREBEN, M. (2003): Bodenbezogene Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in der Bauleitplanung – Vorschläge des Bundesverbandes Boden, Fachausschuss 3.1 „Bewertung von Böden in der Bauleitplanung“. – In: ROSENKRANZ, D., BACHMANN, G., KÖNIG, W. & EINSELE, G. (Hrsg.) (2003): Bodenschutz – Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser. – Bd. **2**, Lfg. 37 (1/03), 7360: 1–33, 1 Abb., 11 Tab.; Berlin (E. Schmidt).
- DAMM, E., HÖKE, S. & DOETSCH, P. (2012): Erfassung und Optimierungspotential der Kühlleistung von Böden. – Bodenschutz, **17** (3): 94–98, 4 Abb., 4 Tab.; Berlin.
- DENGLER, C. (2008): Oberbodenauftrag als naturschutzrechtliche Ausgleichsmaßnahme – Ein Konzept mit Zukunft? – Dipl.-Arb., Univ. Stuttgart, Inst. Geogr.: 77 S.; Stuttgart.

- DVL – Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (2006): Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen mit der Landwirtschaft – Ein Leitfaden für Landschaftspflegeverbände. – DVL-Schriftreihe „Landschaft als Lebensraum“, **8**: 66 S.; Ansbach.
- Fachkolloquium Bodenschutz (1999): Bodenschutz in der Planung – Berücksichtigung der Bodenfunktionen in der Eingriffsregelung u. der Landschaftsplanung. – Beiträge des Fachkolloquiums „Bodenschutz in der Planung“, 01.12.1999, Herne: 22 S.
- FAENSEN-THIEBES, A., KUNZMANN, G., MILLER, R., PETER, M. & SCHITTENHELM, J. (2009a): Bodenschutz in der Bauleitplanung – Ein Leitfaden für die Umweltprüfung. – Planerin, **3/2009**: 29–30; Berlin.
- FAENSEN-THIEBES, A., KUNZMANN, G., MILLER, R., PETER, M. & SCHITTENHELM, J. (2009b): Leitfaden für die kommunale Praxis zum Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB. – Bodenschutz, **14** (2): 42–46; Berlin.
- FAENSEN-THIEBES, A., GERSTENBERG, J. H., GOEDECKE, M., SIEWERT, W. & SMETTAN, U. (2010): Leitbild und Maßnahmenkatalog für einen fachgerechten vorsorgenden Bodenschutz in Berlin. – Bodenschutz, **15** (1): 4–9, 3 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- FELDWISCH, N. (2002): Bodenfunktion in der Eingriffsregelung. – NNA-Berichte, **15** (1): 93–100, 7 Abb., 6 Tab.; Schneverdingen.
- FELDWISCH, N. (2006): Bewertung produktionsintegrierter Maßnahmen aus Sicht des Boden- und Gewässerschutzes. – Beitrag auf der Tagung „Innovative Konzepte für Landwirtschaft und Naturschutz bei der Eingriffsregelung“, 09.05.–10.05.2006, Bonn-Röttgen: 8 S.
- FELDWISCH, N. (2011): Bodenfunktionskarten der Stadt Wuppertal – Projektbericht: 20 S.
- FELDWISCH, N. (2012): Vorsorgender Bodenschutz bei Baumaßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur und der Durchgängigkeit. Böden und Bodenschutz in Hessen, **10**: 41 S., 10 Abb., 4. Tab.; Wiesbaden.
- FELDWISCH, N., NEITE, H. & DÜNTGEN, J. (2011): Grundlagen und Anwendungsbeispiele von Bodenfunktionskarten in Nordrhein-Westfalen. – Bodenschutz, **16** (2): 37–46, 3 Abb., 3 Tab.; Berlin.
- FELDWISCH, N. & BORKENHAGEN, J. (2014): Arbeitshilfe Bodenschutz bei der Planung, Genehmigung und Errichtung von Windenergieanlagen. – 83 S., 12 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden (Hess. Min. Umwelt, Klimaschutz, Landwirtsch., Verbraucherschutz).
- FREY-WEHRMANN, S., LAZAR, S. & SCHIPPERS, B. (2010): Bewertung des Schutzgutes Boden in einem Bebauungsplanverfahren – Beispiel Campus Melaten (Stadt Aachen). – Bodenschutz, **15** (3): 75–80, 3 Abb., 2 Tab.; Berlin.
- FRIEDRICH, K., GOLDSCHMITT, M., KRZYZANOWSKI, J., MILLER, R., PETER, M., SAUER, S., SCHMANKE, M. & VORDERBRÜGGE, T. (2008): Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz – Auswertung von Bodenschätzungsdaten zur Ableitung von Bodenfunktionen und -eigenschaften. – 64 S, 31 Abb., 17 Tab.; Wiesbaden (Hess. L.-Amt Umwelt Geol.), Mainz (L.-Amt Geol. Bergbau Rh.-Pf.). URL: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/Bodenschaeztung/sonderheft_BS_08.pdf
- GABNER, H., WILLAND, A., FISCHER, J., PIPKE, N., LAMBRECHT, H. & GRÖNGRÖFT, A. (2001): Anforderungen an die Wiederherstellung von Bodenfunktionen nach Entsiegelung – Rechtliche und bodenfachliche Rahmenbedingungen für eine Entsiegelungsverordnung. – UBA-Texte, **54/01**: 178 S.; Berlin (Umweltb.-Amt).
- GIESE, E., LICHEY, K. & SANDEN, J. (2009): Position des Schutzguts Boden in Recht und Praxis der naturschutzrechtlichen Instrumente. – Bodenschutz, **14** (4): 108–115; Berlin.
- GOMMER, S. (2011): Stadtrandbewertung zur Berücksichtigung des Bodenschutzes im Flächennutzungsplan. – Wasser und Abfall, **13** (4): 39–42, 4 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- GREITEN, U. & MEUSER, H. (2009): Bodenfunktionsbewertung in Osnabrück. – 2. Aufl.: 190 S.; Osnabrück (Stadt Osnabrück, Fachber. Umwelt).
- HAMMERSCHMIDT, U. (2014): Bodenschutz beim Bauen. – Ein Leitfaden für den behördlichen Vollzug in Niedersachsen. – Geoberichte **28**: 46 S., Hannover.
- HELBIG, H. (2012): Test in Sachsen-Anhalt: Bodenbezogene Eingriffsbilanzierung der Stadt Aachen. – Bodenschutz, **17** (1): 22–25, 1 Abb., 5 Tab.; Berlin.

- HLNUG – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2015): Bodenfunktionsbezogene Auswertung von Bodenschätzungsdaten – Online-Methodendokumentation. Bodenfunktion: Gesamtbewertung für die Raum- und Bauleitplanung. URL: <https://www.hlnug.de/static/medien/boden/fisbo/bs/methoden/m242.html>
- HLNUG – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2016): Themenrubrik: Bodenschutz in der Planung. URL: <http://bodenviewer.hessen.de>
- HÖKE, S., LAZAR, S. & KAUFMANN-BOLL, C. (2010): Kompensationsmaßnahmen für Eingriffe in Böden – Entwicklung neuer Bodenmanagement-Strategien, Teil 1 im EU-Projekt URBAN SMS (Projekt-Nr. 6.56), WP 6: Kompensationsmaßnahmen für Eingriffe in Böden. – 54 S.; Stuttgart (Stadt Stuttgart, Amt Umweltschutz).
- KARL, J. (1997): Bodenbewertung in der Landschaftsplanung. – Naturschutz u. Landschaftsplanung, **29** (1): 5–17, 20 Tab.; Stuttgart.
- KASTLER, M., MOLT, C., KAUFMANN-BOLL, C. & STEINRÜCKE, M. (2015): Kühlleistung von Böden – Leitfaden zur Einbindung in stadtklimatische Konzepte in NRW. – LANUV-Arbeitsblatt, **29**: 69 S., 16 Abb., 11 Tab; Recklinghausen.
- KIENE, A. (2005): Die Berücksichtigung des Bodens in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung in der Freien und Hansestadt Hamburg. – Bodenschutz, **10** (1): 17–22, 2 Abb., 3 Tab.; Berlin.
- KÖCK, W. & THUM, R. (2003): Eingriffsregelung und Kompensationsflächenmanagement – neue Konzepte und rechtliche Erfordernisse der Flächen- und Maßnahmenbevorratung zur Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft – Tagungsbericht. – Workshop, 15./16. Mai am UFZ-Umweltforschungszentrum in Leipzig: 14 S.
- KÖPPEL, J., FEICKERT, U., SPANDAU, L. & STRABER, H. (1998): Praxis der Eingriffsregelung – Schadensersatz an Natur und Landschaft? – 397 S., 87 Tab., 33 Übers.; Stuttgart (Ulmer).
- KÜHLBACH, K. (Bearb.) (2001): Eingriff und Kompensation – Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung im Einklang mit der Landwirtschaft. – KTBL-Schrift, **394**: 83 S.; Darmstadt.
- LAMBRECHT, H., ROHR, A., KRUSE, K. & ANGERSBACH, J. (2003): Zusammenfassung und Strukturierung von relevanten Methoden und Verfahren zur Klassifikation und Bewertung von Bodenfunktionen für Planungs- und Zulassungsverfahren mit dem Ziel der Vergleichbarkeit – Endbericht. – 87 S., 6 Abb., 14 Tab.; Hannover (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO)).
- LAU – Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2013): Bodenfunktionsbewertungsverfahren des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (BFBV-LAU). Vorläufige Handlungsempfehlung zur Anwendung des Bodenfunktionsbewertungsverfahrens. – 44 S., 7 Tab.; Halle (Saale) (LAU).
- LAZAR, S., KAUFMANN, C., HOPP, M. (2009): Bodenschutz beim Bauen. Dokumentation der LANUV-Internetseiten. – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. – 57 S., 35 Abb., 1 Tab.; Recklinghausen (LANUV).
- LfUG – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2008): Leitfaden Bodenschutz bei Planungs- und Genehmigungsverfahren – Materialien zum Bodenschutz. – 69 S.; Dresden (LfUG).
- LGB – Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (2016): Kartenviewer Rheinland-Pfalz: Bodenflächendaten 1 : 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L), Layer: Bodenfunktionsbewertung für die Raum- und Bauleitplanung. URL: <http://mapclient.lgb-rlp.de>
- LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2010): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit – Leitfaden für Planungen und Gestattungsverfahren. – 32 S.; Karlsruhe (LUBW).
- LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2012): Das Schutzgut Boden in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung – Arbeitshilfe. – 28 S., 6 Abb., 7 Tab.; Karlsruhe (LUBW).
- LUNG MV – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (1999): Hinweise zur Eingriffsregelung. – Schr.-R. LUNG MV, **3/1999**: 164 S.; Güstrow.

- MELUR – Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein – Amt für Planfeststellung Energie (2017): Planfeststellungsbeschluss für den Neubau der 380 kV-Freileitung Heide West – Husum Nord LH 13-320, Westküstenleitung Abschnitt 3. – 385 S.; Kiel (MELUR – AfPE).
- MILLER, R. (2013): Bodenschutz in der Bauleitplanung – Methodendokumentation zur Arbeitshilfe: Bodenfunktionsbewertung für die Bauleitplanung auf Basis der Bodenflächendaten 1: 5.000 landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L). – Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden: 14 S. URL: https://umweltministerium.hessen.de/sites/default/files/media/hmuelv/bodenschutz_in_der_bauleitplanung_-_methodendokumentation.pdf
- MILLER, R. (2016): Bodenfunktionsbewertung für die Planungspraxis. – Themenhefte Vorsorgender Bodenschutz, **1**: 20 S., 10 Abb., 4 Tab.; Mainz. URL: http://www.lgb-rlp.de/fileadmin/service/lgb_downloads/boden/boden_allgemein/tvb1.pdf
- MILLER, R. & PETER, M. (2013a): Bodenschutzbezogene Kompensationsmaßnahmen im Rahmen des Vollzugs der Eingriffsregelung. – Bericht im Auftrag des Landesamts für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Mainz: 23 S.
- MILLER, R. & PETER, M. (2013b): Regionale Foren Bodenschutz in der Bauleitplanung Hessen 2013 – Dokumentation. – Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden: 56 S. URL: https://umweltministerium.hessen.de/sites/default/files/media/hmuelv/bfw_regionale_foren_bodenschutz_dokumentation.pdf
- MILLER, R. & PETER, M. (2014): Berücksichtigung Schutzgut Boden Bebauungsplan Nr. IV/65 „Zum Feldlager“ Stadt Kassel. Ergänzung zum Umweltbericht. – Im Auftrag der Stadt Kassel: 29 S.
- MILLER, R., PETER, M. & FLUCK, A. (2012): Kooperation und nachhaltige Maßnahmen zum Schutz vor Bodenerosion – Ein Praxisbeispiel aus der Wetterau. – Bodenschutz, **17** (1): 11–15, 5 Abb.; Berlin.
- MILLER, R., SAUER, S. & VORDERBRÜGGE, T. (2005): Die Daten der Bodenschätzung als Grundlage für landesweite Auswertungskarten zum Bodenschutz – Ein Projekt der Geologischen Dienste Hessen und Rheinland-Pfalz. – Bodenschutz, **10** (3): 83–87, 4 Abb.; Berlin.
- MILLER, R., SAUER, S. & VORDERBRÜGGE, T. (2015): Bodenfunktionsbewertung und bodenkundlicher Kompensationsbedarf bei Baumaßnahmen in Hessen und Rheinland-Pfalz. – Berichte der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. – In: Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (Unsere Böden – Unser Leben), 05.09.-10.09.2015, München: 4 S., 1 Abb. URL: <http://eprints.dbges.de/1106/>
- MILLER, R. & VORDERBRÜGGE, T. (2013): Multifunktionale Bodenbewertung in Hessen und Rheinland-Pfalz auf Basis der Bodenflächendaten 1:5.000 für die landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L). – Berichte der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. – In: AG Bodenschätzung und Bodenbewertung, 19.-21.09.2012, St. Wendel, Saarland: 4 S., 2 Abb., 1 Tab. URL: <http://eprints.dbges.de/859/>
- MILLER, R., VORDERBRÜGGE, T. & SAUER, S. (2014): Einführung von Instrumenten zum Bodenschutz in den Planungs- und Vollzugsalltag in Hessen und Rheinland-Pfalz. – Marktredwitzer Bodenschutztag, Tagungsband **8**: 202–209, 4 Abb., 1 Tab.; Marktredwitz. URL: http://www.lfu.bayern.de/boden/bodenschutztag/doc/mbt_2014.pdf
- MUEEF – Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten (2016): Rundschreiben vom 8. Juni 2016 – Vollzug des Bodenschutzrechts – Bodenfunktionsbewertung in Rheinland-Pfalz. – LGB Themenheft 1 Bodenfunktionsbewertung für die Planungspraxis: 7 S. mit Anlage; Mainz. URL: <https://mueef.rlp.de/de/themen/klima-und-ressourcenschutz/bodenschutz/rundschreiben-und-arbeitshilfen/rundschreiben/>

- MÜLLER-PFANNENSTIEL, K., REMMERT, M., FEICKERT, U., WELLHÖFER, U., FELDWISCH, N., GOMM, P., HOFFMEIER, A., WOLF, R., WINKELBRANDT, A. & HERBERT, M. (2000): Wiederherstellungsmöglichkeiten von Bodenfunktionen im Rahmen der Eingriffsregelung – Überarbeitete Fassung des Endberichts zum F + E - Vorhaben 808 02 007 des Bundesamtes für Naturschutz vom Juni 1999. – *Angew. Landschaftsökologie*, **31**: 168, XVI S., 14 Abb., 35 Tab.; Bonn-Bad Godesberg.
- MÜLLER-PFANNENSTIEL, K., HETZEL, I., PIECK, S., VAUT, L., PAIN, J. & SCHUSTER, U. (2014): Arbeitshilfe Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) – Bayerische Kompensationsverordnung (BayKompV). – 37 S.; Augsburg (Bayer. L.-Amt Umwelt).
- Niedersächsisches Umweltministerium & Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (2003): Arbeitshilfe zur Anwendung der Eingriffsregelung bei Bodenabbauvorhaben. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, **23** (4): 117–152; Hildesheim.
- OSTMANN, U. (2005): Berücksichtigung von Bodenfunktionen in der Landschaftsrahmenplanung. – *Geofakten*, **18**: 8 S., 4 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- PETER, M., MILLER, R., HERRCHEN, D. & GOTTWALD, T. (2011): Bodenschutz in der Bauleitplanung – Arbeitshilfe zur Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der Abwägung und der Umweltprüfung nach BauGB in Hessen. – 140 S., 18 Abb., 11 Tab.; Wiesbaden (Hess. Min. Umwelt, Energie, Landwirtsch. Verbraucherschutz). https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/HMUELV/bodenschutz_in_der_bauleitplanung_langfassung.pdf
- PETER, M., MILLER, R., KUNZMANN, G. & SCHITTENHELM, J. (2009a): Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB – Leitfaden für die Praxis der Bodenschutzbehörden in der Bauleitplanung – Im Auftrag der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO): 69 S., 11 Abb., 11 Tab.; https://www.labo-deutschland.de/documents/umweltpruefung_494_2c1.pdf
- PETER, M., MILLER, R., KUNZMANN, G. & SCHITTENHELM, J. (2009b): Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB – Leitfaden für die Praxis der Bodenschutzbehörden in der Bauleitplanung. – In: ROSENKRANZ, D., BACHMANN, G., KÖNIG, W. & EINSELE, G. (Hrsg.) (2009): Bodenschutz – Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser: – Bd. 3, Lfg. 48 (IX/09), 9011: 1–102, 11 Abb., 11 Tab.; Berlin (E. Schmidt).
- PREETZ, H. (2003): Bewertung von Bodenfunktionen für die praktische Umsetzung des Bodenschutzes (dargestellt am Beispiel eines Untersuchungsgebiets in Sachsen-Anhalt). – Diss. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Math.-Naturwiss.-Techn. Fak.: XI, 196 S., 7 Abb., 20 Tab., 7 Kt.; Halle-Wittenberg.
- RAECKE, F. & MUDDMANN, V. (2009): Großmaßstäbige Bodenfunktionsbewertung in Münster. – *Bodenschutz*, **14** (1): 13–17, 5 Abb.; Berlin.
- SABEL, K., HARTMANN, K. & SCHNEIDER, S. (2001): Aktivitäten der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) zum Thema Bodenschutz (Bodenschutzplanung) – Abschlussbericht des Personenkreises „Boden in der Planung“. Ad-hoc-AG Boden: 2–36.
- SAUER, S., MILLER, R., FRIEDRICH, K. & VORDERBRÜGGE, T. (2014): Validierung von Karten der Bodenfunktionsbewertung in Hessen und Rheinland-Pfalz – Berichte der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. – In: Vortrags- und Exkursionstagung zur Bodenschätzung 24.-26.09.2014, Frankfurt a. Main: 4 S., 4 Abb., 1 Foto. <http://eprints.dbges.de/1056/>
- SCHAAL, P. (2002): Erhalt der Freiflächen und der Bodenfunktionen – Handlungsspielräume der kommunalen Planung. – In: BLUM, E.H., KAEMMERER, A., TOEPFER, A. & STOCK, R. (Hrsg.) (2002): Neue Wege zu nachhaltiger Bodennutzung – Eine Veranstaltung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt zur EXPO 2000: 160–173; Berlin (E. Schmidt).
- SCHRADER, R. & NICKEL, S. (2005): Die Eingriffsregelung in Thüringen – Bilanzierungsmodell. – 16 S.; Erfurt (Thür. Min. Landwirtsch., Naturschutz Umwelt).

- SCHRÖTER, F. (2000): Zum Verhältnis zwischen Entseigelungsverordnung und -gebot nach Bodenschutz- und Baurecht: 1–10; Braunschweig (TU Braunschweig, Inst. Verkehr Stadtbauwesen). (Nr.39).
- SIEWERT, W., BLASCHKE, D., GERSTENBERG, J.H. (2015): Planungshinweise zum Bodenschutz. – Leitbild und Maßnahmenkatalog für den vorsorgenden Bodenschutz in Berlin. – 82 S, 23 Abb., 9 Tab.; Berlin (Senatsverw. Stadtentw., Umwelt Berlin).
- Stadt Aachen (2012): Leitfaden Boden – Aachener Leitfaden zur Bewertung von Eingriffen in das Schutzgut Boden. – 34 S., 6 Abb., 12 Tab., 3 Kt.; Aachen (Fachber. Umwelt).
- Stadt Dortmund (2003): Agenda-Projekt 303: Erarbeitung praktischer Beispiele für bodenbezogene ökologische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen – Entwurf des Projektberichtes (noch nicht mit MUNLV abgestimmt). Agenda 21 NRW. Gemeinsame Ideen mit Zukunft. – 25 S.; Dortmund (Umweltamt).
- Stadt Dortmund (2004): Bodenbezogene ökologische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. – 22 S.; Dortmund (Umweltamt).
- WOLF, D., NOTTER, H. & JAENSCH, S. (2007): Das Schutzgut Boden in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung – Eine neue Arbeitshilfe des Landes Baden-Württemberg. – Bodenschutz, **12** (3): 60–64, 1 Abb.; Berlin.

7 Gesetze und Verordnungen

- BauGB – Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634)
- BayKompV – Verordnung über die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft (Bayerische Kompensationsverordnung – BayKompV), vom 7. August 2013, Bayerisches Gesetz- und Verordnungsblatt Nr. 15/2013, 517–540.
- BauNVO – Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990 (BGBl. I S. 132), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1057) geändert worden ist.
- BBodSchG – Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 3 Absatz 3 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist.
- BBodSchV – Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist.
- BKompV Entwurf – Verordnung über die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft (Bundeskompensationsverordnung BKompV). Entwurf vom 19.04.2013.
- BNatSchG – Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. September 2017 (BGBl. I S. 3434) geändert worden ist.
- KV Hessen – Verordnung über die Durchführung von Kompensationsmaßnahmen, Ökokonten, deren Handelbarkeit und die Festsetzung von Ausgleichsabgaben (Kompensationsverordnung – KV), GVBl. II 881–46, vom 1. September 2005 (GVBl. I S. 624), zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 22. September 2015 (GVBl. S. 339).

8 Abkürzungsverzeichnis

AM	Ausgleichsmaßnahme	HMUKLV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BauGB	Baugesetzbuch		
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz	KB	Kompensationsbedarf Schutzgut Boden in Bodenwerteinheiten
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung	LABO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
BFD5L	Bodenflächendaten 1 : 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche	LGB	Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz	MM	Minderungsmaßnahme
B-Plan	Bebauungsplan	MUEEF	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz
BWE	Bodenwerteinheit	nFK	nutzbare Feldkapazität (in mm)
FK	Feldkapazität (in mm)	WS	Wertstufe
FNP	Flächennutzungsplan	WvE	Wertstufe des Bodens vor dem Eingriff
HAltBodSchG	Hessisches Altlasten- und Bodenschutzgesetz	WnE	Wertstufe des Bodens nach dem Eingriff
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie		

9 Anhang

Anhang 1: Wirkfaktoren von Eingriffen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden

Anhang 2: Vermeidungsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden

Anhang 3: Minderungsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden

Anhang 4: Kompensationsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden

Anhang 5: Beispiel für einen Maßnahmensteckbrief (Download der verfügbaren Maßnahmensteckbriefe unter <https://www.hlnug.de/?id=12774>)

Eine Erläuterung der Spaltenbezeichnungen für die Tabellen in **Anhang 1** bis **Anhang 4** findet sich in **Tabelle 2**.

Anhang 1: Wirkfaktoren von Eingriffen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden

Wirkfaktor	Kategorie	WS-Verlust	Biopotential	Ertragspotential	Feldkapazität
Versiegelung	physikalischer Wirkfaktor	vollständig	WS-Verlust		
			-5	-5	-5
Abgrabung/ Bodenabtrag	physikalischer Wirkfaktor	Abgrabung bis Grundwasseroberfläche oder bis zum Festgestein	-5	-5	-5
		Abgrabung kompletter Wurzelraum (ca. 60–200 cm)	-1	-3	-3
		Abgrabung bis ca. 60 cm	-1	-2	-2
		Abtrag Oberboden (ca. 30 cm)	-1	-1	-1
Ein- und Ablagerung von Material unterhalb/ohne eine/r durchwurzelbaren Bodenschicht	physikalischer Wirkfaktor	vom Einzelfall abhängig	WS nach Eingriff (Restwert)		
		technische Bauwerke (z. B. Lärm- und Sichtschutzwälle, Straßen und Wege, Straßendämme; Tragschichten für technische Bauwerke; jeweils ohne Oberbodenauftrag)	0	0	1
		Monodeponien für regionalspezifisch belastetes Bodenmaterial oder für Baggergut aus Gewässern nach DepV	0	0	1
		Aufschüttungen von Materialien (z. B. Aufschüttungen baurechtlicher oder genehmigungsfreier Art; Holzlagerplätze)	0	0	1
Verdichtung	physikalischer Wirkfaktor	vom Einzelfall abhängig, Ansatz: 20 % Bodenfunktionsverlust auf den späteren Freiflächen, die nicht während der Bauphase abgezäunt werden	WS-Verlust in %		
			20 %	20 %	20 %
Erosion	physikalischer Wirkfaktor	vom Einzelfall abhängig, Ansatz: 1 % Bodenfunktionsverlust auf den späteren Freiflächen, die nicht während der Bauphase abgezäunt werden	1 %	1 %	1 %
Stoffeintrag bzw. -austrag mit bodenchemischer Wirkung	chemischer Wirkfaktor	vom Einzelfall abhängig, Ansatz: 4 % Bodenfunktionsverlust auf den späteren Freiflächen, die nicht während der Bauphase abgezäunt werden	4 %	4 %	4 %
Bodenwasserhaushaltsveränderungen	hydrologischer Wirkfaktor	vom Einzelfall abhängig. Bewertet werden bodenfunktionale Auswirkungen bei temporärer sowie dauerhafter Absenkung des Grundwasserstands, wohingegen Vernässungen infolge einer Grundwasserstandserhöhung nicht bewertet werden:	WS-Verlust		
		temporäre Absenkung bei mineralischen Böden	0	0	0
		dauerhafte Absenkung bei mineralischen Böden	-1	-1	-1
		temporäre Absenkung bei Böden mit hoher organischer Substanz (>15 % organische Substanz, z. B. anmoorige Böden, Moore)	-2	-2	-2
		dauerhafte Absenkung bei Böden mit hoher organischer Substanz (>15 % organische Substanz, z. B. anmoorige Böden, Moore)	-3	-3	-3

Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB

Nitratrückhalt		Summe Wertstufen	Quelle	Bemerkung
WS-Verlust			HAMMERSCHMIDT (2014), LAMBRECHT (2003), LUBW (2012), PETER et al. (2009), SIEWERT et al. (2015)	Versiegelungen führen zu einem vollständigen Verlust der natürlichen Bodenfunktionen.
-5	-20			
-5	-20		FELDWISCH (2012), LAMBRECHT (2003), LAZAR et al. (2009), LUBW (2012), PETER et al. (2009)	Mit Abgrabung bzw. Bodenabtrag ist eine tief greifende Zerstörung von Bodenfunktionen verbunden. Das Ausmaß des funktionalen Verlusts ist abhängig vom Ausgangszustand, dem Ausmaß der Abgrabung bzw. des Bodenabtrags sowie der Leistungsfähigkeit des verbleibenden „Restbodens“. In der Regel wird für den verbleibenden Bodenkörper nach dem Eingriff eine Wertstufe von 1 für die Kriterien Ertragspotenzial, FK und Nitratrückhalt angenommen. Bei geringmächtigem Bodenabtrag oder bei Abgrabungen auf Lockergesteinen (z. B. Löß) können auch höhere WS erreicht werden, aber max. („WS vor dem Eingriff“-1).
-3	-10			
-2	-7			
-1	-4			
WS nach Eingriff (Restwert)			LAMBRECHT (2003), LAZAR et al. (2009), LUBW (2012), PETER et al. (2009)	Die Ein- und Ablagerung von Material (kein Ober- und/oder Unterboden) findet unterhalb bzw. ohne eine durchwurzelbare Bodenschicht statt. Das aufgetragene Material hat meist andere Eigenschaften als der bestehende Boden. In Abhängigkeit von Art und Mächtigkeit der Überdeckung werden daher meist alle Bodenfunktionen mit Ausnahme einer Restfunktionalität beim Wasserhaushalt außer Kraft gesetzt.
0	1			
0	1			
0	1			
WS-Verlust in %			HAMMERSCHMIDT (2014), LAMBRECHT (2003), LAZAR et al. (2009), LUBW (2012), PETER et al. (2009)	In Abhängigkeit vom Ausmaß der Verdichtung werden die Bodenfunktionen beeinträchtigt. Der Wirkfaktor tritt vor allem baubedingt, d. h. durch Nutzung der Böden für Bauwege, Lagerplätze etc. auf. Im Einzelfall kann eine Bodenverdichtung einen deutlich höheren Funktionsverlust als 20 % ausmachen, v. a. wenn Schwerlasttransporte oder zu feuchte Bodenbedingungen vorliegen.
20 %	20 %			
1 %	1 %		FELDWISCH (2012), FELDWISCH et al. (2014), HAMMERSCHMIDT (2014), LAMBRECHT (2003)	Erosion kann einerseits auf dem Baufeld (unbegrünter, abgegrabener und ggf. umgelagerter Boden) ggf. auch durch Zutritt von Wasser in das Baufeld oder durch Windeinfluss ausgelöst werden. Daneben können durch den Abtrag von Bodenmaterial aus dem Baufeld auch benachbarte Flächen beeinträchtigt werden. Erosion führt neben dem Verlust an Bodenmaterial zu Veränderungen des gewachsenen Bodenprofils und der Bodenentwicklung sowie zu Einschränkungen des Ertragspotenzials.
4 %	4 %		FELDWISCH (2012), FELDWISCH et al. (2014), LAMBRECHT (2003), LAZAR et al. (2009), PETER et al. (2009)	Schadstoffeinträge können Beeinträchtigungen verschiedener Bodenfunktionen zur Folge haben. Die Stoffeinträge können entweder bau- oder betriebsbedingt verursacht werden. Betriebsbedingte Stoffeinträge sind insbesondere bei Verkehrsvorhaben und bei stark emittierenden Industrie- und Energieanlagen relevant.
WS-Verlust			FELDWISCH (2012), LAMBRECHT (2003), PETER et al. (2009)	Mit Grundwasserstandsänderungen können Änderungen der Standort- und Bodeneigenschaften verbunden sein. Insbesondere die Lebensraumfunktion für Pflanzen und die Funktion des Bodens im Wasserhaushalt können beeinträchtigt werden. Vernässte Böden können auf baubedingte Veränderungen des Wasserhaushalts (temporäre Wasserhaltung oder dauerhafte Drainage) empfindlich reagieren. Eine dauerhafte Absenkung des Grundwasserspiegels führt zu einem Verlust grundwasserabhängiger Bodentypen. Eine dauerhafte Anhebung oder Absenkung hat generell eine Veränderung des ökologischen Feuchtegrades sowie der Umsetzungsprozesse im Boden zur Folge.
0	0			
-1	-4			
-2	-8			
-3	-12			

Anhang 2: Vermeidungsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden (s. Tab. 2 Seite 14 sowie Fußnote Seite 48)

ID	Maßnahme	Gruppe	WS-Gewinn	Biotopentwicklungs-potenzial	Ertrags-potenzial	WS-Ge-winn FK	WS-Ge-winn Nit-ratrückhalt	Summe WS-Ge-winne
19	Flächenbevorratung ³	planerisch-strategisch	Bewertung der Wertstufen-gewinne standortbezogen	fließt nicht in Berechnung zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarf ein*				
20	Ausweisung von Bodenschutz-/Tabuflächen bzw. Festsetzung nicht überbaubarer Grundstücksflächen ³	planerisch-strategisch	Bewertung der Wertstufen-gewinne standortbezogen	fließt nicht in Berechnung zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarf ein*				
79	Innenentwicklung ³	planerisch-strategisch	Bewertung der Wertstufen-gewinne standortbezogen	fließt nicht in Berechnung zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarf ein*				
82	Flächenrecycling ³	planerisch-strategisch	Bewertung der Wertstufen-gewinne standortbezogen	fließt nicht in Berechnung zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarf ein*				
83	Lenkung der Flächeninanspruchnahme auf Böden mit geringerem Funktionserfüllungsgrad ³	planerisch-strategisch	Bewertung der Wertstufen-gewinne standortbezogen	fließt nicht in Berechnung zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarf ein*				
84	Reduzierung Flächen-/ Bodenverbrauch: Vorgaben und Festsetzungen für flächensparende Bauweisen ³	planerisch-strategisch	Bewertung der Wertstufen-gewinne standortbezogen	fließt nicht in Berechnung zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarf ein*				
85	Anpassung der Erschließung und der Baufenster an den Geländeverlauf zur Vermeidung größerer Bewegungen an Bodenmaterial ³	planerisch-strategisch	Bewertung der Wertstufen-gewinne standortbezogen	fließt nicht in Berechnung zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarf ein*				
86	Ausschöpfen von technischen Möglichkeiten zur Verringerung der Baubedarfsflächen und der Versiegelungen	planerisch-strategisch	Bewertung der Wertstufen-gewinne standortbezogen	fließt nicht in Berechnung zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarf ein*				
87	Nutzungsintensivierung bestehender Gewerbe- oder Wohngebiete (Nachverdichtung, Aufstockung) ³	planerisch-strategisch	Bewertung der Wertstufen-gewinne standortbezogen	fließt nicht in Berechnung zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarf ein*				
88	Verringern der Beeinträchtigung von Böden durch Anlage von steileren Böschungen	planerisch-strategisch	Bewertung der Wertstufen-gewinne standortbezogen	fließt nicht in Berechnung zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarf ein*				
91	Vorgaben zu Begrünungen nicht überbauter Erschließungs- bzw. Grundstücksflächen ³	planerisch-strategisch	Bewertung der Wertstufen-gewinne standortbezogen	fließt nicht in Berechnung zur Ermittlung des bodenbezogenen Kompensationsbedarf ein*				

* vgl. Kap. 4.3.2

Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB

Quelle	Bemerkung/Ausführung Maßnahme etc.	Natur-schutz ja/nein	Erosions-schutz ja/nein	Klima-funktion ja/nein	Archiv-funktion ja/nein
BVB (2001), FAENSEN- THIEBES et al. (2010)		nein	nein	nein	nein
BVB (2001), FAENSEN- THIEBES et al. (2010)	Maßnahmen gilt für generelle Ausweisung von Baugebieten sowie für Flächen in der Bauphase (abgezaunte Bereiche, die nicht befahren werden dürfen)	nein	nein	nein	nein
BauGB (2017), LUBW (2012)		nein	nein	nein	nein
LfUG (2008)	z. B. auf Konversionsflächen, Industrie- und Gewerbebrachen	nein	nein	nein	nein
PETER et al. (2009, 2011)	Ziel: Vermeidung der Inanspruchnahme verdichtungsempfindlicher oder besonders schutzwürdiger Böden (Alternativenprüfung)	nein	nein	nein	nein
PETER et al. (2009, 2011)	z. B. straßennahe Lage der Garagen, Konzentration der Stellplätze oder Anlage von Tiefgaragen zur Verringerung der Erschließungsflächen, Abkehr von flächenintensiven Haustypen wie Einzelhäuser oder eingeschossige Bauweisen, Steuerungsmöglichkeiten über GRZ und GFZ ausnutzen etc.	nein	nein	nein	nein
PETER et al. (2009, 2011)	z. B. Anpassung Straßenverlauf oder Stellung der Gebäude an das Relief	nein	nein	nein	nein
FELDWISCH et al. (2014), LAU (2013)	z. B. Nutzung vorhandener Wegstrukturen und Planung kurzer Zuwegungen; Nachnutzung/Behauung bereits versiegelter, ehemals genutzter Flächen	nein	nein	nein	nein
LAU (2013)		nein	nein	nein	nein
LUBW (2012)	z. B. bei Lärmschutzwällen	nein	nein	nein	nein
PETER et al. (2011)		nein	nein	ja	nein

Anhang 3: Minderungsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden (s. Tab. 2 Seite 14 sowie Fußnote Seite 48)

ID	Maßnahme	Gruppe	WS-Gewinn	Biotopentwicklungs-potenzial	Ertrags-potenzial	WS-Gewinn FK	WS-Gewinn Nitratrückhalt	Summe WS-Gewinne
11	Überdeckung baulicher Anlagen im Boden ^{1 3}	technisch	WS-Gewinn in Abhängigkeit von Bodenart und Auftragsmächtigkeit zur Herstellung des durchwurzelbaren Bodenraums, z. B. bei 35 cm Auftrag mit Bodenart Ut3 (mittel toniger Schluff mit 25 Vol.-% nFK und 37 Vol.-% FK): +86 mm nFK (+2 WS bei Ertragspotenzial), +130 mm FK (+1 WS) nicht kombinierbar mit Maßnahme ID 77	0	2	1	1	4
78	Technische Maßnahmen zum Erosionsschutz ^{1 3}	technisch	WS-Gewinn in Abhängigkeit von der Einzelmaßnahme	0	0,5	0,5	0,5	1,5
81	Dachbegrünung, intensiv ^{1 3}	technisch	Intensivbegrünung bzw. extensive Dachbegrünung (mehrschichtig); WS-Gewinn in Abhängigkeit von Boden-/Substratart und Auftragsmächtigkeit zur Herstellung des durchwurzelbaren Bodenraums, z. B. 20 cm Substrat/Feinboden und 40 Vol.-% Wasserspeicherfähigkeit	0	1	0,5	0	1,5
13	Dachbegrünung, extensiv ^{1 3}	technisch	extensive Dachbegrünung (einschichtig) mit max. 10 cm Substrat und 25 Vol.-% Wasserspeicherfähigkeit	0	0,4	0,2	0	0,6
90	Verwendung versickerungsfähiger Beläge ³	technisch	Schotterrasen	0	0	0,5	0	0,5
			Rasengitter	0	0	0,4	0	0,4
			Rasenfugen	0	0	0,2	0	0,2
89	Dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser ^{1 3}	technisch	WS-Gewinn nur gering, da Maßnahme zugleich durch die Anlage z. B. der Versickerungsmulden einen Eingriff in das Schutzgut Boden darstellt	-	-	0,25	-	0,25
100	Bodenkundliche Baubegleitung ³	technisch	Verringerung der bauzeitlichen Beeinträchtigung der Bodenfunktionen auf 10 % nicht kombinierbar mit ID 101	WS-Gewinn in %				
				15 %	15 %	15 %	15 %	15 %
101	Wiederverwendung des Bodenmaterials am Einriffsort ³	technisch	Verringerung der bauzeitlichen Beeinträchtigung der Bodenfunktionen auf 10 % nicht kombinierbar mit ID 100	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %

Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB

Quelle	Bemerkung/Ausführung Maßnahme etc.	Natur-schutz ja/nein	Erosions-schutz ja/nein	Klima-funktion ja/nein	Archiv-funktion ja/nein
FAENSEN-THIEBES et al. (2010), LUBW (2012), PETER et al. (2009, 2011)	z. B. ehemalige militärische Anlagen (Voraussetzung: unverhältnismäßig hohe Kosten für eine Beseitigung) bei den meisten Autoren Minderungsmaßnahme	nein	nein	nein	nein
MILLER et al. (2012)	Vermeidung von Bodenerosion an anderer Stelle; Flächenbezug schwierig, da die Maßnahme selbst wenig Fläche einnimmt, die Auswirkung der Maßnahme sich aber auf eine deutlich grö- ßere Fläche bezieht	nein	ja	nein	nein
LUBW (2012)	bei den meisten Autoren Minderungsmaß- nahme bei Neubauten, Ausgleichsmaßnahme nur auf Altbauten	nein	nein	ja	nein
LUBW (2012)	bei den meisten Autoren Minderungsmaß- nahme bei Neubauten, Ausgleichsmaßnahme nur auf Altbauten	nein	nein	ja	nein
LUBW (2012), PETER et al. (2011)	Bewertung der Wertstufengewinne standort- und ausführungsbegleitend	nein	nein	ja	nein
LUBW (2012), PETER et al. (2009, 2011)		nein	nein	ja	nein
LUBW (2012), PETER et al. (2011)	ermöglicht die fachgerechte Durchführung der bauzeitlichen Minderungsmaßnahmen (vgl. ID 92 bis ID 99)	nein	nein	nein	nein
FELDWISCH (2014), LAU (2013), PETER et al. (2009)	standort- und qualitätsgerecht nach DIN 18915, DIN 19731	nein	nein	nein	nein

Anhang 4: Kompensationsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden (s. Tab. 2 Seite 14 sowie Fußnote Seite 48)

ID	Maßnahme	Gruppe	WS-Gewinn	Biotopentwicklungs-potenzial	Ertrags-potenzial	WS-Ge-winn FK	WS-Ge-winn Nit-ratrückhalt	Summe WS-Ge-winne
1	Vollentsiegelung ^{1 3}	technisch	kombinierbar mit ID77 (Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht)	3	3	3	3	12
77	Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht ^{1 3}	Rekultivierung	WS-Gewinn in Abhängigkeit von Bodenart und Auftragsmächtigkeit zur Herstellung der durchwurzelbaren Bodenschicht, z. B. bei 40 cm Auftrag mit Bodenart Ut3 (mittel toniger Schluff mit 25 Vol.-% nFK und 37 Vol.-% FK): +100 mm nFK (+2,7 WS bei Ertragspotenzial), +148 mm FK (+1,6 WS) oder Beurteilung nach Bodenzahl (Neuschätzung)	3	4	3	3	10
2	Teilentsiegelung ^{1 3}	technisch	WS-Gewinn abhängig vom Grad der Entfernung des Unterbaus; wenn nach der Teilentsiegelung noch Auftrag Oberboden und Herstellen der durchwurzelbaren Bodenschicht (Mächtigkeit entsprechend der natürlichen Standortverhältnisse) erfolgen, muss noch Maßnahme ID77 hinzu gerechnet werden	3	2	2	2	9
11	Überdeckung baulicher Anlagen im Boden ^{1 3}	technisch	WS-Gewinn in Abhängigkeit von Bodenart und Auftragsmächtigkeit zur Herstellung der durchwurzelbaren Bodenschicht, z. B. bei 35 cm Auftrag mit Bodenart Ut3 (mittel toniger Schluff mit 25 Vol.-% nFK und 37 Vol.-% FK): +88 mm nFK (+2 WS bei Ertragspotenzial), +130 mm FK (+1 WS); nicht kombinierbar mit Maßnahme ID 77	0	2	1	1	4
4	Bodenlockerung (mechanisch, biologisch) ^{1 3}	technisch		0	1	1	1	3

Quelle	Bemerkung/Ausführung Maßnahme etc.	Natur-schutz ja/nein	Erosions-schutz ja/nein	Klima-funktion ja/nein	Archiv-funktion ja/nein
Bayerisches Geologisches Landesamt & Bayerisches Landesamt für Umwelt (2003), BERIEF et al. (2009), BKompV Entwurf (2013), BVB (2001), DAHLMANN et al. (2003), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), FELDWISCH (2011), KIENE (2005), LUBW (2012). PETER et al. (2009, 2011), Stadt Aachen (2012), Stadt Dortmund (2003)	Entsiegelung mit vollständiger Entfernung von Versiegelung und Unterbau, Beseitigung von Verdichtungen des Unterbodens und ggf. Entfernen belasteten Bodenmaterials	nein	nein	ja	nein
Bayerisches Geologisches Landesamt & Bayerisches Landesamt für Umwelt (2003), BVB (2001), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), LUBW (2012), PETER et al. (2009))	gilt nur für Flächen, die nicht unter andere Vorgaben im Genehmigungsverfahren fallen; Biotopentwicklungspotenzial wird hier nicht mit WS-Gewinnen belegt (vgl. Maßnahmen Entsiegelung sowie Herstellung eines Zielbiotops)	nein	nein	nein	nein
Bayerisches Geologisches Landesamt & Bayerisches Landesamt für Umwelt (2003), BERIEF et al. (2009), BKompV Entwurf (2013), BVB (2001), DAHLMANN et al. (2003), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), FELDWISCH (2011), PETER et al. (2009, 2011), Stadt Aachen (2012), Stadt Dortmund (2003)	Entsiegelung mit nicht vollständiger Entfernung des Unterbaus	nein	nein	ja	nein
FAENSEN-THIEBES et al. (2010), LUBW (2012), PETER et al. (2009, 2011)	z. B. ehemalige militärische Anlagen (Voraussetzung: unverhältnismäßig hohe Kosten für eine Beseitigung)	nein	nein	nein	nein
BERIEF et al. (2009), BKompV Entwurf (2013), BVB (2001), DAHLMANN et al. (2003), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), FELDWISCH (2011), KIENE (2005), LUBW (2012), PETER et al. (2009, 2011), Stadt Aachen (2012), Stadt Dortmund (2003),	nur nach Feststellung der Lockerungsbedürftigkeit auf anthropogen verdichteten Böden (z. B. Flächen mit ehem. militärischer Nutzung); gilt nicht für landwirtschaftlich genutzte oder sanierungspflichtige Böden	nein	nein	nein	nein

Anhang 4: Kompensationsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden (s. Tab. 2 Seite 14 sowie Fußnote Seite 48)

ID	Maßnahme	Gruppe	WS-Gewinn	Biotopentwicklungspotenzial	Ertragspotenzial	WS-Gewinn FK	WS-Gewinn Nitratrückhalt	Summe WS-Gewinne
6	Wiedervernässung meliorierter Standorte ^{1 3}	Renaturierung	WS-Gewinn abhängig von Vernässungsgrad und Grundwasserstufe	4	-1	0	0	3
7	Erosionsschutz ^{1 3}	produktionsintegriert		0	1	1	1	3
36	Stabilisierung strukturlabiler bzw. verdichteter Böden (z. B. durch Tiefwurzler) ^{1 3}	produktionsintegriert		0	1	1	1	3
74	Etablierung und Erhaltung dauerhaft bodendeckender Vegetation auf erosionsgeschädigten Böden ^{1 3}	produktionsintegriert		0	1	1	1	3
72	Teilentsiegelung und anschließend Einbau wasser-durchlässiger Beläge ^{1 3}	technisch	WS-Gewinn für Wasserhaushalt +1, Standort für Pflanzen aber aufgrund eingeschränkter Wuchsbedingungen geringer	0	0,5	1	1	2,5
73	Auftrag humosen Oberbodens ^{1 3}	technisch	WS-Gewinn in Abhängigkeit von Bodenart und Auftragsmächtigkeit zur Herstellung der durchwurzelbaren Bodenschicht, z. B. 20 cm Ut3: +50 mm nFK (+1 WS bei Ertragspotenzial), +74 mm FK (+0,6 WS)	0	1	0,6	0,6	2,2

Quelle	Bemerkung/Ausführung Maßnahme etc.	Natur-schutz ja/nein	Erosions-schutz ja/nein	Klima-funktion ja/nein	Archiv-funktion ja/nein
Bayerisches Geologisches Landesamt & Bayerisches Landesamt für Umwelt (2003), BERIEF et al. (2009), BKompV Entwurf (2013), BVB (2001), DAHLMANN et al. (2003), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), FELDWISCH (2011), HELBIG (2012), KIENE (2005), LUBW (2012), PETER et al. (2009, 2011), Stadt Aachen (2012), Stadt Dortmund (2003)	nur auf ursprünglich hydromorphen Böden, Mooren, Feuchtgrünland	ja	nein	ja	nein
Bayerisches Geologisches Landesamt & Bayerisches Landesamt für Umwelt (2003), BayKompV (2013), BERIEF et al. (2009), BVB (2001), DAHLMANN et al. (2003), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), HELBIG (2012), PETER et al. (2009, 2011), Stadt Aachen (2012), Stadt Dortmund (2003)	nur Maßnahmen, die über die gute fachliche Praxis hinausgehen (z. B. Begrünung Tiefenlinien, Erosionsschutzstreifen im Schlag, Verzicht auf Anbau von Hackfrüchten etc.)	nein	ja	ja	nein
BVB (2001)	falls Kalkung, dann ID12	nein	ja	nein	nein
BayKompV (2013), BVB (2001), DAHLMANN et al. (2003)	schutzgutübergreifende bzw. produktionsintegrierte Maßnahme; Etablierung und Erhaltung dauerhaft bodenbedeckender Vegetation auf erosionsgeschädigten Böden, Umwandlung von Acker in Grünland/Wald, Verbesserung des Wasseraufnahmevermögens z. B. durch Nutzungs-/Bewirtschaftungsänderungen bei verschlammungsempfindlichen Ackerböden; Wirkung an ABAG oder K-Faktor binden	ja	ja	ja	nein
Bayerisches Geologisches Landesamt & Bayerisches Landesamt für Umwelt (2003), BERIEF et al. (2009), BKompV Entwurf (2013), BVB (2001), DAHLMANN et al. (2003), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), FELDWISCH (2011), PETER et al. (2009, 2011), Stadt Aachen (2012), Stadt Dortmund (2003)	Entsiegelung mit Entfernung von Versiegelung und Unterbau, aber nach der Entsiegelung Einbau wasserdurchlässiger Beläge	nein	nein	nein	nein
BERIEF et al. (2009), BVB (2001), DAMM et al. (2012), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), FREY-WEHRMANN (2010), LUBW (2012), PETER et al. (2009, 2011), Stadt Aachen (2012)	nur auf degradierten Böden sowie innerhalb des betroffenen Baugebietes, Verbesserungsgebot sowie Ausschlussflächen und Vollzugshilfe § 12 BBodSchV beachten; Bodenauftrag, Bodeneinmischung, Lockerung, Humuseintrag zur Verbesserung der Kühlungs-/Klimafunktion in Städten (standortabhängig)	nein	ja	ja	nein

Anhang 4: Kompensationsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden (s. Tab. 2 Seite 14 sowie Fußnote Seite 48)

ID	Maßnahme	Gruppe	WS-Gewinn	Biotopentwicklungs-potenzial	Ertrags-potenzial	WS-Ge-winn FK	WS-Ge-winn Nit-ratrückhalt	Summe WS-Ge-winne
38	Umwandlung in ökologischen/biologischen Anbau ^{1 3}	produktions-integriert	Umfang Aufwertung einzel-fallbezogen, EU-Bio bei Nitratrückhalt nur WS-Gewinn +0,5, Verbands-Bio +1, da hier stickstoff-bezogene Auflagen strenger	1	0	0	1	2
25	Wiederherstellung der Auenspezifität von Böden ^{2 3}	Renaturierung	Abgrenzung zu Maßnahme ID45; WS-Gewinne +1 bis +2	2	-0,5	0	0	1,5
47	Wiederherstellung von Weinbergs-trockenmauern und Steillagenflä-chen im Weinbau ¹	naturschutz-fachlich	+0,5 WS-Gewinn abhängig von konkreter Einzelmaßnahme	0,5	0,5	0,5	0	1,5
78	Technische Maß-nahmen zum Erosionsschutz ^{1 3}	technisch	WS-Gewinn in Abhängigkeit von der Einzelmaßnahme	0	0,5	0,5	0,5	1,5
12	Kalkung ¹	produktions-integriert		0	0,25	0,25	0,25	0,75
69	Anlage von Brachen ^{1 3}	produktions-integriert		0,75	0	0	0	0,75
15	Nutzungs-extensivierung ¹	produktions-integriert		0,5	0	0	0	0,5
30	Aushagerung nähr-stoffangereicherter Böden ^{1 3}	naturschutz-fachlich		0,5	0	0	0	0,5

Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB

Quelle	Bemerkung/Ausführung Maßnahme etc.	Natur-schutz ja/nein	Erosions-schutz ja/nein	Klima-funktion ja/nein	Archiv-funktion ja/nein
BayKompV (2013), BERIEF et al. (2009)	schutzgutübergreifende bzw. produktions-integrierte Maßnahme	ja	ja	nein	nein
Bay KompV (2013), BETTENDORF et al. (2013), BKompV Entwurf (2013), HELBIG (2012)	durch die Wiederherstellung fließgewässer-typischer Abfluss- und Überflutungsverhältnisse	ja	nein	nein	nein
KV Hessen (2005)	Flächenbezug schwierig, da die Maßnahme selbst (Trockenmauer) wenig Fläche einnimmt, die Auswirkung der Maßnahme sich aber auf eine deutlich größere Fläche bezieht	ja	ja	nein	ja
MILLER et al. (2012)	Vermeidung von Bodenerosion an anderer Stelle; Flächenbezug schwierig, da die Maßnahme selbst wenig Fläche einnimmt, die Auswirkung der Maßnahme sich aber auf eine deutlich größere Fläche bezieht	nein	ja	nein	nein
BVB (2001), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), LUBW (2012), PETER et al. (2009),	keine Erhaltungskalkungen; nur bei Versauerungen	nein	ja	nein	nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013), MÜLLER-PFANNENSTIEL et al. (2014)	Entwicklung von Brachflächen, jungen Sukzessionsstadien	ja	ja	ja	nein
BayKompV (2013), BKompV Entwurf (2013), DAHLMANN et al. (2003), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), FELDWISCH (2011), FREY-WEHRMANN (2010), KIENE (2005), LUBW (2012), PETER et al. (2009, 2011), Stadt Dortmund (2003)	nur bei Böden mit Biotopentwicklungspotenzial Stufe 4 oder 5; fällt bei den meisten Autoren unter schutzgutübergreifende Kompensation	ja	ja	ja	nein
Bayerisches Geologisches Landes- amt & Bayerisches Landesamt für Umwelt (2003)	nur bei entsprechendem Standortpotenzial	ja	nein	nein	nein

Anhang 4: Kompensationsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden (s. Tab. 2 Seite 14 sowie Fußnote Seite 48)

ID	Maßnahme	Gruppe	WS-Gewinn	Biotopentwicklungs-potenzial	Ertrags-potenzial	WS-Gewinn FK	WS-Gewinn Nitratrückhalt	Summe WS-Gewinne
43	Einzelmaßnahmen zugunsten von Arten, insbesondere soweit sie der Herstellung eines Biotopverbunds dienen ^{1 2 3}	naturschutz-fachlich	+0,5 bei Feldhamster und Bodenbrütern, sonst 0	0,5	0	0	0	0,5
46	Maßnahmen zur Wiederherstellung von Kulturbiotopen ^{1 2 3}	naturschutz-fachlich	+0,5 WS-Gewinn in Abhängigkeit vom Nutzungskonzept	0,5	0	0	0	0,5
51	Flächen zur Pufferung ökologisch empfindlicher Bereiche (Fließgewässer, Moore etc.) ^{1 3}	schutzgutübergreifend	+0,5 WS-Gewinn Biotopentwicklungspot. durch Nutzungsänderung	0,5	0	0	0	0,5
58	Neuanlage von Feldgehölzen/Hecken ¹	naturschutz-fachlich	+0,5 aufgrund Extensivierung	0,5	0	0	0	0,5
59	Neuanlage von Streuobstwiesen ¹	naturschutz-fachlich	+0,5 aufgrund Extensivierung	0,5	0	0	0	0,5
75	Extensivierungsmaßnahmen Acker/Maßnahmen zur Förderung von Ackerlebensräumen ¹	produktions-integriert		0,5	0	0	0	0,5
80	Etablierung und Erhaltung langjährig bodenbedeckender Vegetation auf nicht erodionsgeschädigten Böden ^{1 3}	Nutzungs-änderung	+0,5 Kurzumtriebsplantagen (KUP) nur auf überprägten oder rekultivierten Standorten	0,5	0	0	0	0,5

Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB

Quelle	Bemerkung/ Ausführung Maßnahme etc.	Natur-schutz ja/nein	Erosions-schutz ja/nein	Klima-funktion ja/nein	Archiv-funktion ja/nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013), KV Hessen (2005)	Einzelmaßnahmen zugunsten von Arten der Anhänge II und IV der Richtlinie 92/43/EWG oder des Anhangs 1 der Richtlinie 79/409/EWG, z. B. Sanierung und Entwicklung von Fledermausquartieren, Anlage und Entwicklung von Biotopbäumen	ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013), KV Hessen (2005)	Alleen, Halbtrocken-, Trocken- oder Magerrasen sowie Maßnahmen (Nutzungskonzept) auf erosionsgefährdeten Hängen, Moorstandorten oder Standorten mit hohem Grundwasserstand; Entwicklungen zu Mittelwald, Niederwald, Zwergstrauchheiden, Hochstaudenfluren	ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013), BERIEF et al. (2009), LUNG MV (1999)	z. B. Anlage von Gewässerrandstreifen, extensive Grünlandstreifen, Ufergehölzstreifen	ja	ja	nein	nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013)	gebietsheimische Arten	ja	ja	nein	nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013)	mit naturschutzfachlichen Bewirtschaftungsauflagen	ja	ja	nein	nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013), BKompV Entwurf (2013), DAHLMANN et al. (2003), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), FELDWISCH (2011), FREY-WEHRMANN (2010), KIENE (2005), LÜBW (2012), MÜLLER-PFANNENSTIEL et al. (2014), PETER et al. (2009, 2011), Stadt Dortmund (2003)	fällt bei den meisten Autoren unter schutzgutübergreifende Kompensation; Verzicht auf Düngung und Pflanzenschutzmittel, weiter Reihenabstand, pfluglose/unterlassene Bodenbearbeitung, Stoppelbrachen, Ernteverzicht auf Teilflächen etc., Anlage von Lerchenfenstern, Ackerwildkrautfluren, Klee gras-/Luzernestreifen, mehrj. Wildpflanzen, Blühstreifen etc.	ja	ja	nein	nein
BayKompV (2013), BERIEF et al. (2009), MÜLLER-PFANNENSTIEL et al. (2014)	Erstaufforstungen; Kurzumtriebsplantagen (KUP) mit naturschutzfachlichen Bewirtschaftungsauflagen, Anlage nicht auf Grünland oder in Wiesenbrütergebieten, keine Anlage auf Standorten, deren Wasserhaushalt empfindlich auf einen hohen Wasserverbrauch durch die Anbaukultur reagiert; Vorgaben zur Bodenbearbeitung + Ernte	ja	ja	ja	nein

Anhang 4: Kompensationsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden (s. Tab. 2 Seite 14 sowie Fußnote Seite 48)

ID	Maßnahme	Gruppe	WS-Gewinn	Biotopentwicklungs-potenzial	Ertrags-potenzial	WS-Ge-winn FK	WS-Ge-winn Nit-ratrückhalt	Summe WS-Ge-winne
67	Extensivierungsmaßnahmen Grünland ¹	produktions-integriert	nahezu neutral, max. +0,25	0,25	0	0	0	0,25
24	Fortführung kulturhistorischer Bewirtschaftungsformen	produktions-integriert	keine bodenfunktionale Auswirkung	0	0	0	0	0
41	Maßnahmen zur Aufwertung von Wald	naturschutz-fachlich	keine bodenfunktionale Auswirkung	0	0	0	0	0
45	Maßnahmen zur Renaturierung von Fließgewässern ²	naturschutz-fachlich	am Ort der Renaturierung Totalverlust der Bodenfunktionen, im angrenzenden Bereich Nutzungsänderung; Abgrenzung zu Maßnahme ID 25	0	0	0	0	0
48	Maßnahmen zur naturnahen Gestaltung von Abbauflächen	naturschutz-fachlich	keine bodenfunktionale Auswirkung	0	0	0	0	0
49	Maßnahmen zur Umsetzung des Regionalparks Rhein-Main ^{2 3}	naturschutz-fachlich	allgemeine Maßnahmenbezeichnung aus Hess. KompV	0	0	0	0	0
60	Anlage von Steinriegeln, Trockenmauern aus Naturstein ²	naturschutz-fachlich	prüfen, ob Eingriff in das Schutzgut Boden vorliegt	0	0	0	0	0

Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB

Quelle	Bemerkung/ Ausführung Maßnahme etc.	Natur- schutz ja/nein	Erosions- schutz ja/nein	Klima- funktion ja/nein	Archiv- funktion ja/nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013), BKompV Entwurf (2013), DAHLMANN et al. (2003), FAENSEN-THIEBES et al. (2010), FELDWISCH (2011), FREY-WEHRMANN (2010), KIENE (2005), LUBW (2012), MÜLLER-PFANNENSTIEL et al. (2014), PETER et al. (2009, 2011), Stadt Dortmund (2003)	fällt bei den meisten Autoren unter schutzgut- übergreifende Kompensation; extensive Bewei- dung, Mahd, Rotationsmahd, Wechselbrache, Verzicht auf Düngung und PSM	ja	nein	nein	nein
BKompV Entwurf (2013)	WS-neutral für z. B. Streunutzung, Bewirtschaftung von Wölbäckern, Kalkscherbenäckern; bei Plaggen WS-Gewinne für Ertragspot., FK und Nitratrückhalt je nach Ausführung; Klimafunktion nur bei Plaggen (C-Speicher)	ja	nein	ja	ja
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013), KV Hessen (2005)	Maßnahmen, die über die Grundpflichten eines Waldbesitzers nach § 6 des Hess. Forstgesetzes hinausgehen; Prozessschutzflächen, Offen- haltung Lichtungen, Revitalisierung, Rückbau Infrastrukturmaßnahmen, Steigerung Laub-/ Totholzanteil, Nutzungsverzicht etc.	ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013), KV Hessen (2005)	Maßnahmen zur Renaturierung von Fließge- wässern einschl. der Uferbereiche und zur Her- stellung der Durchgängigkeit für wandernde Fischarten (Rückbau Wehre, Sohlschwellen, Uferverbauungen, Aufweitung Gewässerquer- schnitt); Eingriff in das Schutzgut Boden	ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013), KV Hessen (2005)	Pflege von naturschutzfachlich hochwertigen Ruderalfluren auf vorhandenen verschiedenen Ausgangssubstraten (Kies, Sand, Schotter, bindiges Substrat etc.)	ja	nein	nein	nein
KV Hessen (2005)	Maßnahmen in Abstimmung mit der Landwirt- schaft, die zu einer Aufwertung von Natur und Landschaft führen	ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013)		ja	nein	nein	nein

Anhang 4: Kompensationsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden (s. Tab. 2 Seite 14 sowie Fußnote Seite 48)

ID	Maßnahme	Gruppe	WS-Gewinn	Biotopentwicklungs-potenzial	Ertrags-potenzial	WS-Gewinn FK	WS-Gewinn Nitratrückhalt	Summe WS-Gewinne
62	Felsfreistellungen und Pflege an besonnten Steilwänden	naturschutzfachlich	keine bodenfunktionale Auswirkung	0	0	0	0	0
63	Dauerhafte Erhaltung stillgelegter Gleisschotterflächen als Lebensraum	naturschutzfachlich	keine bodenfunktionale Auswirkung	0	0	0	0	0
65	Temporäre Überstauung ²	naturschutzfachlich	-	0	0	0	0	0
42	Maßnahmen zur Aufwertung landwirtschaftlich genutzter Flächen ³	naturschutzfachlich	allgemeine Maßnahmenbezeichnung aus Hess. KompV, WS-Gewinn abhängig von konkreter Einzelmaßnahme					
29	Abtrag nährstoffreichen Oberbodens zur Entwicklung von Rohböden ^{1 3 4}	naturschutzfachlich	+/-	1	-1	-1	-1	-2
44	Maßnahmen zur Beseitigung von Hindernissen für die Tierwanderung ²	naturschutzfachlich	bei Anlagen mit Bodenüberdeckung WS-Gewinn in Abhängigkeit von Bodenart und Auftragsmächtigkeit, oft nur sehr kleine Flächen	-	-	-	-	-
54	Technische Maßnahmen zur Wiedervernetzung von Lebensräumen ^{2 3}	naturschutzfachlich	prüfen, ob Eingriff in das Schutzgut Boden vorliegt	-	-	-	-	-
55	Maßnahmen zur Renaturierung von Quellen und Quellfluren ^{2 3}	naturschutzfachlich	prüfen, ob Eingriff in das Schutzgut Boden vorliegt	-	-	-	-	-

Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB

Quelle	Bemerkung/Ausführung Maßnahme etc.	Natur-schutz ja/nein	Erosions-schutz ja/nein	Klima-funktion ja/nein	Archiv-funktion ja/nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013)		ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013)	steht Entseigelungspotenzial entgegen; für trockenheits- und wärmeliebende Arten	ja	nein	nein	nein
BETTENDORF et al. (2013)	nur bei entsprechenden Standortverhältnissen, sonst Eingriff in das Schutzgut Boden	ja	nein	nein	nein
KV Hessen (2005)	Maßnahmen zur Aufwertung landwirtschaft- lich genutzter Flächen, die über die gute fachliche Praxis hinausgehen	ja	nein	nein	nein
Bayerisches Geologisches Landes- amt & Bayerisches Landesamt für Umwelt (2003)	nur bei entsprechendem Standortpotenzial	ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013), KV Hessen (2005)	Maßnahmen zur Beseitigung von Hindernissen für die Tierwanderung (Querungshilfen, Wild- brücken)	ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013)	Grünbrücken, Grünunterführungen, Tierdurchlässe etc. mit ggf. Eingriff in das Schutzgut Boden	ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013)	ggf. Eingriff in das Schutzgut Boden	ja	nein	nein	nein

Anhang 4: Kompensationsmaßnahmen und ihre Bewertung für das Schutzgut Boden (s. Tab. 2 Seite 14)

ID	Maßnahme	Gruppe	WS-Gewinn	Biotopentwicklungs-potenzial	Ertrags-potenzial	WS-Ge-winn FK	WS-Ge-winn Nit-ratrückhalt	Summe WS-Ge-winne
56	Neuanlage von Stillgewässern ^{2,3}	naturschutz-fachlich	Eingriff in das Schutzgut Boden	-	-	-	-	-
57	Schaffung natürlicher Retentionsflächen ^{2,3}	naturschutz-fachlich	prüfen, ob Eingriff in das Schutzgut Boden vorliegt	-	-	-	-	-
61	Anlage von Sand-, Kies- und Schotterflächen als Sonderstandorte für naturnahe Vegetation ^{2,3}	naturschutz-fachlich	prüfen, ob Eingriff in das Schutzgut Boden vorliegt	-	-	-	-	-
64	Anlage von Flach- oder Steilufem, Flachwasserzonen ^{2,3}	naturschutz-fachlich	prüfen, ob Eingriff in das Schutzgut Boden vorliegt	-	-	-	-	-
50	Rückbau und Ersatz einer Freileitung durch eine Erdleitung ⁵	naturschutz-fachlich	Totalverlust der Bodenfunktionen	-	-	-	-	-

¹ maximaler Wertstufengewinn

² prüfen, ob Eingriff in das Schutzgut Boden vorliegt

³ Bewertung abhängig vom konkreten Einzelfall

⁴ maximaler Wertstufenverlust

⁵ keine Kompensationsmaßnahme

Kompensation des Schutzguts Boden in der Bauleitplanung nach BauGB

Quelle	Bemerkung/Ausführung Maßnahme etc.	Natur-schutz ja/nein	Erosions-schutz ja/nein	Klima-funktion ja/nein	Archiv-funktion ja/nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013)	= Eingriff in das Schutzgut Boden; Neuanlage von Teichen, Weiher, Tümpel, Kleingewässern	ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013)	ggf. Eingriff in das Schutzgut Boden; Rückverlegung Deiche, Abgrabung Vorland, Beseitigung Auffüllungen; in Verbindung mit Entwicklung von Zielbiotopen	ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013)	in Bereichen hohen Potenzials, sonst Eingriff in das Schutzgut Boden; Förderung spezifischer Arten und Lebensräume	ja	nein	nein	nein
BayKompV (2013), BETTENDORF et al. (2013)	ggf. Eingriff in das Schutzgut Boden	ja	nein	nein	nein
MELUR (2017)	= Eingriff in das Schutzgut Boden	ja	nein	nein	nein

Anhang 5: Beispiel für einen Maßnahmensteckbrief

Maßnahmensteckbrief Boden ⓘ

ID 77
Stand: 11.2017

Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht

Maßnahmengruppe: Rekultivierung
Maßnahmenkombination: Vollentsiegelung (1)



Beschreibung und Voraussetzungen

Auftrag von Bodenmaterial und Herstellung einer standorttypischen durchwurzelbaren Bodenschicht mit Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen (§ 2 BBodSchG).

Zur Wiederherstellung der standorttypischen Leistungsfähigkeit von Böden reicht z.B. bei einer Entsiegelung die alleinige Entfernung der versiegelten Schichten zumeist nicht aus. Eine Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen kann nur durch den Aufbau einer durchwurzelbaren Bodenschicht erreicht werden.

Dabei hängt die zu erreichende Wertstufe der Funktionserfüllung von der Art des Bodenmaterials und der Auftragsmächtigkeit ab. Grundsätzlich sind nur Bodensubstrate einer vormals durchwurzelten Bodenzone (Solumsediment) oder spezifische Lockergesteine wie Löss geeignet. Untergrund-Material aus tieferen Bodenzonen ist hierfür nicht geeignet. Der anzustrebende Zielzustand ist vorher zu definieren und basiert auf den am Standort natürlicherweise vorkommenden Böden. Deshalb sollte bei der

Herstellung der durchwurzelbaren Bodenschicht Bodenmaterial mit standorttypischen Eigenschaften sowie in entsprechender Mächtigkeit verwendet werden. Die Einhaltung der Vorgaben nach § 12 BBodSchV ist zu gewährleisten.

Bei allen Arbeiten ist auf eine bodenschonende Ausführung zu achten (flächensparende Baustelleneinrichtung, Durchführung nur bei geringer Bodenfeuchte und mit geeigneten Maschinen, Abgrenzung zu schützender Flächen, bodenkundliche Baubegleitung etc.).



Geeignete Standorte

Abgrabungsflächen, Standorte nach Entsiegelung oder mit massiven Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, sofern sie als geeignete Standorte für Kompensation zugelassen sind.

Maßnahmenziel

Wiederherstellung der natürlichen, standorttypischen Bodenfunktionen (§ 2 BBodSchG)

Wirkung

Maximaler WS-Gewinn gesamt: **10**
Maximaler WS-Gewinn je Bodenfunktion¹:
Biotopentwicklungspotenzial: **3**
Ertragspotenzial: **4**
Wasserspeicherefähigkeit (FK): **3**
Nitratrückhalt: **3**

¹ Der max. Wertstufengewinn kann in der Praxis nur in seltenen Fällen und nur für einzelne Bodenfunktionen gleichzeitig erreicht werden.

Maßnahmensteckbrief Boden



Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht

Zielkontrolle

Vergleich des **Ausgangszustands** (z.B. Zustand nach der Entsiegelung, Verfüllung usw.) mit dem **Endzustand** der neuen Wurzelzone. Bewertung der Wasserverhältnisse, Schadstoffgehalte, Funktionserfüllung. Kontrolle insbesondere auf Schäden durch Verdichtung.

Bewertung anhand Vergleichsprofil am Standort oder in der Umgebung und Erfolgskontrolle des angestrebten Wertstufengewinns.

Andere Schutzgüter

Neuer **Lebensraum für Tiere und Pflanzen** und Förderung der biologischen Vielfalt

Erhöhung des **Wasserrückhaltevermögens** in der Landschaft und entsprechende Verbesserung des **Kleinklimas**

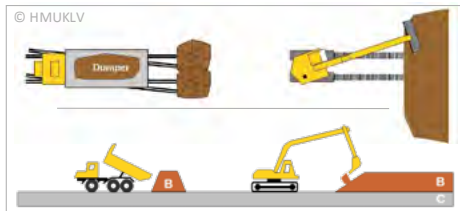
Datengrundlagen

Großmaßstäbige Bodendaten/Bodenfunktionsbewertung (**BFD5L**) und/oder gutachterliche Erhebung der natürlichen Standorteigenschaften zur Ermittlung des anzustrebenden Zielzustands

Zustandserfassung nach Entsiegelung; Profil des evtl. noch vorhandenen (Rest-)Bodens; Bodenaufnahme in vergleichbarer Standortsituation

Herkunft und **chemische** sowie **physikalische** Beschaffenheit des Bodenmaterials für die Herstellung der durchwurzelbaren Bodenschicht

Maßnahmenbeispiel



Beim Aufbau einer durchwurzelbaren Bodenschicht werden bei **bodenschonenden Einbauverfahren** die Bodenfunktionen erhalten.

Beim **Streifenverfahren** wird das Bodenmaterial **rückschreitend** aufgebracht. Dabei fährt der Kettenbagger (auf geringe Flächenpressung sowie geringe Bodenfeuchte achten) in einer **Linie** rückwärts und verteilt das Material in Streifen entsprechend seiner Arbeitsbreite. Durch das Einhalten von **Befahrungslinien** werden Rangier- sowie unnötige Überfahrten vermieden und ein evtl. Lockerungsbedarf beschränkt.

Bodenschonendes Streifenverfahren beim Aufbau einer durchwurzelbaren Bodenschicht (HMUKLV 2017)

Nach Herstellung der durchwurzelbaren Bodenschicht sollte eine unbedeckte Oberfläche vermieden (vgl. Foto) und **tiefwurzelnde Pflanzen** (z.B. Waldstaudenroggen, Luzerne) angesät werden.



Weiterführende Literatur

BVB (2006): Entsiegelung von Böden im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. Bundesverband Boden (BVB) e.V.

Gaßner, H., Willand, A., Fischer, J., Pippke, N., Lambrecht, H. & A. Gröngroft (2001): Anforderungen an die Wiederherstellung von Bodenfunktionen nach Entsiegelung: Rechtliche und bodenfachliche Rahmenbedingungen für eine Entsiegelungsverordnung. Forschungsbericht 299 73 230, UBA-FB000213, Umweltbundesamt, Berlin.

HMUKLV (2017): Rekultivierung von Tagebau- und sonstigen Abgrabungsflächen – Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht. Bodenschutz in Hessen. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 106 S.

siehe auch <https://www.hlnug.de/?id=12464>