

TEXTE 56/2014

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3711 71 213/01
UBA-FB 1857

Erarbeitung fachlicher, rechtlicher und organisatorischer Grundlagen zur Anpassung an den Klimawandel aus Sicht des Bodenschutzes

**Teilvorhaben 1: Erarbeitung der fachlichen und rechtlichen
Grundlagen zur Integration von Klimaschutzaspekten ins
Bodenschutzrecht**

von

Dr. Achim Willand, Dipl.-Jur. Dirk Buchsteiner
Anwaltsbüro Gaßner, Groth, Siederer & Coll., Berlin


Dr. Silke Höke, Dipl.-Geogr. Carolin Kaufmann-Boll
ahu AG, Aachen

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

Anwaltsbüro Gaßner, Groth, Siederer & Coll.
Stralauer Platz 34
10243 Berlin

Abschlussdatum:

März 2013

Redaktion:

Fachgebiet II 2.1 Übergreifende Angelegenheiten Wasser und Boden
Dr. Harald Ginzky

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erarbeitung-fachlicher-rechtlicher-organi>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, August 2014

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter der Forschungskennzahl 3711 71 213/01 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Ziel des Vorhabens ist die Erarbeitung fachlicher und rechtlicher Grundlagen, die der Integration von Klimaschutzaspekten in das Bodenschutzrecht dienen. Es sollen Vorschläge für eine rechtliche Verankerung des Klimaschutzes im Bodenschutzrecht sowohl fachkundlich als auch rechtswissenschaftlich geprüft und weiterentwickelt werden.

Das Ergebnis der Bestandsaufnahme und Analyse der fachlichen Grundlagen zum Schutz der Klimafunktion des Bodens in Teil B bildet ein auf entsprechende Handlungsfelder bezogener Maßnahmenkatalog. Die vorgeschlagenen Maßnahmen werden hierfür auf der Basis konkreter Handlungserfordernisse definiert und innerhalb eines Bewertungsrahmens unter Berücksichtigung der Ziele des klimabezogenen Bodenschutzes in Abwägung mit anderen Schutzgütern sowie Politikzielen eingeordnet und priorisiert. Der Katalog stellt die Basis für eine rechtliche Bewertung der Umsetzbarkeit eines auf die Klimafunktionen bezogenen Bodenschutzes dar. Die einzelnen Maßnahmen werden in den Maßnahmesteckbriefen in der Anlage zu diesem Abschlussbericht näher beschrieben. Dieser fachliche Teil B (einschließlich der Maßnahmesteckbriefe) wurde von der ahu AG verantwortlich bearbeitet.

Aufbauend auf den fachlichen Handlungsstrategien zur Verbesserung des Bodenschutzes wird in Teil C der Rechtsrahmen unter dem Blickwinkel analysiert, inwieweit er hinreichend effektive Instrumente bereitstellt, um die Handlungsstrategien umsetzen zu können. Soweit Defizite ermittelt wurden, werden Vorschläge für Rechtsänderungen unterbreitet (vgl. Teil D). Die Teile C und D hat das Anwaltsbüro [GGSC] verantwortlich bearbeitet.

Abstract

It is the primary goal of this report to formulate technical and legal principles on adapting to climate change from the point of view of soil protection. This includes the examination and further development of proposals on how to implement climate protection in soil protection law from a technical but also from a legal point of view.

A catalogue of measures with the objective to protect the climate function of soil is the result of the analysis in the second part of the project (Part B). The measures are defined on the basis of corresponding requirements of action and are related to certain fields of action. In consideration of the aims of climate related soil protection and in accordance with other protected natural resources and political objectives, the measures are prioritised within an assessment framework. The catalogue of measures provides a basis for the legal analysis and evaluation of the feasibility of soil protection related to climate functions. Further explanation on the different measures can be found in the profiles (annex to this report). The technical part, Part B, (including the profiles) was drafted by ahu AG.

Based on the technical strategies of action to improve soil protection, in the third part (Part C) the legal framework is analysed to what extent it offers effective instruments in order to implement these strategies. Based on the conclusions drawn from the analysis of deficits, legislative proposals are presented in Part D. [GGSC] was responsible for drafting Part C and Part D.

Inhaltsverzeichnis

Berichtskennblatt	3
Report Cover Sheet.....	4
Kurzbeschreibung	5
Abstract.....	5
Abbildungsverzeichnis.....	13
Tabellenverzeichnis.....	14
Abkürzungsverzeichnis.....	15
Zusammenfassung	18
1 Analyse der fachlichen Grundlagen (Teil B).....	18
2 Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen – geltendes Recht (Teil C)	22
Summary	27
1 Analysis of the technical basis (Part B).....	27
2 Analysis of the legal framework – applicable law (Part C).....	30
TEIL A: Einführung.....	1
1 Zielstellung	1
2 Aufgabenbeschreibung des UBA	1
2.1 Fachliche Überprüfung der vorgeschlagenen Maßnahmen und Ergänzung um weitere Maßnahmen	2
2.2 Priorisierung der Bedeutung der vorgeschlagenen Maßnahmen, auch mittels einer Abwägung mit anderen Schutzgütern und Politikziel	2
2.3 Defizitanalyse des geltenden Rechts auf der Grundlage der fachlichen Empfehlungen, unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anwendung der Vorschriften.....	2
2.4 Regulatorische Anknüpfungspunkte.....	2
3 Vorgehen	4
TEIL B: Analyse der fachlichen Grundlagen	1
1 Einführung.....	1
1.1 Klimaziele der Bundesregierung	1
1.2 Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS).....	2
1.3 Handlungsfeld Boden im Kontext der DAS.....	2
1.4 Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen zum DAS-Handlungsfeld Boden auf Bundes- und Länderebene	3
Exkurs zum Klimawandel in Deutschland.....	4
1.5 Wechselwirkungen zwischen dem Klimawandel und dem Boden.....	5
1.6 Rolle der Böden im Klimageschehen.....	5

1.7	Kohlenstoffspeicherfunktion des Bodens.....	5
1.8	Kühlfunktion des Bodens für die untere Atmosphäre	6
1.9	Auswirkungen des Klimawandels auf den Boden.....	6
2	Methodisches Vorgehen im Projekt.....	7
2.1	Prüfung der Maßnahmen	7
2.2	Definition der Schutzziele und Festlegung der Handlungsfelder	7
2.3	Erstellung des Maßnahmenkatalogs	7
2.4	Erarbeitung von Steckbriefen	9
3	Klimarelevante Leistungen des Bodens.....	9
3.1	Schutzziele	10
3.2	Konkretisierung der Schutzziele	11
3.2.1	Schutzziel 1: Schutz, Erhalt und Wiederherstellung der Kohlenstoffspeicherfunktion des Bodens	11
3.2.2	Schutzziel 2: Schutz, Erhalt oder Wiederherstellung der Kühlfunktion des Bodens für die bodennahen Luftschichten	14
3.2.3	Schutzziel 3: Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels.....	17
4	Beeinträchtigung und Gefährdung der Schutzziele.....	20
4.1	Großflächige Grundwasserabsenkungen in Niedermooren und Gebieten mit hydromorphem Boden.....	20
4.2	Trockenlegung von Hochmooren zur Abtorfung und/oder landwirtschaftlichen Nutzung	21
4.3	Landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung von Moorboden und hydromorphem Boden.....	23
4.4	Inanspruchnahme von Boden für Siedlungs- und Verkehrszwecke.....	24
4.4.1	Allgemeiner Entwicklungstrend: Hohe Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche von 87 ha pro Tag (Mittelwert 2007-2010)	24
4.4.2	Überproportionale Inanspruchnahme von Boden mit hoher Klimafunktion und Klimarobustheit.....	25
4.5	Zunehmender Anteil an Flächen mit bereits anthropogen stark überprägten Böden	26
4.6	Ursache für den Verlust von Boden infolge von Winderosion.....	26
4.6.1	Flurbereinigungen auf erosionsempfindlichem Boden.....	26
4.6.2	Nicht fachgerechte Landwirtschaft auf winderosionsempfindlichem Boden	27
4.7	Unzureichende Ressourcenbereitstellung für die Implementierung der Maßnahmen	27
5	Handlungsfelder zur Erhaltung und Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens sowie zum Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels	28

6	Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens sowie zum Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels	30
7	Fachliche Priorisierung der Maßnahmen	38
7.1	Methodisches Vorgehen zur Priorisierung.....	38
7.2	Endpriorisierung.....	42
8	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen	45
TEIL C: Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen		1
1	Methodische Grundlagen.....	1
1.1	Umweltfachliche Zielsetzungen und Prämissen.....	1
1.2	Anforderungsprofil an die rechtlichen Rahmenbedingungen.....	2
1.2.1	Rechtliche Verankerung von Schutzzielen.....	2
1.2.2	Rechtliche Instrumente	3
1.3	Normanalyse	3
1.3.1	Verankerung der Schutzziele in den maßgeblichen Regelwerken.....	3
1.3.2	Analyse der rechtlichen Instrumente	3
1.3.3	Schwerpunktsetzung entsprechend der Priorisierung aus fachlicher Sicht.....	4
2	Umwelt- und verfassungsrechtlicher Rahmen für den Schutz von Boden und Klima	4
2.1	Europarechtliche Vorgaben zum Boden- und Klimaschutz	4
2.2	Verfassungsrechtliche Vorgaben zum Boden- und Klimaschutz.....	5
2.3	Verankerung des Klimaschutzes im Zusammenhang mit dem Bodenschutz im Umwelt- und Planungsrecht.....	7
2.3.1	Naturschutzrecht	8
2.3.2	Wasserrecht.....	9
2.3.3	Waldrecht.....	10
2.3.4	Raumordnungsrecht	11
2.3.5	Bauplanungsrecht	12
2.3.6	Agrar-Subventionsrecht	13
2.4	Subsidiarität des Bodenschutzrechts	15
2.5	Ausstrahlungswirkung des Bodenschutzrechts.....	16
3	Das BBodSchG als angemessener Rahmen für die Verbesserung des Bodenschutzes im Klimawandel.....	18
3.1	Erfordernis der Integration von Klimaschutz und Bodenschutz	18
3.2	Erfordernis der Verankerung von Schutzzielen und Maßstäben im BBodSchG	18
4	Bodenschutzrecht und Klimawandel.....	19
4.1	Klimafunktion des Bodens als Schutzziel im Sinne des BBodSchG.....	20

4.1.1	Die Klimafunktion des Bodens als Bestandteil des Naturhaushalts nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 b) BBodSchG.....	20
4.1.1.1	Auslegung des Begriffs „Naturhaushalt“ nach seinem Wortlaut	20
4.1.1.2	Gesetzsystematik.....	20
4.1.1.3	Gesetzeszweck.....	21
4.1.2	Mittelbarer Schutz der Klimafunktion über den Schutz anderer natürlicher Bodenfunktionen.....	22
4.1.2.1	Kühlfunktion – Wasserkreislauf.....	22
4.1.2.2	Kohlenstoffspeicherfunktion – Nährstoffkreisläufe.....	23
4.1.2.3	Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedien	23
4.1.2.4	Schlussfolgerungen für die Reichweite des mittelbaren Schutzes der Klimafunktion des Bodens.....	24
4.1.3	Fazit: Unzureichende Verankerung der Klimafunktion im BBodSchG.....	24
4.2	Schutz des Bodens vor den Auswirkungen des Klimawandels	25
4.3	Abstufung der Schutzintensität	25
5	Rechtliche Instrumente zum Schutz des Bodens im Klimawandel	25
5.1	Instrumente des Bodenschutzes	26
5.1.1	Überblick	26
5.1.2	Bestimmung der „schädlichen Bodenveränderung“ bei der Beeinträchtigung der Klimafunktion des Bodens	26
5.1.2.1	Beeinträchtigung von Bodenfunktionen	27
5.1.2.2	Gefahren, erhebliche Nachteile oder Belästigungen	28
5.1.2.3	Ursachenzusammenhang zwischen Beeinträchtigung und Gefährdung von Schutzgütern.....	29
5.1.3	Schlussfolgerungen	31
5.1.3.1	Fehlender konkreter Ursachenzusammenhang zwischen Beeinträchtigung und Klimawandel.....	31
5.1.3.2	Bedeutung des bodenschutzrechtlichen Instrumentariums vor allem im Bereich der Vorsorge.....	32
5.1.3.3	Bedeutung der Schwelle der „schädlichen Bodenveränderung“ für die Ausstrahlungswirkung	33
5.1.4	Sonstige bodenschutzrechtliche Instrumente.....	34
5.1.4.1	Ermächtigungsgrundlagen für vorsorgebezogene Regelungen insbesondere zum Schutz der Klimafunktion des Bodens.....	34
5.1.4.2	Ermächtigungsgrundlagen für Regelungen der Gefahrenabwehr	35
5.2	Instrumente des Naturschutzrechts	35
5.2.1	Eingriffsregelung.....	35
5.2.2	Gebietsbezogener Schutz und Landschaftsplanung.....	36
5.2.3	Zusammenfassung.....	37

5.3	Instrumente des Raumordnungs- und Bauplanungsrechts.....	38
5.3.1	Raumordnungsrecht	38
5.3.2	Bauplanungsrecht	38
5.3.3	Zwischenfazit	39
6	Moorschutz	39
6.1	Naturschutzrecht	39
6.1.1	Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung	40
6.1.2	Gebietsbezogener Schutz und Landschaftsplanung.....	40
6.2	Wasserrecht.....	41
6.3	Besondere Moorschutzprogramme	42
6.4	Fazit	43
7	Landwirtschaftliche Bodennutzung.....	44
7.1	Grundsätze der guten fachlichen Praxis.....	44
7.1.1	Einbeziehung von Klimaschutzbelangen	44
7.1.2	Konkretisierungsgrad und Durchsetzbarkeit.....	45
7.2	Sonstige Instrumente	47
7.2.1	Begrenzung des Grünlandumbruchs	47
7.2.1.1	Naturschutzrecht	47
7.2.1.2	Agrar-Subventionsrecht	48
7.2.1.3	Wasserrecht.....	49
7.2.1.4	Zwischenergebnis.....	50
7.2.2	Regeneration landwirtschaftlich genutzter Moorböden.....	51
7.2.2.1	Landwirtschaftliche Fachplanung	51
7.2.2.2	Flurbereinigung.....	52
7.3	Fazit	52
8	Schutz wertvoller Böden vor Überbauung, Verdichtung und anderen Beeinträchtigungen.....	52
8.1	Naturschutzrecht	53
8.2	Wald- und Forstrecht	53
8.3	Raumordnungsrecht und Bauplanungsrecht.....	53
8.3.1	Allgemeine Bodenschutzklauseln.....	53
8.3.2	Freiflächenschutz, Flächenrecycling, Steuerung der Innenentwicklung.....	55
8.3.3	Genehmigungsvorbehalte	56
8.3.4	Entsiegelung.....	56
8.4	Abstufung des Schutzes entsprechend der Wertigkeit und Empfindlichkeit des Bodens.....	58

8.5	Fazit	58
9	Gesetzgebungsaufgaben	59
9.1	Schlussfolgerungen aus der Defizitanalyse	59
9.2	Diskussion und Auswahl handlungsfeldbezogener Gesetzgebungsvorschläge	60
9.2.1	Moorschutz.....	60
9.2.2	Landwirtschaftliche Bodennutzung	61
9.2.3	Schutz wertvoller Böden vor Überbauung, Verdichtung und anderen Beeinträchtigungen.....	63
9.2.3.1	Planungsinstrumente	63
9.2.3.2	Vorschläge für Instrumente zur Reduktion des Flächenverbrauchs.....	64
TEIL D: Gesetzgebungsvorschläge		66
1	Ergänzung des § 2 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG:.....	66
2	Ergänzung des § 2 Abs. 3 BBodSchG:.....	66
3	Ergänzung des § 8 Abs. 2 BBodSchG:.....	66
4	Ergänzung des § 17 Abs. 1 BBodSchG:.....	66
5	Ergänzung des § 17 Abs. 2 BBodSchG:.....	66
6	Einfügen eines § 17 Abs. 4 BBodSchG:.....	67
7	Ergänzung des § 21 Abs. 3 BBodSchG:.....	67
8	Ergänzung des § 8 BBodSchV:.....	67
9	Ergänzung des § 9 Abs. 1 BBodSchV:.....	68
TEIL E: Literaturverzeichnis		69
Anhang 1 zu Teil B: Maßnahmensteckbriefe.....		76
Anhang 2 zu Teil B: Mögliche auftretende Konflikte und Synergie bei der Maßnahmenumsetzung mit der Nutzungsfunktion und den Kultur- und Sachgütern.....		177

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Speicherleistung gut und schlecht Wasser speichernden Bodens in einem Trockenjahr (Quelle: Damm et al. 2012, Grafik: ahu AG).....	16
Abb. 2 :	Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen und Bevölkerungsentwicklung in Deutschland (Quelle: BBR 2002).....	25
Abb. 3:	Bodenzahlen des 2001 in den Gemeinden in Anspruch genommenen Bodens (Quelle: Siedentop & Kausch 2004).....	26
Abb. 4:	Wirkung der Maßnahmen/Maßnahmengruppe auf Klimafunktion und Klimaanpassung	39
Abb. 5:	Wirkung der Maßnahmen/Maßnahmengruppe auf die natürlichen Schutzgüter und weitere relevante Politikziel	39
Abb. 6:	Wirkung der Maßnahmen/Maßnahmengruppe auf die natürlichen Schutzgüter und weitere relevante Politikziele unter Berücksichtigung der Bewertbarkeit und Datenverfügbarkeit	41
Abb. 7:	Priorisierung unter Einbeziehung aller Bewertungskriterien.....	42

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Klassifizierung der Risiken für den Verlust an org. Kohlenstoff in Abhängigkeit des Standorts und der Landnutzung (aus: Höper & Schäfer 2012)	12
Tab. 2:	Ökonomische und ökologische Vorteile durch bessere Nutzung der Bodenkühlleistung für die untere Atmosphäre (Quelle: Damm et al. 2012).....	17
Tab. 3:	Standards der Moornutzung (Quelle: Jensen et al. 2011).....	23
Tab. 4:	Handlungsfelder zur Erhaltung und Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens sowie zum Schutz des Bodens vor den Folgen des Klimawandels.....	29
Tab. 5:	Maßnahmenkatalog (vgl. Steckbriefe in Anhang 1 zu Teil B)	31
Tab. 6:	Punkteschema zur Bewertung der Wirkung und Bewertbarkeit der Maßnahmen in den Maßnahmensteckbriefen	35
Tab. 7:	Synergieeffekte der Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Boden mit weiteren Handlungsfeldern aus dem DAS-Hintergrundpapier (2008)	37

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Abl.	Amtsblatt
a.a.O.	am angegebenen Ort
AUM	Agrarumweltmaßnahmen
BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BayNatSchG	Bayerisches Naturschutzgesetz
BayWG	Bayerisches Wassergesetz
BBodSchG	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundesbodenschutzverordnung
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BGBL.	Bundesgesetzblatt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNatSchGNeuregG	Gesetz zur Neuregelung des BNatSchG
BOKLIM	Bodendaten in der Klimaforschung
BORA	Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, Ständiger Ausschuss Recht
BR-Drs.	Bundesrat-Drucksache
BT-Drs.	Bundestag-Drucksache
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
BVerwGE	Entscheidungen des Bundesverwaltungsgerichts
BWaldG	Bundeswaldgesetz
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
ders.	derselbe
DirektZahlVerpflG	Direktzahlverpflichtungsgesetz
DirektZahlVerpflV	Direktzahlverpflichtungsverordnung
Drs.	Drucksache
DVBl.	Deutsches Verwaltungsblatt (Zeitschrift)
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
eBAnz	(elektronische Fassung) Bundesanzeiger

Abkürzungsverzeichnis

EG	Europäischer Gemeinschaft
ELER	Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 des Rates vom 20.09.2005 zur Entwicklung ländlicher Räume
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FlurbG	Flurbereinigungsgesetzes
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GAK	Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“
GAKG	GAK-Gesetz
GG	Grundgesetz
glöz	guter landwirtschaftlicher und ökologischer Zustand
HessNatSchG	Hessisches Naturschutzgesetz
i.S.d.	im Sinne des
ILEK	Integrierte ländliche Entwicklungskonzepte
KOM	Kommission
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LABO	Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LANA	Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen
LEP	Landesentwicklungsplan
LEPro	Landesentwicklungsprogrammen
LNatSchG	Landesnaturschutzgesetz
lit.	Buchstabe, lat. littera
MBO	Musterbauordnung
MKLNUV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz Nordrhein Westfalen
MLUV	Ministerium für Landwirtschaft Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern
NNatSchG	Niedersächsisches Naturschutzgesetz
NOx, SOx	Stickoxide, Schwefeloxide
NuR	Natur und Recht (Zeitschrift)
NVwZ	Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht
OVG	Oberverwaltungsgericht

Abkürzungsverzeichnis

REFINA	Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und nachhaltiges Flächenmanagement
RL	Richtlinie
Rn.	Randnummer
ROG	Raumordnungsgesetz
SächsNatSchG	Naturschutzgesetz des Landes Sachsen
s.o.	siehe oben
s.u.	siehe unten
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
SUP	Strategische Umweltprüfung
UBA	Umweltbundesamt
UmwRG	Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz
UPR	Umwelt und Planungsrecht (Zeitschrift)
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VG	Verwaltungsgericht
vgl.	vergleiche
VO	Verordnung
vTI	Johann Heinrich von Thünen-Institut
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
ZUR	Zeitschrift für Umweltrecht

Zusammenfassung

1 Analyse der fachlichen Grundlagen (Teil B)

1.1 Klimarelevante Leistungen des Bodens

Der aktuelle Wissensstand zeigt, dass der Boden insbesondere durch seine Funktion als Kohlenstoffspeicher und seine Kühlungsfunktion für die untere Atmosphäre dem Klimawandel entgegenwirken kann und dass viele Eingriffe in den Boden zu einer Verringerung dieser Klimafunktion des Bodens führen.

Die Klimafunktion des Bodens großer Gebiete in Deutschland ist daher bereits stark herabgesetzt. Sehr deutlich zeigt sich das bei den hohen Klimagasemissionen aus den landwirtschaftlich genutzten Moorböden und der Ausbildung städtischer Wärmeinseln. Durch ihre hohe pflanzenverfügbare Wasserspeicherkapazität lassen sich die kühlleistungsstarken Böden den klimarobusten Böden zuordnen. Diese Böden sind in der Lage, auch während längerer Trockenperioden die Pflanzen noch mit Wasser zu versorgen.

1.2 Schutz des Bodens vor den nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels

Die Betrachtung der Einflüsse des Klimawandels auf den Boden zeigt, dass ein genereller Schutz des Bodens vor den Wirkungen des Klimawandels nicht erfolgen kann. So ist es z.B. nicht vorstellbar, höhere mittlere Bodentemperaturen zu unterbinden. Möglich ist aber ein besserer Schutz von wind- und wassererosionsempfindlichen Böden gegen die zunehmende Erosionsgefährdung. Die klimatisch bedingte Erodibilität des Bodens wird durch den Klimawandel voraussichtlich zunehmen.

1.3 Schutzziele für den Boden

Der Boden kann durch die Kohlenstoffspeicherung und seine Kühlleistung für die untere Atmosphäre zum Klimaschutz beitragen. Fachlich werden drei Schutzziele als geeignet angesehen, um sie im Bodenschutz zu verankern:

- der Schutz, Erhalt oder die (Wieder)Herstellung der Kohlenstoffspeicherfunktion des Bodens,
- der Schutz, Erhalt oder die (Wieder)Herstellung der Kühlungsfunktion des Bodens,
- der Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels.

1.4 Beeinträchtigung und Gefährdungen der Schutzziele

Die Beeinträchtigungen und Gefährdungen der Schutzziele vor allem durch

- die großflächigen Grundwasserabsenkungen, Abtorfungen und/oder (intensive) landwirtschaftliche Nutzung in Gebieten mit Mooren und hydromorphen Böden,
- die ungebremst hohe Boden(neu)inanspruchnahme von rund 90 ha pro Tag für Siedlungs- und Verkehrsfläche mit einer überproportionalen Inanspruchnahme von Boden mit hoher Klimafunktion und Klimarobustheit,
- Flurbereinigungen und nicht fachgerechte Landwirtschaft auf erosionsempfindlichen Böden,

zeigen die bestehenden Defizite im Schutz der Klimafunktion des Bodens sowie im Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels.

1.5 Handlungsfelder zur Erhaltung und Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens sowie zum Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels

Die in der Vergangenheit bereits erfolgten erheblichen Beeinträchtigungen und die ohne steuernde Eingriffe weiter zu erwartenden zukünftigen Gefährdungen der Klimafunktion des Bodens sowie der besonders klimarobusten und klimaempfindlichen Böden verdeutlichen den Handlungsbedarf.

Die sich daraus ergebenden Regelungsaufgaben sind in sechs Handlungsfeldern gebündelt worden:

- Freihalten von Boden gegen Boden(neu)inanspruchnahme,
- Moorschutz,
- landwirtschaftliche Bodennutzung,
- forstwirtschaftliche Bodennutzung,
- urban-industrielle Bodennutzung,
- Bereitstellung von Ressourcen.

1.6 Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens sowie zum Schutz den Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels

Zu den Handlungsfeldern wurden in Form von 22 Maßnahmensteckbriefen (Einzelmaßnahmen und Maßnahmengruppen) alle möglich erscheinenden Aktivitäten gesammelt oder neu erarbeitet, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung einer hohen Klimafunktion des Bodens und dem Schutz des Bodens vor den negativen Wirkungen des Klimawandels dienen können.

Es handelt sich sowohl um Schutzmaßnahmen als auch um Maßnahmen zur Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens.

Ein übergreifendes Handlungsfeld ist die Bereitstellung der Ressourcen für die Implementierung der Maßnahmen. Die Maßnahmen lassen sich nur dann zielorientiert umsetzen und überwachen, wenn die erforderlichen Datengrundlagen vorliegen. So fehlen für die konkrete Planung und Umsetzung von Maßnahmen oft Karten in großem Maßstab 1:5.000 – 1:10.000, insbesondere solche zu erforderlichen Humus- und Wasserkennwerten. Die hier bestehenden Defizite sind in einem Maßnahmensteckbrief zusammengefasst.

Der Maßnahmenkatalog zeigt, dass für alle relevanten Handlungsfelder wirksame und umsetzbare Maßnahmen vorliegen, mit denen die vorgesehenen Schutzziele erreicht werden können.

1.7 Fachliche Priorisierung der Maßnahmen

Als Grundlage für die Ermittlung besonders geeigneter Maßnahmen, um dem Klimawandel entgegenzuwirken und die Anpassung an diesen zu erleichtern, dient die Bewertung der Wirkung einer Maßnahme/Maßnahmengruppe auf die natürlichen Schutzgüter und weitere Politikziele (siehe Maßnahmensteckbriefe im Anhang). So werden, wie in der Deutschen

Anpassungsstrategie empfohlen, die möglichen positiven Synergiewirkungen in die Betrachtung mit einbezogen.

Die Endpriorisierung berücksichtigt nur die Qualitäten der Maßnahme bei gleicher Größe zur Verfügung stehender Flächen und beinhaltet alle möglichen Maßnahmen ohne eine Betrachtung, ob eine Beeinträchtigung oder Gefährdung in einer bestimmten Region tatsächlich gegeben ist oder nicht.

Hohe Wirksamkeiten im Klimaschutz und der Klimaanpassung sowie zahlreiche Synergien zwischen Politikzielen und dem Ziel des Erhalts von Schutzgütern werden primär erreicht durch Maßnahmen

- zum Erhalt und zur Wiederherstellung von Mooren,
- zum Erhalt von Boden mit hoher Kohlenstoffspeicher- und/oder hoher Kühlfunktion,
- der Bodenentsiegelung sowie zur Verbesserungen urban-industriellen Bodens.

Diese Maßnahmen sollten daher fachlich gesehen prioritär umgesetzt werden.

Bewirtschaftungsmaßnahmen, z.B. die nichtwendende Bodenbearbeitung, erreichen in der Bewertung im Vergleich zu diesen Maßnahmen nur geringere Wertigkeiten. Dennoch wird z.B. die Eindämmung des Grünlandumbruchs als ein sehr wichtiger Handlungsschritt angesehen, da von der Gesamtfläche der Moore in Deutschland 40 % als Grünland und 32 % noch immer als Acker genutzt werden (SRU 2012).

1.8 Ergänzende Handlungsempfehlungen

a) In den Handlungsfeldern:

- Freihalten von Boden gegen Boden(neu)inanspruchnahme
- Moorschutz
- landwirtschaftliche Bodennutzung
- forstwirtschaftliche Bodennutzung

besteht ein hoher Bedarf, die Klimafunktion des Bodens besser zu schützen. Im Handlungsfeld „landwirtschaftliche Bodennutzung“ besteht zudem die Notwendigkeit eines besseren Schutzes des Bodens vor den Folgen des Klimawandels (Klimaanpassung).

Im Handlungsfeld 5, der urban-industriellen Bodennutzung, sollten, anders als es heute mit der beschleunigten Innenentwicklung häufiger gegeben ist, die klimafunktionsstarken Böden zur Kühlung der unteren Atmosphäre der Stadt vor Überbauung geschützt werden.

- b) Hinsichtlich der Erarbeitung von Grundlagen als Basis für die Bereitstellung von Daten, die Verortung der Maßnahmegebiete und die Wirkungsprüfung sowie Überwachung der Maßnahmen wird empfohlen, zukünftig die für die einzelnen Maßnahmen oder Maßnahmengruppen tatsächlich zur Verfügung stehenden Flächen auf der Ebene der Bundesländer zu erfassen. Dadurch kann ermittelt werden, welche tatsächlichen Wirkungen durch die Maßnahmenumsetzungen erreicht werden können. Diese Daten sollten dann auf Bundesebene zusammengeführt werden und z.B. als Grundlage für mögliche Förderprogramme dienen.
- c) Risiken und Chancen des Klimawandels hinsichtlich des Bodenschutzes werden die verschiedenen Regionen Deutschlands unterschiedlich treffen, nicht zuletzt weil Anfälligkeit und Anpassungskapazität der Böden sehr unterschiedlich ausgeprägt sind.

- d) Anpassungsmaßnahmen müssen daher regionale Unterschiede berücksichtigen und sowohl auf nationaler, regionaler als auch lokaler Ebene durchgeführt werden. Die Abwägung, ob eine Maßnahme aus dem Themenfeld Boden unter den jeweils vorliegenden Standortbedingungen sinnvoll ist, muss im Einzelfall und/oder zumindest in Abhängigkeit von den regionalen Gegebenheiten erfolgen. Auch sollten die Maßnahmen gemäß dem Subsidiaritätsgrundsatz auf der jeweils am besten dafür geeigneten Entscheidungsebene beschlossen und umgesetzt werden. Um Zielkonflikte zu vermeiden, bedarf es einer sektorübergreifenden Abstimmung der Anpassungsmaßnahmen.

2 Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen - geltendes Recht (Teil C)

2.1 Methodische Grundlagen (C1)

1. Leitfrage: Stellt der rechtliche Rahmen für den Bodenschutz hinreichend leistungsfähige Instrumente bereit für den Schutz
 - von Bodenfunktionen, die dem Klimawandel entgegenwirken („Klimafunktion“);
 - des Bodens vor den Auswirkungen des Klimawandels („Klimaanpassung“)?
2. Anforderungsprofil an den rechtlichen Rahmen:
 - Gesetzliche Verankerung der maßgeblichen Schutzziele: Rechtliche Grundlage für (zusätzliche) Maßnahmen des Bodenschutzes unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels.
 - Leistungsfähige Instrumente für die Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen des Bodenschutzes auf den relevanten Handlungsfeldern (vgl. Maßnahmenkatalog unter B), z.B.: Ge-/Verbote, Genehmigungsvorbehalte, Planungsinstrumente, Berücksichtigungsgebote, Organisations-/Verfahrensrecht.

2.2 Rechtlicher Rahmen für den Boden- und Klimaschutz (C2)

3. Verfassungsrecht: Klimaschutz und Bodenschutz – auch in ihrer Wechselwirkung – sind Teil des verfassungsrechtlichen Schutzauftrags nach Art. 20a GG. Konkrete verfassungsrechtliche Anforderungen lassen sich jedoch nicht ableiten. Die Integration von Klimaschutzbelangen in das Bodenschutzrecht trüge diesem verfassungsrechtlichen Schutzauftrag Rechnung.
4. Europarecht: Das EU-Recht trägt Belangen des Klimaschutzes zunehmend Rechnung und regelt eine ganze Reihe umweltrelevanter Bodennutzungen. Allerdings hat sich bislang kein europäisches Bodenschutzrecht herausgebildet, aus dem sich Vorgaben für die Integration von Klimaschutzbelangen in das Bodenschutzrecht ergäben. Für das Vorhaben relevant sind jedoch die Mechanismen und finanziellen Instrumente der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) für die landwirtschaftliche Bodennutzung.
5. Umwelt- und Planungsrecht: Der Klimaschutz ist inzwischen in vielfältiger Weise gesetzlich verankert (z.B. § 1 Abs. 1 Nr. 2, § 7 Nr. 2 BNatSchG, § 1a Satz 3 WHG, § 1 Nr. 1 BWaldG, § 1 BImSchG, § 2 Abs. 2 Nr. 3 Satz 2 ROG, § 1 Abs. 5 BauGB, § 2 Abs. 1 Nr. 2 UVPG). Einzelne Regelungen gehen auf die Wechselwirkung zwischen Bodenschutz und Klima ein (vgl. § 6 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 und 5 WHG; § 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 6 ROG). Im Bodenschutzrecht sind dagegen Belange des Klimaschutzes nicht einmal erwähnt.
6. Das Bodenschutzrecht im Gefüge des Umwelt- und Planungsrechts: Subsidiarität des Bodenschutzrechts: Soweit andere maßgebliche Vorschriften Einwirkungen auf den Boden regeln, greifen die Anforderungen des Bodenschutzrechts nicht (§ 3 Abs. 1 BBodSchG). Die insofern vorrangig anzuwendenden Regelungen des Umwelt-, Planungs- und Baurechts bieten jedoch insoweit nur sektoral dem Boden und auch insoweit nur mittelbar bzw. unspezifischen Schutz der Klimafunktion des Bodens. Dagegen ist das Bodenschutzrecht – insbesondere auf die landwirtschaftliche Bodennutzung – uneingeschränkt anwendbar und gilt parallel zum Naturschutzrecht und Wasserrecht.
7. Ausstrahlungswirkung des Bodenschutzrechts: Die Anforderungen des Bodenschutzrechts können wegen ihres Querschnittscharakters auf den Vollzug auch vorrangiger Gesetze ausstrahlen (z.B. über „Bodenschutzklauseln“ im Bau- und Planungsrecht). Praktisch entfalten wird sich diese Ausstrahlungswirkung allerdings nur, wenn die Klimafunktion des

Bodens hinreichend deutlich durch das BBodSchG geschützt wird und die Anforderungen des Gesetzes auch im Übrigen konkret sind. Hierfür sind ggf. untergesetzliche Standards und ggf. Werte erforderlich (je nach den fachlichen Erfordernissen auf dem jeweiligen Handlungsfeld).

8. Regulierungskonzept: Aufgrund seines Querschnittscharakters und der Ausstrahlungswirkung ist das Bodenschutzrecht konzeptionell der richtige gesetzliche Rahmen, um mit relativ geringen gesetzgeberischen Änderungen den Schutz der Klimafunktion des Bodens und seine Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels auf den maßgeblichen Handlungsfeldern zu verbessern. Allerdings sind wegen der Subsidiarität des BBodSchG auch wirksame rechtliche Instrumente z.B. im Bau- sowie Planungsrecht notwendig, damit die erforderlichen Maßnahmen zum Bodenschutz auf den Handlungsfeldern (vgl. B) umgesetzt werden können.

2.3 Verankerung der Schutzziele (C3)

9. Schutz der Klimafunktion des Bodens: Die Klimafunktion des Bodens ist nicht klar und hinreichend konkret im BBodSchG verankert. Im BBodSchG fehlt jegliche Erwähnung des Klimaschutzes. Zwar wird der Begriff „Naturhaushalt“ nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 b) BBodSchG so zu verstehen sein, dass er die Klimafunktion des Bodens mit abdeckt. Diese Gesetzesauslegung ist jedoch unsicher. Ferner kann die Klimafunktion des Bodens mittelbar über die natürlichen Bodenfunktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG geschützt werden. Angesichts der Vollzugsdefizite im Bodenschutz (vgl. Maßnahmenkatalog unter B.) wird dies jedoch nicht ausreichen, um die zusätzlichen Herausforderungen des Klimawandels an den Bodenschutz zu bewältigen.
10. Schutz des Bodens vor Auswirkungen des Klimawandels: Betroffene Bodenfunktionen (z. B. durch Extremwetterereignisse) sind bereits im BBodSchG als Schutzgut etabliert (vgl. § 2 Abs. 2 BBodSchG); die Klimafunktion tritt lediglich hinzu. Die durch den Klimawandel bedingten Wirkfaktoren sind vom BBodSchG auch insoweit erfasst, als es sich um „Einwirkungen“ auf den Boden und um Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen handelt (vgl. §§ 2 Abs. 3, 4, 7 BBodSchG).

2.4 Rechtliche Instrumente zum Schutz des Bodens im Klimawandel (C5)

11. Instrumente des Bodenschutzrechts:

- Beeinträchtigung der Klimafunktion des Bodens (z.B.: Versiegelung, Grundwasserabsenkung):
 - Instrumente des nachsorgenden Bodenschutzes (Gefahrenabwehr-/ Sanierungspflichten nach § 4 Abs. 1-2 BBodSchG) greifen regelmäßig nicht. Es fehlt an einer „schädlichen Bodenveränderung“ i.S.d. § 2 Abs. 3 BBodSchG (Ursachenzusammenhang zwischen Beeinträchtigung und Gefahren für Einzelnen/Allgemeinheit); Ausnahme: Größere Versiegelungen im urbanen Raum mit Auswirkungen auf das örtliche Klima (Kühlfunktion des Bodens).
 - Daher: Maßnahmen zum Schutz der Klimafunktion des Bodens fallen überwiegend in den Bereich der Vorsorge: Vorsorgemaßnahmen bei der Grundstücksnutzung (§ 7 BBodSchG), Vorsorgewerte/-kriterien (§ 8 Abs. 2 BBodSchG), landwirtschaftliche Bodennutzung (§ 17 BBodSchG).
- Beeinträchtigungen des Bodens durch Folgen des Klimawandels (z.B. Erosion): Hier liegt oftmals eine schädliche Bodenveränderung vor; soweit die Bodennutzung die

Vulnerabilität erhöht, können Pflichten des nachsorgenden Bodenschutzes (Gefahrenabwehr/Sanierung) greifen.

12. Instrumente des Naturschutzrechts:

- Eingriffsregelung (§ 14 BNatSchG): Vermeidungsgebot, Genehmigungspflicht, Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen **bzw.** Kompensationszahlungen. Im Hinblick auf die land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung kommt es entscheidend auf praktisch wirksame Grundsätze der „guten fachlichen Praxis“ nach § 17 Abs. 2 BBodSchG an, weil bei deren Einhaltung kein Eingriff vorliegt (vgl. §§ 5 Abs. 2-4, 14 Abs. 2 BNatSchG).
- Gebietsbezogener Schutz: An der belebten Umwelt ausgerichtete Naturschutzgebiete und Biotope dienen auch dem Bodenschutz.
- Landschaftsplanung: Keine Aufstellungspflicht, Festsetzungen sind nicht außenverbindlich.

13. Instrumente des Raumordnungs- und Bauplanungsrechts: Freiraumschutz (z.B. § 35 BauGB), Planungsvorbehalte, Genehmigungsvorbehalte, Vorgaben zum Bodenschutz (z.B. sparsame Flächeninanspruchnahme, bodenschonendes Bauen) sowie Planungsinstrumente (Raumordnungspläne, Bauleitpläne).

2.5 Handlungsfeld 1: Moorschutz (C6)

14. Intakte Moore (ca. 3 % aller Moorflächen): Der Schutz durch das Naturschutzrecht ist insgesamt ausreichend (Eingriffsregelung und Gebietsschutz). Es bestehen allerdings begriffliche Unsicherheiten in der Praxis, wann von einem intakten Moor auszugehen ist. Ausnahme- und Befreiungstatbestände sind indes wohl hinreichend eng. Ergänzend wirken Anforderungen des Wasserrechts und Moorschutzprogramme der Länder. Es kommt auf den effektiven Vollzug des geltenden Rechts in der Praxis an.
15. Degenerierte Moore: Für die Wiederherstellung beeinträchtigter Moorböden, z.B. durch Wiedervernässung, fehlt es an verbindlichen und vollzugsfähigen Vorgaben: Die gewöhnliche Grundwasserabsenkung im Rahmen der land- bzw. forstwirtschaftlichen Nutzung ist eine erlaubnisfreie Benutzung (§ 46 Abs. 1 Nr. 2 WHG), so dass diese regelmäßig nicht unterbunden oder behördlich gesteuert werden kann. Wiedervernässung ist auch keine Anforderung der guten fachlichen Praxis (Grund: Verhinderung von Nässestau, Anfälligkeit für Fäulnis).

2.6 Handlungsfeld 2: Landwirtschaftliche Bodennutzung (C7)

16. Die rechtlichen Vorgaben zum Bodenschutz bei der landwirtschaftlichen Nutzung sind unzureichend. Anforderungen zur Vorsorge werden allein durch die Grundsätze der „guten fachlichen Praxis“ (§§ 5 Abs. 2, 14 Abs. 2 BNatSchG; § 17 Abs. 2 BBodSchG) formuliert. Defizite:
- Klimaschutzbelange sind bislang nicht verankert;
 - Die Grundsätze sind zu unbestimmt und kaum vollzugstauglich;
 - Die Instrumente zur Durchsetzung der guten fachlichen Praxis sind unzureichend bzw. werden nicht ausreichend genutzt: es bestehen keine Genehmigungspflichten; Anordnungsbefugnisse im Einzelfall haben nur die Naturschutzbehörden, die ihre Befugnisse jedoch kaum ausschöpfen.

- Die Bundesländer schöpfen bislang ihre gesetzlichen Befugnisse zur Konkretisierung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis und zur Abweichung von der bundesrechtlichen Regelung in § 5 Abs. 2 BNatSchG nicht aus. Entsprechende Regelungen in den Landesnaturschutzgesetzen kämen insbesondere zur Verbesserung des Grünlandschutzes und zur Verbesserung des Schutzes wertvoller Böden vor schadensträchtigen landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsweisen in Betracht.

17. Beschränkung des Grünlandumbruchs: Der Schutz des Grünlandes durch Instrumente des Naturschutzrechts und der GAP hat Schwachstellen:

- Nur auf Moorstandorten, erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten und auf Standorten mit hohem Grundwasserstand ist der Grünlandumbruch eindeutig von der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung erfasst (§ 5 Abs. 2 Nr. 5 BNatSchG). In der Praxis besteht allerdings nicht immer Klarheit, anhand welcher fachlicher Kriterien im Einzelfall anzunehmen ist, dass begrifflich ein „Moor“ bzw. ein „Moorstandort“ vorliegt.
- Aufweichungen im Landesrecht: „... auf Moorstandorten soll Grünland erhalten bleiben“ (Bayern); Privilegierung von Änderungen der Nutzungsart erstreckt sich ggf. auf Grünlandumbruch (Niedersachsen).
- Auf anderen Böden ist der Grünlandumbruch nach zutreffender herrschender Meinung auch regelmäßig als naturschutzrechtlicher Eingriff einzustufen, allerdings bestehen Unsicherheiten hinsichtlich der Relevanzschwelle.
- Genehmigungspflicht/Kompensationsflächen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP, „Cross Compliance“) greifen nur bei Empfängern von Direktzahlungen. Defizite: Überregionales Schutzkonzept, es kommt nur auf die Gesamtbilanz an Grünlandflächen an; wirksame Sanktionen fehlen (lediglich Beihilfekürzungen).
- Hinweise auf Vollzugsdefizite: Genehmigung des Grünlandumbruchs im Rahmen der GAP erfolgt häufig mit Billigung der (Naturschutz-)Behörden, soweit zumindest Ausgleichsflächen geschaffen werden.

2.7 Handlungsfeld 3: Schutz wertvoller Böden vor Überbauung, Verdichtung und anderen Beeinträchtigungen (C8)

18. Die Instrumente des Raumordnungs- und Bauplanungsrechts zum Bodenschutz sind unzureichend. Trotz vielfältiger Vorgaben zur Begrenzung der Bodeninanspruchnahme und zum bodenschonenden Bauen konnte die Bodenversiegelung bislang nicht eingedämmt werden. Weiter bestehen keine wirksamen Vorkehrungen, die wegen ihrer Klimafunktion besonders wertvollen Böden zu schützen. Die Belange des Bodenschutzes können sich in der Planungspraxis nicht hinreichend durchsetzen. Es bedarf ergänzender rechtlicher Instrumente (außerhalb des Bodenschutzrechts).

2.8 Schlussfolgerungen aus der Defizitanalyse (C9)

19. Die Klimafunktion des Bodens ist als Schutzgut im BBodSchG zu verankern [Ergänzung § 2 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG].
20. Im BBodSchG sollte eine Grundlage für eine abgestufte Schutzintensität nach der Wertigkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens (auch im Hinblick auf seine Klimafunktion) geschaffen werden [Ergänzung § 8 Abs. 2 BBodSchG].

21. Die Begriffsbestimmung „schädliche Bodenveränderung“ sollte so angepasst werden, dass Beeinträchtigungen der Klimafunktion des Bodens
- zweifelsfrei von Pflichten zur Vorsorge erfasst werden können und
 - im Einzelfall als schädliche Bodenveränderung eingeordnet werden können, wenn sie zurechenbare Auswirkungen auf das örtliche Klima (z.B. Kühlfunktion im urbanen Raum) haben [Ergänzung § 2 Abs. 3 BBodSchG].
22. Es sollte eine Ermächtigungsgrundlage geschaffen werden für auf die Klimafunktion des Bodens bezogene Werte und Kriterien, bei deren Überschreiten/ Nichteinhalten nutzungsbezogene Vorsorgepflichten (§ 7 BBodSchG) ausgelöst werden [Ergänzung § 8 Abs. 2 BBodSchG].
23. Die Regelungen zur Gefahrenabwehr bei Wassererosion sollten um den Schutz vor Winderosion ergänzt werden [Ergänzung § 8 BBodSchG].
24. Die Regelungen zur landwirtschaftlichen Bodennutzung (§§ 17 BBodSchG, 5 Abs. 2 BNatSchG) sollten dahin geändert werden, dass
- der Schutz der Klimafunktion des Bodens sowie seine Anpassung an den Klimawandel als Zielsetzung aufgenommen wird,
 - die „Grundsätze“ der guten fachlichen Praxis“ so konkretisiert werden, dass sie zur Verhaltenssteuerung tatsächlich geeignet sind und
 - eine Ermächtigung zu Anordnungen im Einzelfall und ggf. weitere Instrumente der Eigen- und Fremdüberwachung sowie Sanktionen geschaffen werden [Ergänzung § 17 Abs. 2, 3 und neuer Abs. 4 BBodSchG].
25. Die vorhandenen Instrumente der bodenschutzrechtlichen Planung sollten so ergänzt werden, dass unter Klimaschutzaspekten besonders wertvolle sowie vom Klimawandel besonders betroffene Böden sowie relevante Nutzungen überörtlich erfasst werden können [Ergänzung § 21 Abs. 3 BBodSchG].
26. Insbesondere im Naturschutzrecht und im Bauplanungsrecht sind ebenfalls Änderungen des geltenden Rechts zu empfehlen, um insbesondere folgende Ziele verwirklichen zu können:
- Regeneration beeinträchtigter/ehemaliger Moorlandschaften,
 - Wirksame Begrenzung des Grünlandumbruchs/Wiederherstellung von Grünland auch auf wertvollen Böden außerhalb des Anwendungsbereichs von § 5 Abs. 2 Nr. 5 BNatSchG,
 - Wirksame Begrenzung der Flächenversiegelung,
 - angemessene Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes (insbesondere der Klimafunktion) bei planerischen Abwägungen u.ä.
- [Hinweis: Gesetzgebungsaufgaben auf diesen Rechtsgebieten außerhalb des Bodenschutzes sind nicht Gegenstand des Gutachtens.]
27. Auf Grundlage der Defizitanalyse und der vorstehend beschriebenen Gesetzgebungsaufgaben werden in Teil D des Gutachtens ausformulierte Vorschläge für Gesetzes- und Verordnungsänderungen unterbreitet.

Summary

1 Analysis of the technical basis (Part B)

1.1 Climate-related services of the soil

The current state of knowledge indicates that the soil in particular through its carbon storage and cooling function can counteract climate change. Soil encroachment leads to a decrease of the soil climate function.

The climate function of the soil in large areas of Germany is already greatly reduced. This can be seen very clearly by taking a look at the high greenhouse gas emissions from peat soils under agricultural cultivation as well as at the formation of urban heat islands. Due to their high plant available water storage capacity, soils with a high cooling capacity can be attributed to be robust against climate-related effects. These soils, for example, are able to supply plants with water during extended dry periods yet.

1.2 Soil protection against the adverse effects of climate change

Considering the impact of climate change on the soil, soil can't be protected from the effects of climate change in general. On the one hand, e.g., it is inconceivable to prevent higher average soil temperatures. On the other hand, a better protection of soils sensitive to water and wind erosion is feasible, taking into account that climate change is expected to cause a higher erosion risk, for example.

1.3 Protecting the soil

Soil can contribute to climate protection through its capability for carbon storage and its cooling capacity. Technically 3 protection targets are considered appropriate to be enshrined by soil protection law:

- the protection, preservation or (re)production of the carbon sink function of the soil,
- the protection, preservation or (re)production of the cooling function of the soil,
- the protection of soil from the negative consequences of climate change.

1.4 Impairments and hazards of the protection objectives

The impairments and hazards of the protection objectives, in particular

- large-scale groundwater drawdown, peat digging and/or (intensive) agricultural cultivation in areas with bog, marshlands and hydromorphic soils,
- undamped high land consumption of around 90 hectares per day for housing and transport area, with a disproportionate use of soil with high fulfilling climate function and high robustness against climate change effects,
- soil compaction and improper farming on erosion-sensitive soils, are pointing to the shortcomings in the protection of the soil climate function as well as in the protection of soil from the negative consequences of climate change in general.

1.5 Fields of action for the conservation and restoration of the soils climate function as well as for protecting the soil from the negative consequences of climate change

Since the past has seen heavy soil encroachments, further threats are to be expected in the future to the soil climate function and to climate-robust as well as to climate-sensible soils if no controlling interventions are established. For this reason the resulting control functions have been bundled into 6 areas of activity:

- preservation of soil from land consumption,
- bog protection,
- agricultural land use,
- forestry land use,
- urban and industrial land use,
- provision of resources.

1.6 Measures to preserve and restore the climate function of soil to protect the soil from the negative consequences of climate change

Referring to the fields of action a catalogue of 22 action profiles (individual and groups of measures), has been established, including existing or newly developed activities. They are designated to serve as guides to maintain or restore a high soil climate function and to protect the soil from the adverse effects of climate change.

It includes both protective measures as well as measures to restore the climate function of the soil.

A comprehensive field of activity is the provision of resources for the measures implementation. However, the effective implementation and monitoring needs a data basis to which can be referred. Planning as well as measures implementation are often lacking maps on a large scale of 1 : 5000 to 1 : 10,000, particularly with regard to necessary data of soil organic matter and water characteristics. The shortcomings here are summarised in a separate action profile.

The catalogue of action profiles shows the availability of effective and feasible measurements for all relevant fields, so that the proposed protective goals can be achieved.

1.7 Technical prioritization of action

Assessing the effect of an individual measure or a group of them on the natural environmental assets and other political objectives is the basis for determining what measures are most suitable to counter and to facilitate the adaption to climate change. The resulting classification can be found in the appending action profiles. Thus, potentially positive synergy effects are included in the analysis, as recommended in the German Adaption Strategy.

The prioritisation considers only the qualities of the measure with the same size of available space and includes all possible measures without considering whether impairment or endangering in a particular region is given or not at all.

High efficiencies in countering and adapting to the climate change can be obtained primarily by the measures for

- preservation and restoration of wetlands,

- preservation of soils with high carbon storage and/or high cooling function,
- unsealing soils as well as improvements of urban-industrial soils.

Furthermore these measures promote synergies between policy objectives and those to protect natural resources.

From a technical point of view they should be implemented primarily. In comparison management measures, e.g., reduced and no tillage cultivation, are assessed with a lower value within the classification scheme. However, diminishing grassland upheaval is considered to be a very important action step, since 40 % of the total area of bogs in Germany is used as grassland and still 32 % as arable land (SRU 2012).

1.8 Recommendations for further course of action

a) In the area of

- preservation of soil from land consumption,
- bog protection,
- agricultural land use and
- forestry land use

a great need to protect the climate soil function is evident. Within the field of action “agricultural land use” the necessity of adaptation in order to protect soils from the impact of climate change is existing.

Within the field of action no. 5, “urban-industrial land use”, it should be focussed on protecting soils with a high cooling function from sealing, since these soils are able to contribute to cool the lower atmosphere in dense cities in a considerable degree.

- b) In order to assign a single or a group of measures to a specific location, as well as to monitor the effect and to control these, a database should be established. For that reason it is recommended to collect data about available areas on the level of Federal States. By this means the effective impact of measures can be determined. Subsequently the data should be joined into a database on a national level, e.g., as a basis for a national funding program.
- c) In terms of soil protection, regions of Germany will be affected differently by the risks and chances of climate change because of the markedly variable vulnerability as well as adaptation capacity of soil. Therefore, adaptation measures have to take regional differences into account. They have to be carried out at a national, a regional and a local level.
- d) The decision on whether a measure is appropriate under the particular conditions of a certain site, must be made in each individual case and/or at least as a function of the regional situation. Measures have to be adopted in accordance with the principle of subsidiarity. They have to be decided and implemented on the most qualified governmental decision-level. In order to avoid conflicts, a cross-sectoral coordination of adaptation measures is required.

2 Analysis of the legal framework - applicable law (Part C)

2.1 Methodology (C1)

1. Central question: Does the legal framework for the protection of soil provide for sufficiently effective instruments in order to protect
 - functions of the soil counteracting climate change (“climate function”);
 - the soil itself from the consequences of climate change (“climate adaptation”)?
2. Requirement profile of the legal framework:
 - Regularising of the relevant protection objectives (“Schutzziele”): legal basis for (further) measures of soil protection from the point of view of climate change.
 - Effective instruments for the implementation of necessary measures of soil protection in the relevant fields of action (compare catalogue on fields of action, B6) e.g.: dictates/bans, licensing requirements, instruments of planning, dictates for consideration, organisational rights, procedural law.

2.2 Legal framework for protection of soil and climate (C2)

3. Constitutional law: climate protection and soil protection - and their interdependent effects – form part of the constitutional mandate of protection by the state according to Article 20a Basic Law (Grundgesetz). This does not result in specific constitutional requirements. The integration of aspects of climate protection in the law of soil protection would comply with this constitutional mandate.
4. European law: the EU law is increasingly considering aspects of climate protection and regulates several environmentally relevant land uses. However, a “European soil protection legislation” would still need to be developed resulting in the integration of aspects of climate change and soil protection law. This report focuses on mechanisms and subsidising instruments of the Common Agricultural Policy (CAP) for the agricultural land use.
5. Environmental law and planning law: climate protection has found its way into several legal provisions [§ 1(1) No. 2, § 7 No. 2 BNatSchG, § 1a sentence 3 WHG, § 1 No. 1 BWaldG, § 1 BImSchG, § 2(2) No. 3 sentence 2 ROG, § 1(5) BauGB, § 2(1) No. 2 UVPG]. In some of these laws the interdependence of soil protection and climate protection has been included [compare: § 6(1) sentence 1 No. 2 and § 5 WHG; § 2(2) No. 6 Sentence 6 ROG]. German Soil protection law does not even mention aspects of climate protection.
6. Soil protection law in the structure of environmental law and planning law: Subsidiarity of soil protection law: as far as other relevant legal provisions regulate impacts on soil, soil protection law is not applicable [§ 3(1) BBodSchG]. The preceding provision of environmental law, planning law, and construction law offer mere sectoral protection of soil and thus only indirect or rather unspecific protection of the climate function of the soil. Soil protection law is directly and unrestrictedly applicable and has validity parallel to environmental law and water law when it comes to agricultural land use.
7. Influence of soil protection law: due to their cross-sectional character requirements of soil protection law have influence on the execution of preceding legal provisions (e.g. via “soil protection clauses” in construction law and planning law). This effect enfolds only if the climate function is properly protected under the Federal Soil Protection Act (Bundes-Bodenschutzgesetz, abbreviated: BBodSchG) and if the provisions of this act are sufficiently

clear. In order to achieve this sub-statutory standards and general data might be practical (depending on technical requirements in regard to the respective field of action).

8. Regulatory concept: because of its cross-sectional character and influence soil protection law offers the right context and the right regulatory framework for the implementation of the protection of the climate function of the soil and for the protection against adverse effects of climate change in regard to necessary measures on the relevant fields of action, while calling only for minor editorial changes to the legal texts. However, due to the subsidiarity of BBodSchG effective legal instruments are needed in construction law and planning law in order to implement the necessary measures for soil protection on the relevant fields of action.

2.3 Regularising of protection objectives (C3)

9. Protection of the climate function of the soil: the climate function has not been precisely regulated in BBodSchG. BBodSchG does not even mention climate protection. The term “Naturhaushalt” (ecosystem) according to § 2(2) No. 1 lit. b) can be interpreted as to cover the climate function of soils. This interpretation is, however, uncertain. Further, the climate function might be protected indirectly under the scope of “natural functions of the soil” according to § 2(2) No. 1 BBodSchG. Considering implementation deficits in soil protection law [compare catalogue of measures, B] this will not suffice in order to deal with the additional challenges to soil protection due to the climate change.
10. Soil protection against adverse effects of climate change: affected functions of the soil (e.g. extreme weather conditions) are already regularised as objectives in BBodSchG [compare § 2(2) BBodSchG]; the climate function is just additional to these. Climate change effects are already encompassed as far as they constitute “Einwirkungen” (hazard) on the soil and result in adverse effects on the functions of the soil [compare § 2(3), § 4, § 7 BBodSchG].

2.4 Legal instruments for soil protection (C5)

11. Instruments of soil protection law:

- Impairments of the soil climate function (e.g.: sealing, drawdown):
 - Instruments of downstream soil protection [danger defence/remediation according to § 4(1-2) BBodSchG] are not applicable as a rule as there is no “schädliche Bodenveränderung” (adverse soil alteration) in terms of § 2(3) BBodSchG (causal link between the impairment and danger for the individual/the general public)
Exception: large scale sealing in an urban setting with effects on the local climate (cooling function of the soil).
 - As a result: measures for the protection of the climate function of the soil fall predominantly under the scope of precaution: precautionary measures for property use (§ 7 BBodSchG), precautionary data/criteria (§ 8(2) BBodSchG), agricultural land use (§ 17 BBodSchG).
- Impairment of the soil because of the consequences of climate change (e.g. erosion): in these cases there often is an adverse soil alteration; as long as land use increases soil vulnerability there are obligations of downstream soil protection.

12. Instruments of environmental law:

- Eingriffsregelung (impact regulation under nature protection law, § 14 NatSchG): Vermeidungsgebot (obligation of prevention), Genehmigungspflicht (licensing requirements), Ausgleichs-/ Ersatzmaßnahmen (counterbalancing or replacement measures), compensations. In regard to the agricultural land use the essential aspect is to have effective codes of good agricultural practices and action according to § 17(2) BBodSchG because in compliance with these codes there is no impact under nature protection law [compare § 5(2-4), § 14(2) BNatSchG].
- Area-based ecosystem protection measures: these measures (nature sanctuaries and biotopes) focus on the living environment but also have a positive indirect effect on soil protection.
- Landscaping: there is no obligation for landscape planning, determinations of landscape planning effect only authority.

13. Instruments of comprehensive regional planning and zoning law: preservation of soil from land consumption (§ 35 BauGB), planning caveats, licensing caveats, demands in regard to soil protection (e.g. space-saving construction and an economical use of soil resources) and instruments such as regional planning programmes and land-use plans.

2.5 Field of action No. 1: bog protection (C6)

14. Intact bogs (ca. 3 % of all bog area): the protection by the nature conservation laws seems to be sufficient (impact regulation and area-based ecosystem protection). There are, however, uncertainties when it comes to how to define an intact bog/peat land. The scope for exceptions or exemptions still seems narrow enough. Moreover, in addition to this there are water law requirements and special bog protection programmes on the Federal State level of the German “Länder”. Practical application of law is the key.

15. Already affected bogs: there are no binding and enforceable provisions for the restoration of affected wetlands (e.g. rehydration): the common groundwater drawdown for agricultural land use or forestry has no licensing requirements [§ 46(2) No. 2 WHG]. As a result authority cannot guide or stop drawdown. Rehydration is not a part of the codes of good agricultural practices and actions (reason: moisture build-up, susceptibility to rotting).

2.6 Field of action No. 2: agricultural land use (C7)

16. The legal provisions for soil protection in regard to the agricultural land use do not suffice. Precautionary requirements are only devised in the “codes of good agricultural practices and actions” [§ 5(2), § 14(2) BNatSchG; § 17(2) BBodSchG]. The deficits are:

- Aspects of climate change have not been incorporated yet;
- The codes are imprecise and hardly enforceable;
- The instruments for the implementation of the codes of good agricultural practices and actions are insufficient and not properly executed: there are no licensing requirements and only nature conservation authority might be able to issue orders but only seldom exercises its powers.
- The Federal States of Germany “Bundesländer” make no full use of their competence for substantiating the codes of good agricultural practices and actions and their competence for deviating from federal environmental law in § 5(2) BNatSchG. Especially

corresponding provisions on state level could focus on a melioration of grassland protection and also on the protection of valuable soils from ruinous agricultural use.

17. Restriction of grassland upheaval: the protection of grasslands via instruments of environmental law and the CAP has weaknesses:

- Only on peat lands (bogs), on slopes that are at risk of erosion, in floodplains, and in areas with high groundwater levels, ploughing up grassland is an impact under the impact regulation [§ 5 (2) No. 5 BNatSchG]. There are, however, uncertainties according to what criteria a bog or peat lands can be defined in individual cases.
- Loosening of the regulation due to a different wording under the scope of the German “Länder”
- According to correct generalised belief, ploughing up grassland is, as a rule, also an impact when happening on soils or in areas other than mentioned in § 5(2) No. 5 BNatSchG. There are, however, insecurities in regard to the threshold of relevance.
- Licensing requirements and the obligation to create compensatory areas under the scope of CAP only apply to direct payments' recipients. Deficits: above-regional protection scheme, overall balance of grasslands, no sanctions (apart from reduction in aid).
- Hint on enforcement deficits: licensing of grassland upheaval under the scope of CAP might happen with consent of the nature conservation authority as long as compensatory areas are created.

2.7 Field of action No. 3: protection of valuable soils from superstructure, compaction, or other impairments (C8)

18. The instruments of comprehensive regional planning and zoning law are insufficient: even though space-saving construction and an economical use of soil resources, high land consumption is still proceeding. There are no effective provisions to protect certain valuable soils. Aspects of soil protection seem not to factor when it comes to planning. Preservation of soil in demands for effective legal instruments (also outside of soil protection law).

2.8 Conclusions drawn from the analysis of deficits(C9)

19. The climate function of the soil needs to be enshrined as a protection objective in BBodSchG [amendment to § 2(2)No. 1 BBodSchG].

20. In BBodSchG the basis for differentiated intensities of protection should be created in regard to the value and climatic performance of different soils (also in regard to the climate function) [amendment to § 8(2) BBodSchG].

21. The definition of “adverse soil alteration” should be revised that impairments of the climate function of the soil

- are (without doubt) encompassed by the requirements of precaution;
- can be an adverse soil alteration in individual cases when there are attributable effects on the local climate (e.g. on the cooling function in urban areas) [amendment to § 2(3) BBodSchG].

22. An enabling provision should be created for authority to set climate function data and criteria in regard to land use marking the threshold to precautionary measures (§ 7 BBodSchG) [amendment to § 8(2) BBodSchG].
23. The regulations on danger defence in regard to water erosion should be supplemented in regard to wind erosion [amendment to § 8 BBodSchV].
24. The regulations to the agricultural land use (§ 17 BBodSchG, § 5(2) BNatSchG) should be revised in order to
 - encompass the protection of the climate function of the soil and the climate adaptation objectives,
 - encompass substantial and enforceable codes of good agricultural practices and actions,
 - encompass an enabling provisions for orders in individual cases and if needed further instruments of internal and third party monitoring and sanctions [amendment to § 17(2), (3) and a new § 17 (4)BBodSchG].
25. Existing instruments of soil protection planning should be amended in order to include climatic valuable soil, soil endangered by climate change, and all relevant uses on an above-regional level [amendment of § 21(3) BBodSchG].
26. Changes to nature conservation law and zoning law are advisable in order to achieve following goals:
 - regeneration of already affected/former peat lands (bogs)
 - practical restrictions on grassland upheaval/restoration of grasslands on valuable soils apart from the scope of § 5 (2) No. 5 BNatSchG
 - practical restrictions on sealing
 - planning decisions/consideration should take aspects of soil protection (especially the climate function) appropriately into account

[Note: legislative tasks in these fields of law apart from soil protection law are not included in this report.]
27. Based on the conclusions drawn from the analysis of deficits and above presented tasks for legislative action legislative proposals are formulated in Part D of this report

TEIL A: Einführung

1 Zielstellung

Ziel des Vorhabens ist es, fachliche und rechtliche Grundlagen zu erarbeiten, die der Integration von Klimaschutzaspekten in das Bodenschutzrecht dienen. Es sollen Vorschläge für eine rechtliche Verankerung des Klimaschutzes im Bodenschutzrecht sowohl fachkundlich als auch rechtswissenschaftlich geprüft und weiterentwickelt werden. In umweltfachlicher Hinsicht geht es um die Entwicklung von Strategien und Handlungsansätzen, um klimaschützende Funktionen des Bodens (z.B. als Kohlenstoffspeicher) erhalten und wiederherstellen zu können. Darüber hinaus geht es um Maßnahmen zur Klimaanpassung – also zum Schutz des Bodens vor den nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels (z.B. längere Trockenperioden, Witterungsereignisse).

Aufbauend auf den fachlichen Handlungsstrategien zur Verbesserung des Bodenschutzes wird der Rechtsrahmen unter dem Blickwinkel analysiert, inwieweit er hinreichend effektive Instrumente bereitstellt, um die Handlungsstrategie umsetzen zu können. Soweit Defizite ermittelt werden, werden Vorschläge für Rechtsänderungen unterbreitet.

Das Vorhaben baut auf Vorarbeiten auf, die insbesondere von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) und von dessen ständigem Ausschuss Recht (BORA) erbracht wurden.¹

2 Aufgabenbeschreibung des UBA

Die Aufgabenbeschreibung des UBA sieht eine Untersuchung unter vorgenannten fachlichen und rechtlichen Aspekten unter Berücksichtigung dieser sieben Themenfelder vor:

- Ergänzung der Bodenfunktionen um die Klimafunktion des Bodens sowie die notwendige Konkretisierung im BBodSchG und der BBodSchV
- Schutz hydromorpher Böden
- Aspekte der Landwirtschaft (z. B. § 17 BBodSchG – gute fachliche Praxis), insbesondere Einbeziehung der Klimabelange sowie Ermächtigung zu Anordnungen gegenüber Landwirten
- Regelungen zur Winderosion
- Flächenmanagement
- Berücksichtigung der Bodenfunktion Kohlenstoffspeicher in Planungs- und Genehmigungsverfahren
- Verbesserung der Datenlage

Zu prüfen ist zunächst, welche Maßnahmen aus fachlicher Sicht erforderlich sind, um den Boden vor den Folgen des Klimawandels zu schützen und um sicherzustellen, dass der Boden klimaschützende Funktionen z.B. als Kohlenstoffspeicher erfüllen kann. Zunächst sind fachliche

¹ Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) – ständiger Ausschuss Recht (BORA): Klimawandel – Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes – Möglichkeiten der rechtlichen Verankerung des Klimaschutzes im Bodenschutzrecht (31.03.2011), LABO, LABO-Positionspapier – Klimawandel – Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes (09.06.2010).

Bewertungsmaßstäbe (z.B. Definition hydromorpher Böden) zu entwickeln und konkrete Maßnahmen vorzuschlagen. Dabei müssen andere Schutzgüter und Politikziele berücksichtigt werden. Weiter bedarf es einer Priorisierung nach der Bedeutung der vorgeschlagenen Maßnahmen.

2.1 Fachliche Überprüfung der vorgeschlagenen Maßnahmen und Ergänzung um weitere Maßnahmen

Welche Anforderungen ergeben sich für den Bodenschutz aus Sicht des Klimaschutzes unter Berücksichtigung der Vermeidung des Klimawandels und der Anpassung an die Folgen des Klimawandels?

Sind die bereits vorgeschlagenen Maßnahmen geeignet, die Notwendigkeiten des Klimaschutzes umzusetzen? Wie sind die Maßnahmen zu konkretisieren? Welche weiteren Maßnahmen sind notwendig und geeignet?

Welche Bewertungsmaßstäbe sind anzulegen? Wie können diese Bewertungsmaßstäbe abgeleitet werden?

2.2 Priorisierung der Bedeutung der vorgeschlagenen Maßnahmen, auch mittels einer Abwägung mit anderen Schutzgütern und Politikziel

Welche anderen Schutzgüter und Politikziele sind zu berücksichtigen und stehen ggf. der Durchführung der Maßnahmen entgegen? Wie können die Ziele abgewogen werden?

Welche Maßnahmen haben unter Berücksichtigung des Aufwands und der Folgen für die Beteiligten den größten Effekt?

Welche Maßnahmen sollten prioritär verfolgt werden?

2.3 Defizitanalyse des geltenden Rechts auf der Grundlage der fachlichen Empfehlungen, unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anwendung der Vorschriften

Welche rechtlichen Anforderungen ergeben sich aus dem geltenden Bodenschutzrecht des Bundes und der Länder? Welche Vollzugsdefizite bestehen?

Welche Anforderungen ergeben sich aus dem sonstigen Umweltrecht, insbesondere dem Wasser- und Naturschutzrecht? Welche Vollzugsdefizite bestehen?

Welche Anforderungen ergeben sich aus dem geltenden Planungs- sowie Land- und Waldrecht?

2.4 Regulatorische Anknüpfungspunkte

Wie lassen sich die fachlichen Ergebnisse verrechtlichen?

In welchem Rechtsgebiet sollte die Verrechtlichung erfolgen?

Welche regulatorischen Zugriffe sind geeignet? Bedarf es zusätzlicher Planungsinstrumente und/oder Zulassungstatbestände? Welche zusätzlichen materiellen Anforderungen sind erforderlich?

Welche nicht-ordnungsrechtlichen Instrumente können empfohlen werden?

Welche materiellen Anforderungen sowie ordnungsrechtlichen Instrumente in Bezug auf die Regelung land- und forstwirtschaftlicher Nutzungen hinsichtlich der Klimabedeutung des Bodens sind angemessen, vollzugstauglich und durchsetzbar?

3 Vorgehen

Das Projekt ist in folgende Bearbeitungsphasen gegliedert:

- Erarbeitung Maßnahmenkatalog und Maßnahmesteckbriefe

In der Bestandsaufnahme- und Analysephase ist ein Maßnahmenkatalog mit denjenigen Maßnahmen entwickelt worden, die der Erhaltung und der Wiederherstellung der klimaschützenden Funktionen des Bodens dienen und/oder den nachteiligen Folgen des Klimawandels auf den Boden vorbeugen oder entgegenwirken.

- Maßnahmesteckbriefe

Die im Maßnahmenkatalog aufgeführten Maßnahmen sind in „Maßnahmesteckbriefen“ (vgl. Anhang dieses Gutachtens) näher beschrieben. Dort finden sich Angaben zur Bewertung, zu den Zielen, zur Wirksamkeit und zur Durchführung der Maßnahmen.

- Die herausgearbeiteten Maßnahmen wurden unter Berücksichtigung des Meinungsbildes im Forschungsbegleitkreis „priorisiert“, d.h. hinsichtlich ihrer fachlichen Eignung und Umsetzbarkeit in eine Rangfolge gebracht.
- Defizitanalyse Recht

Auf Grundlage des Maßnahmenkatalogs wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen analysiert. Die Aufgabe lautete, übergreifend die bodenbezogenen Regelungen des Bundes- und Landesrechts daraufhin zu prüfen, inwieweit sie eine effektive Umsetzung der aus fachlicher Sicht entwickelten Maßnahmen ermöglichen. Hierzu gehören:

- Schutzziele (z.B.: Werden die klimarelevanten Funktionen des Bodens durch das jeweilige Gesetz geschützt?);
- Rechtliche Instrumente: Ge- und Verbote, Berücksichtigungsgebote/Abwägungsklauseln, sonstige ordnungsrechtliche Instrumente, informationelle/marktorientierte rechtliche Instrumente;
- Einschätzung des vorhandenen Schutzniveaus und der Steuerungswirkung zur Umsetzung der aus fachlicher Sicht erforderlichen Handlungsstrategien.
- Vorschlag zu Gesetzes- und Ordnungsänderungen

Auf Grundlage des in den vorangegangenen Bearbeitungsphasen herausgearbeiteten Maßnahmenkatalogs nebst Priorisierung sowie der ermittelten Defizite des rechtlichen Rahmens werden Gesetzgebungsaufgaben skizziert und Vorschläge zu Gesetzes- und Ordnungsänderungen unterbreitet.

- Forschungsbegleitkreis und Expertenworkshop: Das Vorhaben wurde von einem Forschungsbegleitkreis begleitet, der sich aus Experten von Behörden und aus dem Bereich der Wissenschaft zusammensetzt. Zwischenergebnisse wurden im Forschungsbegleitkreis vorgestellt, dessen Anregungen flossen in das Vorhaben ein. Zum Abschluss des Vorhabens wurde dieser Abschlussbericht in einem Expertenworkshop (am 25.02.2013) vorgestellt und diskutiert. Anregungen aus dem Workshop wurden im Anschluss in den Abschlussbericht eingearbeitet.

Der Abschlussbericht ist wie folgt aufgebaut:

Unter B werden die fachlichen Grundlagen erarbeitet und die Handlungserfordernisse zum Schutz der Klimafunktion des Bodens und zur Anpassung an den Klimawandel entwickelt. Der

Abschnitt mündet in einen Katalog von Maßnahmen. Diese sind den Maßnahmesteckbriefen (Anlage 1B zu diesem Abschlussbericht) näher beschrieben.

Unter C folgt die Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen für die Umsetzung der zuvor entwickelten Handlungserfordernisse. Auf Grundlage der identifizierten Defizite des rechtlichen Rahmens werden abschließend Vorschläge zu Gesetzes- und Verordnungsänderungen unterbreitet (D).

TEIL B: Analyse der fachlichen Grundlagen

Ziel des Berichtsteils B ist die Darstellung der fachlichen Grundlagen zur Integration von Klimaschutzaspekten in das Bodenschutzrecht.

Im ersten Schritt wird im Berichtsteil B geprüft, welche Maßnahmen aus fachlicher Sicht erforderlich sind, um den Boden vor den Folgen des Klimawandels zu schützen und um sicherzustellen, dass der Boden seine klimaschützenden Funktionen (z.B. als Kohlenstoffspeicher) erfüllen kann. Dazu erfolgt eine Bestandsaufnahme des dazu vorliegenden bodenkundlichen Sachstands sowie eine kurze Darstellung der von der Bundesregierung in 2008 verabschiedeten Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Der Boden wird dort als ein wichtiges Handlungsfeld definiert.

Der zweite Abschnitt von Berichtsteil B hat zum Ziel, die bodenbezogenen Maßnahmen(-gruppen) zu ermitteln, die besonders geeignet sind, um dem Klimawandel entgegenzuwirken oder die Anpassung an den Klimawandel zu erleichtern.

Diese Maßnahmen(-gruppen) bzw. die entsprechenden Handlungsfelder, denen diese Maßnahmen zuzurechnen sind, sollen vorrangig hinsichtlich ihrer rechtlichen Umsetzbarkeit bewertet und konkretisiert werden. Die möglichen Maßnahmen zur Erreichung der Ziele werden in Form von Maßnahmensteckbriefen dargestellt.

Die Verknüpfungen der Ergebnisse aus dem Berichtsteil B mit den Berichtteilen C und D zur Erarbeitung der rechtlichen Grundlagen sind im Berichtsteil A dargestellt.

1 Einführung

1.1 Klimaziele der Bundesregierung

Der globale Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhundert (DAS-Aktionsplan 2011).

Das klimapolitische Handeln in Deutschland stützt sich auf 2 Säulen: die Vermeidung von klimawirksamen Emissionen und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels (DAS-Aktionsplan 2011).

Ein klimapolitisches Ziel der Bundesregierung ist die Begrenzung des Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur auf weniger als 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau. Auch bei einer erfolgreichen Begrenzung des Temperaturanstiegs auf 2 °C ist mit Auswirkungen des bereits begonnenen Klimawandels auf viele Lebens-, Umwelt- und Wirtschaftsbereiche zu rechnen.

Die Bundesregierung hat deshalb eine Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel vorgelegt (DAS 2008).

1.2 Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)

Die DAS ist ein Teil der Nachhaltigkeitspolitik in Deutschland und hat eine Verminderung der Verletzlichkeit (Vulnerabilität²) bzw. den Erhalt und die Steigerung der Anpassungsfähigkeit natürlicher, gesellschaftlicher und ökonomischer Systeme zum langfristigen Ziel.

Handlungsschritte hierzu sind:

- Gefahren und Risiken zu benennen und zu vermitteln,
- Bewusstsein zu schaffen und Akteure zu sensibilisieren,
- Entscheidungsgrundlagen bereitzustellen, die es den Akteuren ermöglichen, Vorsorge zu treffen und
- Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen, Verantwortlichkeiten festzulegen und Maßnahmen zu formulieren und umzusetzen (DAS 2008).

Mit der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel wurde ein Rahmen für einen mittelfristigen nationalen Anpassungsprozess an die Auswirkungen des Klimawandels geschaffen, in dem, gemeinsam mit den Akteuren, der mögliche Handlungsbedarf benannt, die entsprechenden Ziele definiert und mögliche Anpassungsmaßnahmen langfristig entwickelt und umgesetzt werden sollen (DAS-Aktionsplan 2011).

Der in 2011 von der Bundesregierung verabschiedete „Aktionsplan Anpassung“ zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel hat die Konkretisierung der in der DAS beschriebenen Ziele und Handlungsoptionen zum Ziel. Er unterlegt die in der DAS genannten Ziele und Handlungsoptionen mit konkreten Aktivitäten. Er enthält – neben den Bereichen „Wissen bereitstellen, informieren, befähigen“, „Aktivitäten in direkter Bundesverantwortung“ und „Internationale Verantwortung“ – auch die Aktivität „Rahmensetzung durch den Bund“. Hier werden Vorhaben benannt, mit denen die Bundesregierung in den Bereichen „rechtliche und technische Rahmensetzung“, „Normung“ sowie „Förderpolitik“ Anreize und Grundlagen zur Anpassung anbietet bzw. prüfen wird und Akteure damit unterstützt. Dabei soll das Recht der Fachplanung so weiterentwickelt werden, dass die durch den Klimawandel veränderten Umgebungsbedingungen sorgfältig ermittelt und gebührend berücksichtigt werden (DAS-Aktionsplan 2011).

In diesen Kontext ist das hier vorgestellte Forschungsvorhaben einzuordnen.

1.3 Handlungsfeld Boden im Kontext der DAS

Im DAS-Hintergrundpapier (2008) sind 14 Lebens-, Umwelt- und Wirtschaftsbereiche, sogenannte Handlungsfelder und Beispiele für mögliche Auswirkungen der Klimaveränderungen dargestellt. Ein Handlungsfeld ist der Boden. Als Beispiele für die möglichen Wirkungen des Klimawandels auf den Boden werden angegeben:

- die Verstärkung der Bodenerosion (im Sommer vor allem durch Wind, im Winter vor allem durch Wasser),
- die Erhöhung der Stoffausträge durch Bodenverlagerung,

² Vulnerabilität: (Verwundbarkeit): das Ausmaß, zu welchem ein System oder ein Akteur anfällig gegenüber nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels einschließlich der Klimavariabilität und der Extrema ist oder unfähig, diese zu bewältigen (DAS-Aktionsplan 2011).

- Humusverluste durch erhöhte Mineralisierung bei längerer Vegetationsperiode,
- steigende Gefahr für Staunässe, Überflutungen und Trockenstress,
- veränderte Austragsverhältnisse von Nähr- und Schadstoffen in das Grund- und Oberflächenwasser und Rückkopplungen mit dem Landschaftswasserhaushalt,
- Wald- und Landwirtschaft sowie
- Biodiversität

Als mögliche Handlungsoptionen werden beispielhaft angeführt:

- präventive Maßnahmen zum Erhalt von Bodenfunktionen,
- standortangepasste und nachhaltige Bodenbewirtschaftung,
- erosionsmindernde Bewirtschaftungsverfahren,
- pflanzenbedarfsgerechte Düngung,
- Minimierung von Stoffeinträgen,
- Vermeidung von Bodenschadverdichtung,
- Reduzierung der Flächenversiegelung und
- Sicherung einer standorttypischen organischen Substanz

1.4 Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen zum DAS-Handlungsfeld Boden auf Bundes- und Länderebene

Auf der Bundes- und Länderebene wurden und werden im Handlungsfeld Boden zu den in der DAS festgelegten Handlungszielen Forschungsaktivitäten durchgeführt, um für die Akteure noch fehlende Entscheidungsgrundlagen bereitzustellen und Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Der Aktionsplan Anpassung (Bundesregierung 2011) enthält ganz konkrete, von BMU/UBA für das Handlungsfeld Boden angedachte Handlungskonzepte und Maßnahmenpakete. Diese betreffen u.a. Aktivitäten zur Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Befahrbarkeit und das Verdichtungsrisiko von Ackerböden sowie die Veränderung des org. Kohlenstoffgehalts in Böden. Ebenso werden Maßnahmen zum Erhalt, zur Weiterentwicklung, Vernetzung und Anpassung der Instrumente des Bodenmonitorings und der Erhebung des Bodenzustands angesprochen.

Darüber hinaus untersuchten auf Bundesebene BMU und UBA z.B. in den F+E-Projekten „Untersuchungen zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion durch Wasser“ (Wurbs & Steininger 2011) und „Anwendung von Bodendaten in der Klimaforschung (BOKLIM)“ (Kaufmann-Boll et al. 2011) mögliche Folgen des Klimawandels für den Boden sowie Wege zur Entwicklung von Anpassungsstrategien im Bodenschutz.

Weiter erfolgt im Rahmen der Klimzug-Projekte des BMBF die Erforschung der Anpassungsmöglichkeiten in verschiedenen Regionen in Deutschland mit unterschiedlichen Handlungsschwerpunkten (BMBF 2011). Auch aus diesem Forschungsvorhaben fließen aktuelle Erkenntnisse in dieses F+E-Projekt ein.

Als DAS-Aktivitäten des Bundes in Kooperation mit den Ländern sind zu nennen: Bodenmonitoring, Erosionsmonitoring und die webbasierte Internetplattform „Bodendaten in

Deutschland“ sowie die Internetplattform „Klimawandel und Klimaschutz im Agrarbereich“ (DAS-Aktionsplan 2011).

Auch auf der Länderebene wurden in den vergangenen Jahren verstärkt Konzepte zur Klimaanpassung erarbeitet, die Bodenaspekte beinhalten. Hier steht der Schutz der Moore und somit von Moorboden und hydromorphem Boden oft im Vordergrund. Für Aktivitäten auf der Länderebene stehen z.B. das gemeinsame Positionspapier der Länderfachbehörden der Bundesländer Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Schleswig-Holstein zu den Potentialen und Zielen zum Moor- und Klimaschutz (Jensen et al. 2011) oder das Positionspapier „Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz“ der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA 2012). In den moorreichen Bundesländern, wie z.B. Mecklenburg-Vorpommern, mit ca. 300.000 ha Moorboden überwiegend unter landwirtschaftlicher Nutzung, wird der Moorschutz gestärkt. So wurde ein seit dem Jahr 2000 bestehendes Moorschutzkonzept der Landesregierung 2009 fortgeschrieben (MLUV 2009).

Das Positionspapier der LABO (2010), die Handlungsempfehlungen vom BORA (2011) und auch die in einigen Ländern vorliegenden Strategiepapiere enthalten Empfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel unter bodenschutzfachlichen Gesichtspunkten.

Exkurs zum Klimawandel in Deutschland

Mögliche regionale Temperaturänderung

für 2021-2050, verglichen mit 1961-90:

+1,0 bis +2 °C im Jahresmittel

für 2071-2100, verglichen mit 1961-90:

+2,0 bis +4 °C im Jahresmittel

+3,5 bis +4 °C im Wintermittel

Die Erwärmung erfolgt saisonal unterschiedlich stark ausgeprägt.

Mögliche regionale Niederschlagsänderungen

für 2021-2050, verglichen mit 1961-90:

0 bis -15 Jahressumme

-5 bis -25 % in der Sommersumme

0-+25 % in der Wintersumme

Mögliche regionale Niederschlagsänderungen

für 2071-2100, verglichen mit 1961-90:

0 Jahressumme

-15 bis -40 % in der Sommersumme

0-+55 % (regional maximal +70 %) in der Wintersumme

Durch die regional erwartete Niederschlagsumverteilung vom Sommer zum Winter und die gleichzeitig steigenden Temperaturen im Sommer und eine damit einhergehende Verdunstung können häufiger und ausgeprägter Trocken- und Dürreperioden auftreten.

Quelle: Vergleichende Auswertung von 4 Regionalmodellen für Deutschland vom Deutschen Wetterdienst (DAS-Hintergrundpapier 2008, LABO 2010). Insgesamt wird es weniger Frosttage und mehr heiße Tage (> 30 °C) geben. Auch wird die Zahl der Tropennächte steigen (> 20 °C). Weiterhin ist mit mehr und längeren Trockenperioden zu rechnen. Darüber hinaus sind häufigere und stärkere Extremwetterereignisse wie Starkniederschläge, Stürme und Hitzewellen zu erwarten (BOKLIM-Themenblatt 2011). Daraus abgeleitet empfiehlt die DAS (2011), bei künftigen Planungen eine Spannbreite kommender klimatischer Entwicklungen einschließlich deren Unsicherheiten zu berücksichtigen.

1.5 Wechselwirkungen zwischen dem Klimawandel und dem Boden

Böden spielen eine essenzielle Rolle im Klimasystem. Sie werden einerseits unmittelbar von künftigen Klimaänderungen betroffen sein; andererseits haben anthropogene Eingriffe und/oder klimabedingte Veränderungen der Stoff- und Energieflüsse der Böden Auswirkungen auf das Klima und für den Klimaschutz. Bodenschutz und Klimaschutz sind daher untrennbar miteinander verbunden: Klimaänderungen beeinflussen den Boden, veränderte Bodenverhältnisse beeinflussen das Klima (LABO 2010).

1.6 Rolle der Böden im Klimageschehen

Auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) weist dem Boden eine zentrale Rolle im Klimageschehen zu. Dies gilt insbesondere für Moorflächen, deren Bedeutung für die Aufnahme und Festlegung von Kohlenstoff bisher weitgehend unterschätzt wird (SRU 2012).

In dem Positionspapier „Klimawandel – Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes“ (LABO 2010) und in den Handlungsempfehlungen des Ständigen Ausschusses Recht (BORA 2011) wird die Kohlenstoffspeicherfunktion insbesondere der Moore und der hydromorphen Böden als wichtigstes Boden/Klimaschutz-Handlungsfeld gesehen (LABO 2010).

Böden können im Klimaregime Mitteleuropas vor allem durch Landnutzungsänderungen und durch eine nicht nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung allerdings auch Quelle für Treibhausgase sein oder infolge von Devastierung und Flächenversiegelung gänzlich ihre Kohlenstoffspeicherefunktion verlieren (LABO 2010).

1.7 Kohlenstoffspeicherfunktion des Bodens

Moore (intakte und naturnahe Ökosysteme) sind bedeutende Kohlenstoffspeicher. Deutschland verfügt mit über 18.000 km² über erhebliche Moorflächen, die für die landwirtschaftliche Nutzung entwässert wurden und werden. Dabei werden in großen Mengen Treibhausgase (THG³) freigesetzt. Circa ein Drittel der THG-Emissionen der Landwirtschaft in Deutschland ist auf die Nutzung von Moorböden zurückzuführen, von denen etwa zwei Drittel landwirtschaftlich für Ackerbau und Grünland genutzt werden. Die mit dieser Nutzung verbundene Entwässerung verursacht 4,4 % der deutschen THG-Emissionen und damit hohe externe Kosten (SRU 2012).

Insgesamt wird geschätzt, dass etwa ein Drittel aller vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen auf Landnutzungsänderungen (z.B. Umwandlung von Forst- oder Grünlandboden in Ackerland) und eine nicht standortangepasste Bodenbewirtschaftung zurückzuführen ist (BOKLIM-Themenblatt 2011).

Um das 2 °C-Ziel (IPCC 2007) zu erreichen, bedarf es der Senkung von THG-Emissionen aus allen Quellkategorien, auch aus der Landwirtschaft und durch den Landnutzungswandel verursacht. Da der Moorboden mit 8 % nur einen relativ geringen Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche hat, aber rund 4,4 % der THG-Emissionen verursacht, ist das Potential zur Senkung der THG vergleichsweise hoch (SRU 2012).

Der Agrarsektor nimmt bisher nicht am europäischen Emissionshandel teil. Um die Klimaziele auch im Bereich der Landwirtschaft zu erreichen, bedarf es eines Instrumentenmixes aus finanziellen Anreizen und ordnungsrechtlichen Maßnahmen.

³ Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O).

Die Europäische Kommission nennt in ihrer „Low Carbon Roadmap“ gegenüber 1990 als Ziel des Agrarsektors eine Reduktion um 42 bis 49 % für CH₄- und N₂O-Emissionen. Zur Zielerreichung werden auch Maßnahmen zur Wiedervernässung von Feuchtgebieten und Moorboden genannt (Europäische Kommission 2011, aus SRU 2012).

In Deutschland wird eine Reduktion der Gesamt-THG-Emissionen um 80 bis 95 % bis 2050 im Vergleich zum Basisjahr 1990 angestrebt (BMU 2011a, aus: SRU 2012).

Im Basisjahr betragen die THG-Emissionen aus der Landwirtschaft 125,6 Mt CO₂e. Die THG-Emissionen aus Moorboden betragen 39,1 Mt CO₂e. Maßnahmen im Bereich der Moore haben dabei höhere Realisierungschancen als andere Maßnahmen in der Landwirtschaft (SRU 2012). Als Zielwert für die THG-Emissionsreduktion aus Moorboden ergeben sich bei gleichmäßiger Reduktion aller Quellen 2 bis 8 Mt CO₂e /a bis 2050. Deutschland hat für die Bodennutzung bisher aber keine eigenen Ziele festgelegt (SRU).

Auch Jensen et al. (2011) stellen in ihrer gemeinsamen Position der Länderfachbehörden der Bundesländer Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Schleswig-Holstein fest, dass die Funktion der Moore als Kohlenstoffspeicher und ihre Bedeutung als Quelle für klimawirksame Emissionen ein wichtiges Handlungsfeld des Klimaschutzes ist. Die Emissionen von CO₂ und N₂O aus entwässerten Mooren erreichen in den norddeutschen Flächenländern sogar 10 bis 30 % der Gesamtemission. Sie kommen zu der Schlussfolgerung, dass eine wirksame nationale CO₂-Vermeidungsstrategie den Schutz und die Revitalisierung von Mooren beinhalten muss.

1.8 Kühlfunktion des Bodens für die untere Atmosphäre

Relativ neu im Themenkomplex ist die Beachtung der Kühlfunktion des Bodens für die untere Atmosphäre. Die Kühlfunktion eines Bodens ohne Grundwasseranschluss besteht durch die Fähigkeit, Wasser zu speichern und den Pflanzen zur Verdunstung zur Verfügung zu stellen. Dadurch wird die eingestrahlte Sonnenenergie in latente und nicht in fühlbare Wärme umgesetzt. Die Klimawirkung eines Bodens ist somit abhängig von der Größe seiner pflanzenverfügbaren Wasserspeicherkapazität. Diese ist besonders in den Trockenperioden der Sommermonate wichtig. Dann ist die Verdunstung so hoch, dass die Bodenwasserspeicher komplett entleert werden können. In den Städten ist die Wasserverfügbarkeit durch Versiegelung, Grundwasserabsenkung und den weit verbreiteten urbanen Böden mit ihren oft geringen nutzbaren Feldkapazitäten deutlich reduziert, wodurch sich städtische Hitzeinseln ausbilden (Damm et al. 2012, Oechtering & Däumling 2012). In Zukunft wird sich das Problem der städtischen Überwärmung in den Sommermonaten durch die zu erwartende Klimaerwärmung voraussichtlich weiter verstärken (Damm et al. 2012). Die Bedeutung der Bodenkühlfunktion für die untere Atmosphäre wird für den urbanen Raum und das Lokal- sowie das Stadtklima allgemein anerkannt. Die Bedeutung der Bodenkühlfunktion im ländlichen Raum auf das Regionalklima wird zurzeit noch sehr kontrovers diskutiert. Es ist nicht zu erwarten, dass Maßnahmen für sich allein betrachtet einen Effekt auf das globale Klima, oft auch nicht auf das regionale Klima haben. Es gilt jedoch als gesichert, dass die flächenhafte landwirtschaftliche Nutzung der ehemaligen Moore im Norden Deutschlands zu Auswirkungen auf das dortige Regionalklima führte.

1.9 Auswirkungen des Klimawandels auf den Boden

Neben den Wirkungen, welche der Boden auf das Klima hat, sind auch Auswirkungen des Klimawandels auf die natürlichen Bodenfunktionen sowie auf die Funktion des Bodens als

Standort für Land- und Forstwirtschaft zu erwarten. Die möglichen Bodenfunktionsbeeinträchtigungen stehen dabei insbesondere im Zusammenhang mit:

1. dem Risiko abnehmender Humusgehalte,
2. einer zunehmenden potentiellen Wasser- und Winderosionsgefährdung,
3. eines zunehmenden Risikos von Bodenschadverdichtungen,
4. Veränderungen des Bodenwasserhaushalts (LABO 2010,)
5. Veränderungen des Stoffhaushalts,
6. Veränderungen der Biodiversität im Boden (Kaufmann-Boll et al. 2011).

Die Risiken und die Anfälligkeit des Bodens für Wirkungen des Klimawandels ergeben sich aus:

- der Exposition gegenüber Klimaänderungen, d.h.: In welchem Maß ist der Boden von geänderten Klimabedingungen wie z.B. Extremereignissen betroffen? Wie klimarobust ist der Boden?
- der spezifischen Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Klimaänderungen (BOKLIM-Themenblatt 2011).

Der Sachstand zeigt, dass der Boden Wirkung auf das Klima hat und das Klima Wirkungen auf den Boden nimmt. Bodenschutz ist somit auch Klimaschutz (SRU 2012, BOKLIM-Themenblatt 2011). LABO (2010) und BORA (2011) führen den Begriff der „Klimaschutzfunktion“ ein, um die Wechselwirkungen zwischen dem Boden und dem Klima abzubilden.

2 Methodisches Vorgehen im Projekt

2.1 Prüfung der Maßnahmen

Im ersten Projektteil wird geprüft, welche Maßnahmen aus fachlicher Sicht erforderlich sind, um den Boden vor den Folgen des Klimawandels zu schützen und um sicherzustellen, dass der Boden seine klimaschützenden Funktionen (als Kohlenstoffspeicher und/oder zur Kühlung der unteren Atmosphäre) erfüllen kann.

2.2 Definition der Schutzziele und Festlegung der Handlungsfelder

Dazu werden in Kapitel B3I Schutzziele definiert und konkretisiert. In Kapitel B4 wird dargestellt, welche Beeinträchtigungen und Gefährdungen dieser Schutzziele bestehen. Diese Beeinträchtigungen werden in Anlehnung an die DAS (2011) zu Handlungsfeldern zusammengefasst (siehe Kap. B5).

2.3 Erstellung des Maßnahmenkatalogs

Zur Erstellung des Maßnahmenkatalogs (vgl. Tab. 5) erfolgte im ersten Schritt eine Aufnahme der im LABO-Positionspapier (2010) aufgeführten bodenbezogenen Maßnahmen. Anschließend wurde diese Liste aufgrund weiterer Literaturhinweise und aktueller Forschungsergebnisse aus einem noch laufenden BMBF-Projekt (*dynaklim*) sowie Expertenwissen ergänzt.

Unter dem Begriff „Maßnahme“ wird eine Aktivität von Landnutzern und/oder Planern im Zusammenhang mit dem Boden verstanden, die einen Beitrag zu Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel leistet.

Aufgenommen wurden Maßnahmen, die derzeit in Bund, Ländern, Kreisen und Kommunen in der Diskussion sind und/oder die sich nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand positiv auf den Klimaschutz und/oder auf die Klimaanpassung auswirken. Der Maßnahmenkatalog ist nicht für bestimmte Adressatengruppen erstellt worden, wie z.B. Kommunen, Länder, Kammern oder Landwirte, sondern soll zunächst einmal eine Sammlung der Möglichkeiten aufzeigen. Je nach den geographischen Gegebenheiten vor Ort und den Adressaten sind einzelne Maßnahmen dann mehr oder weniger gut geeignet.

Die in Kapitel B6 bzw. im Anhang 1 zu Teil B beschriebenen Maßnahmen berücksichtigen die sieben Themenfelder der Aufgabenbeschreibung des UBA, welche sich an die im LABO-Positionspapier (2010) benannten Handlungsfelder sowie die von der BORA (2011) gegebenen Handlungsempfehlungen anlehnen (vgl. Kap. A1 Einführung).

Als weiteres Themenfeld wird die Kühlungsleistung des Bodens als relevant angesehen und einbezogen (Damm et al. 2011 & 2012, Höke et al. 2012).

Eine ausführliche Sammlung von Maßnahmen gegen Wassererosion mit 18 differenzierten Maßnahmensteckbriefen ist aktuell von einer gemeinsamen Arbeitsgruppe von Fachausschüssen der Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall und dem Bundesverband Boden erstellt worden (vgl. DWA-Merkblatt M910 – Entwurf) und daher nicht Bestandteil der erstellten Maßnahmensteckbriefe. Maßnahmensteckbriefe zur Eindämmung der Winderosion sind Bestandteil dieses Projekts.

Hinsichtlich der Bodenschadverdichtung wird hier auf die zu erwartenden Ergebnisse des noch laufenden F+E-Projekts „Auswirkungen des Klimawandels auf die Befahrbarkeit und das Verdichtungsrisiko von Ackerboden“ verwiesen. Gegebenenfalls können daraus später weitere Maßnahmen zum Schutz des Bodens vor den Folgen des Klimawandels abgeleitet und in den Maßnahmenkatalog integriert werden.

Nicht im Maßnahmenkatalog berücksichtigt werden Instrumente für die Umsetzung der Maßnahmen zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme, wie beispielsweise Gebote und Verbote, Förderung, Beratung und Bewusstseinsbildung sowie (sozioökonomische) Instrumente, wie sie im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) initiierten REFINA-Projekt (Forschung für die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und ein nachhaltiges Flächenmanagement) erforscht wurden (z.B. die Einführung von noch nutzbaren Flächenkontingenten, einer Flächenkreislaufwirtschaft oder von Flächenhandelszertifikaten).

Je nach Maßnahme sind unterschiedliche oder auch mehrere Instrumente zur Umsetzung geeignet.

Diese Maßnahmen sind zu einem Maßnahmenkatalog, gegliedert in die identifizierten Handlungsfelder, zusammengefasst. Von einer Gliederung der Maßnahmen im Maßnahmenkatalog nach den sieben obigen Themenfeldern wurde abgesehen, da viele Maßnahmen dann mehreren Themenfeldern zuzuordnen wären. Ebenso hat sich eine Gliederung in die Wirkungen der Maßnahmen zur Minderung des Klimawandels aufgrund einer Reduzierung der Treibhausgase in der Atmosphäre, durch eine stärkere Kühlung der Atmosphäre oder durch eine bessere Anpassung an den Klimawandel nicht bewährt. Auch hier haben sich die Maßnahmensteckbriefe nicht klar zuordnen lassen.

Spezielle Umweltqualitäts- und Handlungsziele, wie sie z.B. im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie für Oberflächengewässer und Grundwasser bestehen, sind bisher mit Ausnahme der Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte für Schadstoffe (vgl. BBodSchV) für den Boden nicht entwickelt worden. Da sich die Bodenlandschaften in Deutschland hinsichtlich ihrer Eigenschaften und somit ihrer (Klima-)Funktionsleistungen regional deutlich

unterscheiden, wird empfohlen, solche konkreten Ziele zunächst in Abhängigkeit von den Bodenlandschaften zu definieren.

2.4 Erarbeitung von Steckbriefen

Die in Kapitel B6 beschriebenen Maßnahmen zeigen mögliche Wege auf, wie aus fachlicher Sicht die Erhaltung und Wiederherstellung von Boden mit wesentlichen Klimafunktionen gewährleistet werden und wie der Boden vor den Wirkungen des Klimawandels geschützt werden kann.

Die Steckbriefe konkretisieren die Maßnahmen des vor- und nachsorgenden Bodenschutzes zum Erhalt und zur Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens sowie zum Schutz des Bodens vor negativen Folgen des Klimawandels

Die politische oder rechtliche Umsetzbarkeit fand bei der Zusammenstellung der möglichen Maßnahmen keine Berücksichtigung.

Die definierten Schutzziele und deren Beeinträchtigungen und Gefährdungen sowie der Maßnahmenkatalog und die Maßnahmensteckbriefe wurden mit dem juristischen Projektpartner abgestimmt und dann dem Fachbeirat in Form eines Zwischenberichts und einer Präsentation auf einer Beiratssitzung vorgestellt. Die fachlichen Anmerkungen des Fachbeirats sind weitgehend in den Endbericht eingearbeitet worden.

Der zweite Abschnitt im vorliegenden Berichtsteil B hat zum Ziel, die bodenbezogenen Maßnahmen(-gruppen) zu ermitteln, die besonders geeignet sind, um dem Klimawandel entgegenzuwirken oder die Anpassung an den Klimawandel zu erleichtern. Dazu wurde in den Maßnahmensteckbriefen ein Bewertungsschema (vgl. Tab. 6 in Kap. B6) sowie die Maßnahmensteckbriefe im Anhang 1 zu Teil B) entwickelt und daraus zunächst eine vorläufige Priorisierung abgeleitet, die ebenfalls mit dem Projektpartner und dem Projektbeirat abgestimmt wurde. Auf die Diskussionen aufbauend wurde beschlossen, wie nach derzeitigem Sachstand die Endpriorisierung durchgeführt werden sollte.

Zum Abschluss werden die Ergebnisse dieses Projektteils in Form von Handlungsempfehlungen zur Verrechtlichung und zum weiteren Vorgehen in Kapitel B8 zusammengefasst.

3 Klimarelevante Leistungen des Bodens

Das Ziel des Projektes, ist es zu klären, wie zukünftig Boden so geschützt werden kann, dass er zum Klimaschutz beitragen kann (z.B. durch die Kohlenstoffspeicherung oder die Kühlfunktion für die bodennahe Luftschicht) und dass besonders klimarobuste⁴ (z.B. durch hohe nutzbare Wasserspeicherkapazitäten) und klimadegradationsempfindliche⁵ Böden zur Anpassung an den Klimawandel ohne größere Funktionsverluste erhalten werden.

Als Boden ist der Raum definiert, in dem sich Atmosphäre, Lithosphäre, Biosphäre und die Hydrosphäre durchdringen. Im BBodSchG sind bisher in § 2 folgende zu schützende Bodenfunktionen verankert:

⁴ Klimarobustheit: Die Fähigkeit von Systemen, Organisationen oder (einzelnen) Akteuren, ohne wesentliche Funktionseinbußen in einem breiten Bereich von Klimabedingungen zu bestehen oder Klimaänderungen hinnehmen zu können (DAS-Aktionsplan 2011).

⁵ Empfindlichkeit oder Anfälligkeit (s.u.): Der Grad, zu welchem ein System oder Akteur entweder nachteilig oder positiv durch Klimavariabilität oder Klimaänderungen beeinflusst wird (DAS-Aktionsplan 2011).

Die sogenannte Lebensraumfunktion:

- Boden als Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen

Die Lebensraumfunktion bildet die Schnittstelle zwischen dem Boden und der Biosphäre ab.

Die sogenannten natürlichen Funktionen des Bodens sind nach § 2 BBodSchG die folgenden:

- Boden als Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen und
- Boden als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere zum Schutz des Grundwassers.

werden bisher in der Praxis so interpretiert, dass sie die Schnittstellen bzw. den Energie- und Stoffaustausch zur Hydrosphäre (Wasserhaushalt) und auch zur Lithosphäre (Stoffhaushalt) abbilden.

Die Klimafunktion kann die Schnittstelle abdecken, die den Energie- und Stoffaustausch zwischen dem Boden und der Atmosphäre erfasst, bewertet und bei Bedarf vor zu starken negativen menschlichen Eingriffen schützt.

Da Kohlenstoff im klassischen Sinn nicht zu den Nährstoffen gehört, allerdings zum Naturhaushalt gezählt werden kann (vgl. Kap. B1.7), müsste dann z.B. die Funktion „Boden als Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen“ um den Begriff Gaskreisläufe ergänzt werden. Das würde neben Kohlendioxid die ebenfalls bodenbürtigen klimawirksamen THG CH_4 und N_2O mit erfassen, ebenso wie den Wasserdampf, der bei der Bodenkühlfunktion für die bodennahe Luftschicht eine wichtige Rolle spielt.

Allerdings wird in der Praxis in den Planungsprozessen die Bodenfunktion „Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen“ i.d.R. nur über seinen Wasserkreislauf abgebildet. Der Nährstoffkreislauf entfällt. Sollte mit dem Gaskreislauf in der Praxis ebenso verfahren werden, würden die Schutzziele (s.u.) nicht erreicht.

3.1 Schutzziele

Es werden drei Schutzziele als geeignet angesehen, um sie im Bodenschutz zu verankern. Diese geben auch die Wirkungsrichtung der Maßnahmen vor, die dem Klimawandel entgegenwirken und eine Anpassung an den Klimawandel unterstützen.

Schutzziel 1: Schutz, Erhalt oder Wiederherstellung der Kohlenstoffspeicherfunktion des Bodens

Schutzziel 2: Schutz, Erhalt oder Wiederherstellung der Kühlfunktion des Bodens

Schutzziel 3: Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels

Der Beitrag des Bodens zur Erreichung der Schutzziele 1 und 2 wird im Folgenden als Klimafunktion des Bodens bezeichnet. Die Klimafunktion ist eine natürliche Bodenfunktion. Grundsätzlich verfügt jeder Boden über eine Klimafunktion.

Wie hoch die Klimafunktion eines Bodens jeweils ist, hängt stark von den Bodeneigenschaften ab. Um eine zielgerichtete Schutzwirkung – über den bereits im Bodenschutzgesetz festgelegten Schutz der natürlichen Bodenfunktionen und der Nutzungsfunktionen hinaus – zu verankern, werden Maßnahmen zur Verbesserung der Klimafunktion daher auf Bodeneigenschaften zugeschnitten. Auf diese Weise lässt sich die Wirksamkeit jeweils unter Berücksichtigung der Bodeneigenschaften einschätzen und besonders wirksame Maßnahmen

und leistungsfähiger Boden können von weniger wirksamen Maßnahmen und weniger leistungsfähigem Boden unterschieden werden.

Einige Böden, wie die Moore oder die Schwarzerden, weisen sowohl eine hohe Kohlenstoffspeicherfunktion als auch eine hohe Kühlleistung für die bodennahen Luftschichten auf. Diese parallel auftretende Leistungsfähigkeit ist aber nicht für alle Böden gegeben. So zeigen z.B. Parabraunerden bei vergleichsweise geringen Kohlenstoffvorräten sehr gute Bodenkühlleistungen der bodennahen Luftschicht. Daher ist es sinnvoll, die Schutzziele 1 und 2 differenziert zu betrachten.

Der Boden kann vor den Wirkungen des Klimawandels nicht in dem Sinne geschützt werden, dass nachteiligen Wirkungen ausgeschlossen werden. Dazu müsste der Klimawandel selbst verhindert werden. Es sollte aber überall, wo möglich, ein Schutz des Bodens vor den negativen Wirkungen des Klimawandels erfolgen.

3.2 Konkretisierung der Schutzziele

3.2.1 Schutzziel 1: Schutz, Erhalt und Wiederherstellung der Kohlenstoffspeicherfunktion des Bodens

Schutz, Erhalt und Wiederherstellung der Kohlenstoffspeicherfunktion des Bodens wirken durch die Reduzierung der Treibhausgase in der Atmosphäre und durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre dem Klimawandel entgegen.

Global betrachtet ist der Boden mit 1.500 bis 1.600 Gt der drittgrößte Kohlenstoffspeicher und enthält davon doppelt so viel wie die Atmosphäre und fast so viel wie die Atmosphäre und die Landpflanzen zusammen (z.B. Jarvis 1989, SRU 2012, Höper & Schäfer 2012).

Kohlenstoff wird in Form von CO₂ durch Pflanzen aufgenommen und nach deren Absterben entweder wieder freigesetzt oder im Boden festgelegt.

Der Bodenkohlenstoff ist nur teilweise stabil und beeinflusst durch Zu- oder Abnahmen den Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre (Höper & Schäfer 2012). Aus dem Boden können die Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O in die Atmosphäre freigesetzt werden. Aus der Atmosphäre in den Boden gelangen wiederum CO₂ und N₂O (z.B. Höper 2007).

Im Jahr 2009 wurden in Deutschland THG in Höhe von 962 Mt CO₂e emittiert (brutto ohne Berücksichtigung der Senke Wälder). Die Bereiche Landwirtschaft und Landnutzungsänderung waren zusammen mit 12 % die zweitgrößte Quellkategorie. Der Quellanteil durch die Landnutzungsänderungen alleine betrug rund 4,5 %. Bis auf einen Anteil von 0,1 % entstehen die Emissionen aus den Landnutzungsänderungen aufgrund der agrarischen Nutzung von organischem Moorboden mit (40,4 Mt) und des Torfabbaus mit 2,4 Mt. In diesen Zahlen ist die Nutzung von org. Boden außerhalb der Klasse der Moore, wie z.B. die der Anmoore, noch nicht mit berücksichtigt (UBA 2011b). Nach Einschätzung der Bundesfachbehörden kann es abhängig von der Art des Bodens, dem Wasserstand und der Form seiner Nutzung bei entwässertem Moorboden zu THG-Emissionen von bis zu 15 t CO₂e pro ha und Jahr kommen (BMELV 2008). Messergebnisse von Drösler et al. (2011b) zeigen, dass abhängig vom Moortyp und der Nutzung spezifische Emissionen von Moorboden zwischen 3,3 und 33,8 t CO₂e/ha liegen. Insbesondere für Grünland wurde eine sehr große Spannweite der Emissionen abhängig von der Nutzung und dem Wasserstand nachgewiesen.

Die Kohlenstoffgehalte im Boden steigen in der Regel mit länger anhaltender hoher Bodenfeuchte. Daher sind der GW-Stand und die Stauwasserbildung relevant, da sie zu Kohlenstoffanreicherungen im Boden führen können. Aber auch sommerliche Trockenheit

und/oder lange Kälteperioden verlangsamen die Stoffwechselforgänge von Bodenmikroorganismen und damit den Abbau org. Substanz im Boden zu Gasen und/oder (auswaschbaren) Partikeln oder auch gelösten organischen Substanzen. Durch Trockenheit oder Kälteperioden kann daher ebenfalls eine Kohlenstoffanreicherung im Boden erfolgen. Als Standortfaktor nimmt neben dem Klima in den terrestrischen Böden auch der Tongehalt Einfluss auf die Höhe der Kohlenstoffgehalte.

Moore haben den kohlestoffreichsten Boden, sie enthalten bis zu 10-mal mehr C/ha als andere Ökosysteme (Batjes 1996 aus SRU 2012). Besonders ausgeprägt sind die Kohlenstoff- und Stickstoffanreicherung in Niedermooren. Aber auch Hochmoore und ein Teil des hydromorphen Bodens speichern große Mengen an Kohlenstoff (Scheffer & Schachtschabel 2002). In nassen Senken und seichten Gewässern wird unter Luftabschluss (anaerobe Bedingungen) bis zu 1 mm Torf pro Jahr neu gebildet (Immirzi 1992, aus SRU 2012). Die Entstehung einer 10 cm dicken Torfschicht dauert 100 Jahre (SRU 2012). Moorflächen machen in Deutschland etwa 5 %, ca. 18.000 km² der Landesfläche aus (BGR 1997). Langfristige Kohlenstoffspeicher in den Böden entstanden global gesehen vor allem in kühlen, niederschlagsreichen Gebieten und in Gebirgen (SRU 2012).

Höper & Schäfer (2012) zeigen anschaulich, dass v.a. Entwässerung sowie Grünlandumbruch zu weitgehend irreversiblen Abnahmen des Bodenkohlenstoffgehalts und damit zu einer Freisetzung von Kohlendioxid führen (Tab. 1). Die Entwässerung stellt nach Höper & Schäfer (2012) auch im mineralischen Boden den stärksten Eingriff im Hinblick auf eine Freisetzung von CO₂ dar. Seine Auswirkungen überschreiten deutlich die Auswirkungen anderer landwirtschaftlicher Maßnahmen wie Bodenbearbeitung, Auswahl landwirtschaftlicher Kulturen und Menge an Düngung.

Tab. 1: Klassifizierung der Risiken für den Verlust an org. Kohlenstoff in Abhängigkeit des Standorts und der Landnutzung (aus: Höper & Schäfer 2012)

Stufe	Boden	Vorrat (0,5 m) [t C ha ⁻¹]	Gefährdung	Verlustrate ^a [t C ha ⁻¹ a ⁻¹]	Dauer [Jahre]	pot. C- Verlust [t ha ⁻¹]
1	Mineralböden	50-80	Umstellung der Bewirtschaftung	< 1	< 10	5-8 (10 %)
2	nicht hydromorphe Grünlandmineralböden ^b	80-150	Grünlandumbruch	1-3 ^c	17 ^d	25-60 (36+-5 %) ^d
3	Humusreiche hydromorphe Mineralböden ^e	150-400	Entwässerung, Grünlandumbruch	3-7 ^c	20-40	75-240 (50-60 %)
4	Hoch- und Niedermoore	300-700	Entwässerung, extensive Nutzung	5-8 ^f	30-100	≥ 150
5	Hoch- und Niedermoore	300-700	Entwässerung, intensive Nutzung	4-14 ^g	30-100	≥ 150

a = Mittelwert über 10 a

b = inkl. Auenböden, Marschen und Gleyen mit relativ niedrigen Humusvorräten, ohne flachgründige Standorte

c = hohe Verluste von ca. 20 % des Vorrats im ersten Jahr

d = Quelle Poeplau et al. (2011)

e = humusreiche Auenböden, (Organo-)Marschen und (Nass-)Gleye, Anmoore, Moorgleye

f = Quelle Drösler et al. (2011) extensiv genutztes nicht vernässtes Grünland

g = Quelle Drösler et al. (2011), Ackerland oder intensiv genutztes Grünland

Die Bewirtschaftungsmaßnahmen (ohne Entwässerung) und Änderungen in der Bodenbearbeitung haben meist nur geringfügige und leicht reversible Veränderungen der Bodenkohlenstoffgehalte zur Folge.

Der Verlust an Kohlenstoff durch Landnutzungsänderungen, z.B. nach Grünlandumbruch, verläuft deutlich schneller als der Aufbau eines Humusspiegels. Beim Grünlandumbruch sind nach 2 Jahren bereits 50 % und nach 6 Jahren bereits 90 % des potentiellen Gesamtverlustes aufgetreten. Dagegen haben sich nach einer Konversion von Acker zu Grünland nach 2 Jahren erst wieder 3 % und nach 50 Jahren 50 % des nach 200 Jahren zu erwartenden Humusvorrats eingestellt (Poepflau et al. 2011 aus: Höper & Schäfer 2012).

Dies hat damit zu tun, dass beim Einstellen günstiger Bedingungen ein exponentielles Wachstum der Bodenmikroflora erfolgt (= schneller Abbau), während der Anstieg über die jährlichen Kohlenstoffeinträge der Vegetation und Düngung eher linear verläuft.

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen fasst zusammen, dass die Umwandlung natürlicher Ökosysteme in landwirtschaftliche Fläche immer zu einem Verlust an Bodenkohlenstoff führt, der sich nutzungsabhängig auf einem deutlich niedrigeren Stand einpendelt (SRU 2012). Von der Gesamtfläche der Moore in Deutschland werden mit 32 % als Acker und 40 % Grünland mehr als zwei Drittel landwirtschaftlich genutzt. Etwa 14 % sind von Wald bedeckt, 7 % werden zu Siedlungszwecken genutzt und nur 3,7 % als naturnah eingestuft (Drösler et al. 2011b, Höper 2007 aus: SRU 2012).

Hinsichtlich der Bedeutung des Bodens als Speicher und Senke von Kohlenstoff ist dem Schutz, Erhalt und der Wiederherstellung vor allem von Mooren und hydromorphen Boden sowie Boden unter Dauergrünland besondere Priorität einzuräumen.

Der Schutz von Mooren durch das Verbot ungeeigneter Bewirtschaftungsformen wird übereinstimmend von allen Fachleuten sowie den Autoren dieses Berichts und auch nach Meinung des Fachbeirats als eine der effektivsten Klimaschutzmaßnahmen im Handlungsfeld Boden angesehen (SRU 2012, Jensen et al. 2011, BORA 2011, BOKLIM 2011, LABO 2010, Joosten 2010 u.a.).

Eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung von Moorboden ist im Allgemeinen nicht möglich (SRU 2012). Die Entwässerung sollte – aus fachlicher Sicht – vermieden werden und einer Genehmigungspflicht unterliegen. Eine erhebliche und dauerhafte Kohlenstofffestlegung durch Bewirtschaftungsmaßnahmen oder durch den Verzicht auf Bodenbearbeitung ist nach jetzigem Kenntnisstand nicht zu erreichen (Höper & Schäfer 2012).

Zur Erhaltung des kohlenstoffreichen Bodens ist auch die kontinuierliche Reduzierung und baldige Einstellung des flächigen Torfabbaus in Deutschland nötig (Jensen et al. 2011, SRU 2012).

Nach Couwenberg & Josten (2001, aus Jensen 2011) sind 99 % aller deutschen Moore durch Entwässerung geschädigt und mehr als 95 % sind aufgrund entwässerungsbedingter Torfzersetzung bedeutende THG-Emittenten und gewässerbelastende Nährstoffquelle (Jensen et al. 2011). Rund 42,8 Mt CO₂-Äquivalente entstehen durch die Entwässerung und Nutzung von Moorboden in Deutschland (SRU 2012). In Deutschland wird je km² Moorboden fast dreimal so viel CO₂ emittiert wie z.B. in Finnland (Joosten 2010).

Die Klimawirksamkeit der derzeitigen Moorbodennutzungen und die Gefährdung der biologischen Vielfalt machen eine weitgehende Veränderung der Nutzungsstrukturen

notwendig. Die schrittweise Umstellung von Acker- auf Grünlandnutzung, von intensiver auf extensive Grünlandnutzung unter Anhebung der Wasserstände und eine Wiederherstellung des natürlichen Zustands zielen letztlich auf eine Aufgabe der intensiven Nutzungsformen mit einem Mehrwert für den Naturschutz (SRU 2012).

Jensen et al. (2011) schlagen daher als Rahmenziel vor, bis 2025 mindestens 5 bis 10 % der aktuellen Moorfläche eines jeweiligen Bundeslandes zusätzlich wieder zu vernässen. Bei der Moorrevitalisierung, entsprechend der jeweiligen Schwerpunktsetzung der Bundesländer, muss auch eine dauerhafte Sicherung der gesamten Vielfalt an Moortypen Berücksichtigung finden.

Auf landwirtschaftlichen Flächen, die wiedervernässt wurden, kommen im Fall einer weiteren Nutzung der Moore als Form nachhaltiger Wertschöpfung Paludikulturen in Frage (Schilf-, Rohrglanz-Erlennutzung auf Niedermoor und auf Hochmoor auch Sphagnum-Farming). Auch durch extensive Grünlandnutzung bei ganzjährig hohen Grundwasserständen werden die negativen Auswirkungen der Moorbodenentwässerung gegenüber anderen Nutzungen deutlich verringert (Jensen et al. 2011).

Außer den Mooren zu beachtende kohlenstoffreiche naturnahe Bodentypen sind in Deutschland:

- Schwarzerden, Humus(para)braunerden, Hortisole Esche und Kolluvisole aus der Abteilung der terrestrischen Böden sowie
- Marschen, einige Auenböden und Gleye aus der Abteilung der semiterrestrische Böden.

Die Höhe der organischen Substanz im Boden beeinflusst alle natürlichen Bodenfunktionen und sehr viele Bodeneigenschaften (Höper & Schäfer 2012).

Die wichtigsten ökologischen und ökonomischen Vorteile eines Erhalts kohlenstoffreichen Bodens liegen in:

- der Reduzierung weiterer CO₂- und N₂O-Einträge in die Atmosphäre,
- einer höheren Wasserspeicherkapazität des Bodens (= bessere Wasserversorgung der Pflanzen, Hochwasserschutz durch höheren Wasserrückhalt in der Landschaft),
- hohe Synergiewirkungen mit Zielen des Biotop- und Artenschutzes sowie der Wasserwirtschaft im Fall der Moore und von hydromorphem Boden,
- einer höheren Nährstoffspeicherkapazität und einer besseren Nährstoffversorgung der Pflanzen im Fall kohlenstoffreicher terrestrischer Böden,
- einer höheren Klimarobustheit z.B. gegen extreme Witterungsbedingungen durch Ausbildung einer stabileren Bodenstruktur (= Erosionsschutz) und höherer Wasserspeicherkapazitäten in Trockenphasen,
- einer höheren Puffer-, Speicher- und Transformationsleistung und somit in einer besseren Grund- und Oberflächenwasserqualität. Gerade die Niedermoore sind Stoffsenken und zeigen oft einen großen Einfluss auf die Qualität der Oberflächengewässer.

3.2.2 Schutzziel 2: Schutz, Erhalt oder Wiederherstellung der Kühlfunktion des Bodens für die bodennahen Luftschichten

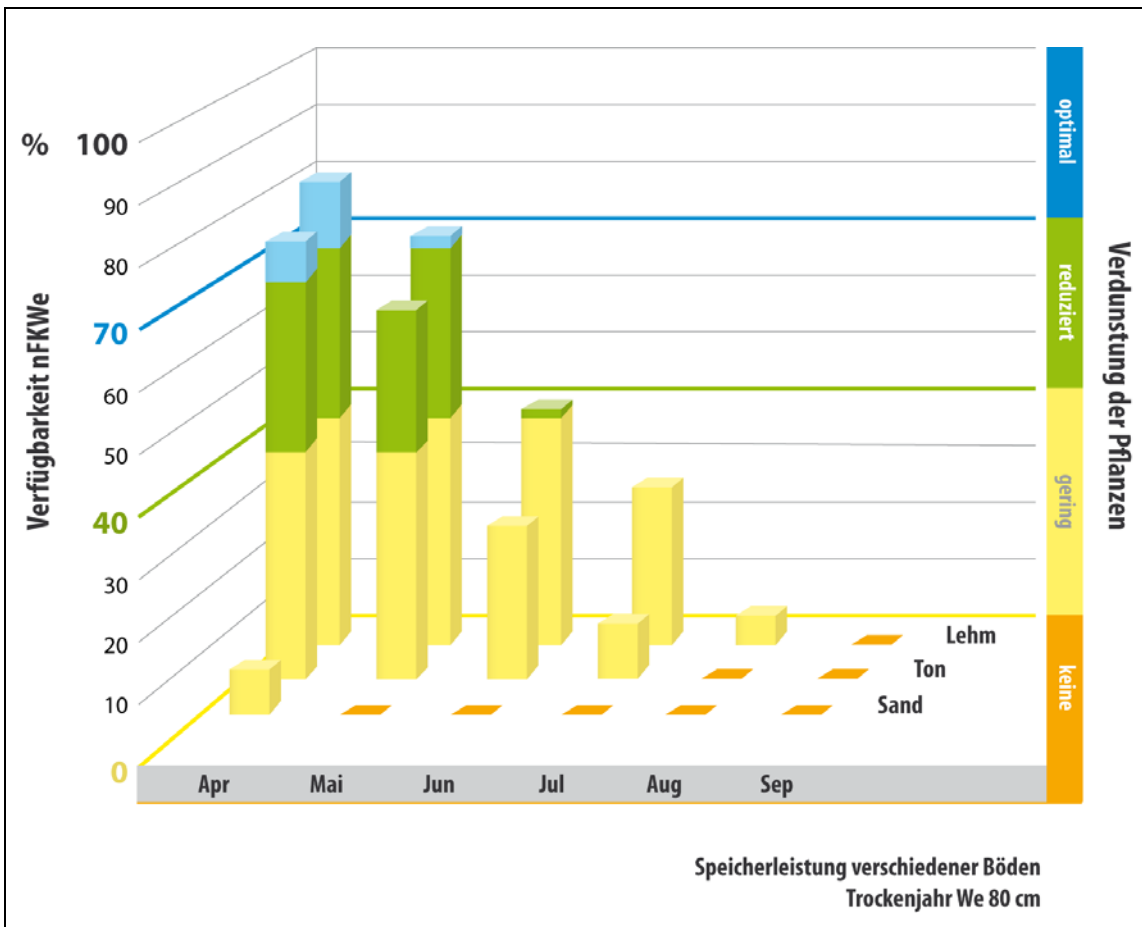
Der Schutz, Erhalt und die Wiederherstellung der Kühlfunktion des Bodens für die untere Atmosphäre wirken der Klimaerwärmung lokal oder regional entgegen.

Boden trägt wesentlich zur Lufttemperaturausbildung der unteren Atmosphäre bei. Die sog. Kühlfunktion des Bodens für die untere Atmosphäre liegt in der Fähigkeit des Bodens, große Mengen an Wasser zwischenspeichern und den Pflanzen zeitverzögert zum Wachstum und zur Verdunstung zur Verfügung zu stellen, begründet. Je mehr Wasser pflanzenverfügbar im Boden gespeichert werden kann, desto mehr Wasser steht den Pflanzen während trockener Witterungsphasen zur Verdunstung zur Verfügung. Die zur Verdunstung benötigte Energiemenge (= latente Wärme) stammt aus der Sonneneinstrahlung und wird nicht in die fühlbare Wärme transformiert.

Je weniger Wasser im Bodenwasserspeicher verfügbar ist, desto stärker reduzieren die Pflanzen ihre Verdunstung und umso stärker erwärmt sich die untere Atmosphäre (Damm et al. 2012, Öchtering & Däumling 2012, Höke et al. 2011, Harlaß 2008, Lehmann et al. 2008). Abbildung 1 verdeutlicht den großen Einfluss des Bodenwasserspeichers auf die Verdunstungsleistung. Die Bodenkühlleistung für die untere Atmosphäre hat eine große Relevanz während sommerlicher Trockenperioden.

Die Lufttemperatur wird durch die Verdunstung deutlich reduziert. So zeigt ein Klimamodell für ein städtisches Quartier an einem Standort eine bis zu 5 °C geringere Temperatur mit einem feuchten Boden, mit einer Abstrahlwirkung ins Umland von 25 m. Ein Boden mit geringer Feuchte führte dagegen zu Temperaturen von +3 bis -1,5 K mit einer Abstrahlwirkung von 0 bis 60 m (Dütemeyer & Kuttler 2011).

Abb. 1: Speicherleistung gut und schlecht Wasser speichernden Bodens in einem Trockenjahr (Quelle: Damm et al. 2012, Grafik: ahu AG)



Von versiegelten Flächen verdunsten nur noch ca. 15 bis 20 % der Jahresniederschlagsmenge, von einem gut bewachsenen Boden mit einer hohen Klimafunktion dagegen mehr als 70 %. Intakte Niedermoore erreichen auch Verdunstungsleistungen über 100 % der Jahresniederschlagsmengen (Höke 2012, Harlaß 2008).

Natürliche Bodentypen mit hoher Kühlfunktion der bodennahen Luftschicht sind:

- Niedermoore, Anmoore und Hochmoore,
- Marschen, Gleye, Auenböden und einige Pseudogleye,
- Schwarzerden, Parabraunerden, Kolluvien sowie einige Braunerden, Hortisole und Regosole.

Tabelle 2 zeigt die ökonomischen und ökologischen Vorteile durch eine bessere Nutzung der Bodenkühlleistung für die untere Atmosphäre in urbanen Räumen.

Tab. 2: Ökonomische und ökologische Vorteile durch bessere Nutzung der Bodenkühlleistung für die untere Atmosphäre (Quelle: Damm et al. 2012)

Kühlung durch Verdunstung	
ökologische Vorteile	ökonomische Vorteile
bessere Wasserversorgung der Vegetation	
stabileres Klima	
weniger Extremwetterlagen	weniger Schäden durch Extremwetter
höhere Lebensqualität (weniger tropische Nächte, besserer Schlaf, weniger Kreislauferkrankungen, Erholungszonen)	geringerer Stromverbrauch
	höhere Leistungsfähigkeit der Werktätigen
	geringere Gesundheitskosten
geringere Abflussspitzen (Hochwasserschutz)	Entlastung der Kanalisation, geringere Abwasserkosten
Gewässerschutz	
Absorption von CO ₂ , Staub und Lärm	attraktivere Städte
Biodiversität, neue Lebensräume	
Ökosystemleistung der Kühlfunktion > 50 bis 80 € m ² a ⁻¹ (eigene Berechnungen)	

3.2.3 Schutzziel 3: Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels

Ein genereller Schutz des Bodens vor den Wirkungen des Klimawandels auf den Boden kann nicht erfolgen. So folgt z.B. im Allgemeinen die Jahresdurchschnittstemperatur eines Bodens in 50 cm Tiefe dem Jahresmittel der Lufttemperatur (Scheffer & Schachtschabel 2002, Schlichting et al. 1995). So lässt sich nicht verhindern, dass die Bodentemperaturen parallel zu den Lufttemperaturen steigen und sich dadurch das Bodenklima verändert.

Das Klima zählt neben den Ausgangsgesteinen, dem Relief, der Flora und Fauna und den Grund- und Oberflächengewässern zu den sogenannten Bodenbildungsfaktoren. Es beeinflusst viele Bodenprozesse und damit neben der Bodenbildung und -entwicklung auch die Bodeneigenschaften sowie die Bodenfunktionen. Zu den wichtigsten Funktionen des Bodens gehören der Ab- und Umbau der organischen Substanzen, die Umwandlung von Stoffen, die Mobilisierung von Nährstoffen sowie die Regulierung des Wasser- und Lufthaushalts. Bodenprozesse wie die Verwitterung, Mineralneubildung, Zersetzung und Humifizierung sowie Gefügebildung vollziehen sich in großen Zeiträumen und sind stark von der Temperatur und der Wasserverfügbarkeit abhängig. Die möglichen Risiken für den Boden sind bereits in Kapitel

B1 dargestellt. Weitere mögliche Folgen des Klimawandels für den Boden, deren Wirkungen aber auch positiv sein können, sind:

- Zunahme der Gehalte und/oder Vorräte an organischer Bodensubstanz,
- Verbesserungen des Bodenwasserhaushalts,
- Veränderungen der Biodiversität im Boden,
- Veränderungen im Stoffhaushalt (BOKLIM-Themenblatt 2011).

Durch präventive Maßnahmen kann ein Schutz des Bodens vor den möglichen negativen Wirkungen einer zunehmenden Erosionsgefährdung und einer höheren Bodenverdichtung durch den Klimawandel erfolgen. Die weiteren Veränderungen werden stark durch die natürlichen Standortfaktoren Temperatur und Niederschlag(sverteilung) gesteuert und lassen sich nachhaltig nicht so einfach beeinflussen.

Die wahrscheinlichen Wirkungen des Klima(wandel)s auf den Boden sind in der Literatur ausführlich beschrieben und werden vielfach auch noch kontrovers diskutiert (vgl. z.B. Scheffer & Schachtschabel 2002, UBA 2008, LBEG 2009, MKULNV 2011, Kaufmann-Boll et al. 2011, Höke et al. 2011).

Boden weist eine unterschiedliche Resilienz⁶ hinsichtlich der erwarteten Veränderungen durch den Klimawandel auf.

Handlungsschwerpunkte für den Schutz des Bodens vor negativen Folgen des Klimawandels sind:

- der Erhalt oder die Wiederherstellung von Boden, dessen Funktionen die Anpassung an den Klimawandel durch Robustheit gegen extreme Wetter- und Witterungsereignisse⁷ unterstützt,
- der Schutz von erosionsempfindlichem Boden gegen wahrscheinlich durch den Klimawandel zunehmende erosiv wirkende Witterungsbedingungen⁸.

Hinsichtlich der Bodenschadverdichtung werden die Ergebnisse des F+E-Projekts „Auswirkungen des Klimawandels auf die Befahrbarkeit und das Verdichtungsrisiko von Ackerboden“ abgewartet. Gegebenenfalls können daraus weitere Maßnahmen zum Schutz des Bodens vor den Folgen des Klimawandels abgeleitet werden.

Boden weist eine sehr unterschiedliche Klimarobustheit gegen Witterungsextreme auf. Neben der Empfindlichkeit gegen Wind- und Wassererosion ist die Speicher- und Pufferfunktionsleistung im Wasserhaushalt dabei eine wesentliche Größe zur Anpassung an extreme Witterungsbedingungen.

⁶ In etwa: Widerstandsfähigkeit; beschreibt die Toleranz eines Systems gegenüber Störungen.

⁷ Extreme Wetter- und Witterungsereignisse, deren Häufigkeit und Intensität durch den Klimawandel wahrscheinlich zunehmen werden, sind: Starkregenereignisse, länger anhaltende Trocken- und Hitzeperioden im Frühjahr oder Sommer, höhere Niederschlagssummen im Winterhalbjahr. Eventuell werden auch stärkere Stürme auftreten.

⁸ Erosiv wirkende Witterungsbedingungen liegen im Fall der Wassererosion vor allem bei Starkniederschlägen und bei lange anhaltenden kräftigen Niederschlägen vor. Im Fall der Winderosion sind erosiv wirkende Witterungsbedingungen dann gegeben, wenn die Bodenoberflächen abgetrocknet sind und höhere Windgeschwindigkeiten vorliegen.

Empfindlich gegen Wassererosion sind vor allem Böden mit höheren Schluffanteilen auf geneigten Flächen ohne Bodenbedeckung (Scheffer & Schachtschabel 2002). Die Erosionsgefährdung durch Wasser stellt bereits gegenwärtig ein Problemfeld in Deutschland dar, dem unter veränderten Klimabedingungen verstärkt Bedeutung beigemessen werden muss (Wurbs & Steininger 2011). Im Ergebnis eines vom Bundesumweltministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit beauftragten Forschungsprojekts liegt erstmals eine bundesweite Abschätzung der Entwicklung der Bodenerosion in Deutschland unter sich ändernden Klimabedingungen bis zum Jahr 2100 vor. Die Ergebnisse zeigen einen Anstieg der nutzungsabhängigen Erosionsgefährdung auf ackerbaulich genutzten Flächen Deutschlands. Die ausgewiesenen Kerngebiete umfassen große Teile der Deutschen Mittelgebirgsschwelle, vom Rheinischen Schiefergebirge über das Hessische und Niedersächsische Bergland bis zum Thüringer Becken und in die Sächsischen Lössgebiete hinein. Insbesondere in diesen Gebieten müssen verstärkt Anpassungsmaßnahmen erfolgen (BOKLIM-Themenblatt 2011).

Nach Wurbs & Steininger (2011) können insbesondere die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung sowie die Erhöhung der Bodenbedeckung in Zeiten der Winter- und Sommerbrache die Auswirkungen des Klimawandels auf die Böden kompensieren.

Empfindlich gegen Winderosion sind vor allem feinsandige und grobschluffige Böden sowie entwässerte Moore und Anmoore in ebenen und sog. ausgeräumten Landschaftsräumen (im Norden und Nordosten Deutschlands), wo der Wind aufgrund fehlender Rauigkeitselemente hohe Schubspannungen auf die Bodenoberfläche bringen kann. Weitere Voraussetzung ist auch hier eine fehlende oder zu geringe Bodenbedeckung. Im UFOPLAN (2013) ist ein Projekt mit dem Titel „Bundesweite Gefährdung des Bodens durch Winderosion und Bewertung der Veränderung infolge des Wandels klimatischer Steuergrößen als Grundlage zur Weiterentwicklung der Vorsorge und Gefahrenabwehr im Bodenschutzrecht“ eingestellt.

Da Wasser- und Winderosion in einigen Regionen bereits heute große Schäden verursachen, sollte – auch unabhängig von den Klimaprognosen – zukünftig ein verstärkter Schutz gegen Wind- und Wassererosion empfindlichen Bodens erfolgen.

Neben den besonders klimarobusten und den erosionsempfindlichen Böden finden sich regionsabhängig Böden, die weder besonders klimarobust noch besonders erosionsempfindlich sind, wie z.B. tonreiche Böden oder sandige Böden in Mittelgebirgslagen oder lehmige Böden im Norddeutschen Tiefland.

Die wichtigsten ökologischen und ökonomischen Vorteile des Schutzes von klimarobustem Boden und erosionsempfindlichen Boden, z.B. durch Vegetationsschutz in einem klimarobusten Zustand, liegen in:

- einer Grundversorgung der Bevölkerung und der Industrie mit Lebensmitteln, Futtermitteln, Energiepflanzen und weiteren Rohstoffen, wie z.B. Arzneipflanzen, auch dann, wenn sehr trockene Witterungsphasen im Frühjahr und/oder Sommer auf einem weniger robusten Boden zu Ertragsdepressionen bis hin zu Ernteausfällen führen werden;
- geringeren Bodenabtragsraten durch Wind- oder Wassererosion. Dadurch werden ökonomische Verluste an Humus, Mineraldünger, Pflanzenbehandlungsmittel, Saatgut und Mineralboden reduziert. Auch entfallen Reinigungskosten für Gräben, Straßen und zum Teil auch Gebäude von den erodierten Bodenbestandteilen. Der ökologische Profit liegt darin begründet, dass geringere Mengen an Austragsstoffen (Nährstoffe und Pflanzenbehandlungsmittel) in sensible Räume (Gewässer, Naturschutzgebiete,

Siedlungsgebiete) gelangen, wo diese Stoffe zu unerwünschten Wirkungen führen (Scheffer & Schachtschabel 2002).

Boden mit einer hohen Robustheit gegenüber längeren Trockenperioden im Frühjahr und Sommer, d.h. Boden mit einer hohen nutzbaren Wasserspeicherkapazität, verfügt zudem über die Fähigkeit, Abflüsse zu reduzieren und zu verlangsamen. Dadurch wird die Gefahr einer Hochwasserbildung gerade in kleineren Einzugsgebieten deutlich gemindert. Das heißt, der Erhalt klimarobuster Böden zeigt große Synergien mit dem DAS-Handlungsfeld Wasserwirtschaft. Die Gewässer müssen weniger stark verbaut (= ökologischer Profit) und technisch unterhalten werden (= ökologischer und ökonomischer Profit). Auch die direkt durch das Hochwasser verursachten ökonomischen Schäden werden durch die Abflussregulationsfunktion des Bodens gemildert.

Aus der Umsetzung der Ziele ergibt sich eine deutliche Reduktion der THG-Emissionen aus Mooren und hydromorphen Böden als Beitrag zum Klimaschutz. Auch die Erhaltung kühlleistungsstarker Böden leistet einen Beitrag zur Stabilität des Lokal- und Regionalklimas.

4 Beeinträchtigung und Gefährdung der Schutzziele

Die Klimafunktion des Bodens großer Gebiete in Deutschland ist – insbesondere infolge der intensiven Bodennutzung von ehemaligen Mooren – bereits stark herabgesetzt. Sehr deutlich zeigt sich das bei den Klimagasemissionen aus den landwirtschaftlich genutzten Moorböden und der Ausbildung städtischer Wärmeinseln sowie der hohen Versiegelungsrate.

Der Verlust der Klimafunktion des Bodens und von besonders klimarobustem Boden wurde und wird vor allem verursacht durch die nachfolgend beschriebenen Faktoren.

4.1 Großflächige Grundwasserabsenkungen in Niedermooren und Gebieten mit hydromorphem Boden

Der Wasserhaushalt der Niedermoore ist oftmals durch mehrere lokale und regionale Einflüsse zugleich anthropogen abgesenkt. Typische Ursachen dafür sind:

- tiefere Grundwasserabsenkungen durch die Rohstoffindustrie (z.B. Kies-, Sandgruben);
- oberflächennahe Grundwasserabsenkungen durch die Landwirtschaft; die Drainage durch die Landwirtschaft wird als häufigster und folgenreichster Eingriff in den natürlichen Wasserhaushalt angesehen (Strack 2008);
- Wasserentnahmen als Trink-, Brauch- und Betriebswasser;
- Flussbegradigungen für bessere Schifffahrtswege, Gewässerlauf- und Deichverkürzungen und zur Abflussregulierung, die zu einer starken Tiefenerosion der Vorfluter geführt haben;
- Grundwasserabsenkungen zum Schutz der Infrastruktur und Siedlungsflächen, die in die Auen hineingebaut wurden.

Die Absenkung der Grundwasserstände in vielen ehemaligen Niedermooren und Gebieten mit hydromorphem Boden ist durch mehrere Ursachen gleichzeitig bedingt.

Durch die Trockenlegung und anschließende landwirtschaftliche Nutzung sind die Niedermoore und Anmoore von Bodenkohlenstoffspeichern oder -senken zu Treibhausgasquellen geworden (s.o. und z.B. Höper 2007).

Die Drainage intakter Moore führt in den ersten Jahren wegen des Verlustes des Auftriebs zu Geländeabsackungen, die bis zu 30 % des Moorkörpers umfassen. Dadurch wird eine Vertiefung der Entwässerung nötig, die auch während der weiteren Nutzung fortlaufend ausgebaut werden muss, da der zusätzlich einsetzende Höhenverlust durch die Mineralisierung und Schrumpfung in Abhängigkeit von Moortyp, Nutzungsweise und Standortbedingungen bis zu 3 cm pro Jahr betragen kann (Strack 2008 aus: SRU 2012). Häufig steigen durch den Umbruch die Erosionsanfälligkeit und damit der Abtrag der kohlenstoffreichen Humusschicht (SRU 2012).

Niedermoorboden und hydromorpher Boden zählen zum Teil zu den Niedrigertragsflächen. Sie werden aber aus Mangel an Ausweichflächen in Gegenden mit ausgedehntem Niedermoorboden genutzt. Derzeit steigt der Nutzungsdruck stark, u.a. durch die wachsende Nachfrage nach Biomasse für den Energiebereich (SRU 2012). Als wichtig in diesem Zusammenhang wird die Konkretisierung und Weiterentwicklung der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung im Sinne des Klimaschutzes im BBodSchG und in der BBodSchV angesehen (BOKLIM-Themenblatt 2011).

In der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt sind Ziele für den Erhalt und die Renaturierung von Moorflächen für 2010 und 2020 festgeschrieben. Die Ziele für 2010 wurden in Teilen nicht erreicht oder die vorhandene Datenlage lässt keine Abschätzung zu (SRU 2012).

Auf Niedermoore oder hydromorphen Boden angepasste Vegetation erbringt in der Regel deutlich höhere Kühlleistungen für die untere Atmosphäre als freie Wasserflächen. Somit erfolgt mit einer Grundwasserabsenkung auch eine Abnahme der Bodenkühlleistungen. Sind tiefe Grundwasserabsenkungen erfolgt, kann die potentielle Kühlfunktion für die untere Atmosphäre auch drastisch abnehmen.

4.2 Trockenlegung von Hochmooren zur Abtorfung und/oder landwirtschaftlichen Nutzung

Hochmoore, auch als Regenmoore bezeichnet, sind Jahrhunderte lang überwiegend für den Torfabbau (Boden als Rohstofflagerstätte) und für die landwirtschaftliche Nutzbarmachung trockengelegt worden.

Auch der Abbau von Torf ist keine nachhaltige Nutzungsform. Die standorttypischen Lebensgemeinschaften können in überschaubaren Zeiträumen nicht wiederhergestellt werden. (SRU 2012).

Jährlich werden in Deutschland 5 bis 6 Mio.m³ Torf auf 269 km² Moorboden industriell abgebaut (= 2,4 Mt CO₂e 2009). Die Bundesregierung hat sich das Ziel einer signifikanten Reduzierung des Torfabbaus in Deutschland ab 2015 gesetzt, beabsichtigt aber derzeit nicht, (ökonomische) Anreize für die Nutzung von Torfsubstituten zu setzen (Deutscher Bundestag 2010 aus: SRU 2012). Bei Reduktion der inländischen Torfgewinnung ist eine Ausdehnung der Importe zu befürchten. Die Torfe werden vor allem im Erwerbsgartenbau und im Hobbygartenbau verwendet (SRU 2012).

Hochmoore bedeckten früher große Flächen vor allem in Nordwestdeutschland, aber auch in Bayern, Mecklenburg-Vorpommern und weiteren Bundesländern. Intakte Hochmoore sind heute sehr selten geworden (vgl. Blanke, BfN 2003). Regenmoore können über Niedermooren entstehen, aber auch über stauenden Bodenschichten wie z.B. Ortstein. Der Wasser- und Stoffhaushalt der Regenmoore ist in der Regel degradiert durch:

- schiffbare Kanäle, große und tiefere Gräben, kleinere Gräben oder Schlitzgräben sowie Drainagen zur Entwässerung

- Torfstiche (Handfräsfelder bis maschineller Abbau): Dadurch erfolgt eine Zerstörung der Akrotelm-/Katotelm-Schichtung⁹.
- Moorbrandkultur (oberflächliche Entwässerung und nachfolgendes Abbrennen), Deutsche Hochmoorkultur (entwässern, düngen und nutzen), Sandmisch- und Sanddeckkultur: Nach der Entwässerung geringmächtiger und nach Abtorfung mächtiger Moore wird tief gepflügt und die Torfe mit unterlagernden Sanden in eine Schrägschichtung gebracht (Sandmischkultur) oder unterlagernder Sand oberflächlich abgebracht (Sanddeckkultur). Bei den Regenmooren über Stauschichten erfolgte nach einer Abtorfung oder bei der Moorkolonisierung durch Tiefpflügen eine Zerstörung der unterlagernden Stauschicht (Ortstein), auch um über die Gräben eine weitreichendere Entwässerung zu erreichen. Vielerorts wurden die Ortsteinschichten auch für die Verhüttung abgebaut.
- Immissionseinträge: Regenmoore sind aufgrund der Niederschlagsspeisung und oligotrophen Vegetationsausprägung besonders empfindlich gegen atmosphärische Stoffeinträge (NO_x, SO_x, Staub). Diese können zu Verschiebungen im Artenspektrum hin zu Arten mit geringeren oder keinen Torfbildungsraten führen. NO_x und SO_x lösen im anaeroben Bereich Zersetzungsprozesse (Oxidationsprozesse) aus. Dies führt zu verringerten Porengrößen und damit zu erhöhten Wasserspiegelschwankungen sowie einer Nivellierung des Mikroreliefs und damit einer Verringerung des Muldenspeichers. Auch führt eine Schädigung der in den Mooren lebenden Koniferen oder umgebenden Waldbestände zu einer größeren Windangriffsfläche und Austrocknung (Succow & Joosten 2001).

Durch die Trockenlegung und landwirtschaftliche Nutzung der Hochmoore entstehen bzw. entstanden aus Kohlenstoffspeichern oder -senken Treibhausgasquellen (z.B. Höper 2007). Auch in den Hochmooren führt die Drainage zu Geländeabsackungen. Dadurch wird eine Vertiefung der Entwässerung nötig, die auch während der weiteren Nutzung fortlaufend ausgebaut werden muss, da immer weiter ein Höhenverlust durch die Mineralisierung erfolgt (s.o. und Strack 2008 aus: SRU 2012). Häufig steigen durch den Umbruch die Erosionsanfälligkeit und damit der Abtrag der kohlenstoffreichen Humusschicht (SRU 2012).

Der Hochmoorboden zählt zumeist zu den Niedrigertragsflächen. Derzeit steigt der Nutzungsdruck wieder stark durch die wachsende Nachfrage nach Biomasse für den Energiebereich (SRU 2012).

Viele ehemalige Hochmoore sind so stark degradiert, dass sie nicht wieder renaturiert werden können, so z.B. wenn die ehemals stauenden Schichten komplett zerstört worden sind.

Durch die ganzjährig hohen Grundwasserstände wird eine gute Bodenkühlleistung für die untere Atmosphäre auch in Hochmooren erreicht. Diese bleibt in der Regel zwar deutlich hinter der Waldverdunstung zurück, liegt aber höher als bei Weide-, Wiesen- oder Ackernutzung.

⁹ Akrotelm = Torfbildungshorizont, oberste Schicht der Hochmoorpflanzendecke, aus Torfmoosen aufgebaut und durchwurzelt, durch Moorwasserspiegelschwankungen betroffen, besitzt eine hohe Wasserleitfähigkeit und Selbstregulierungseigenschaften.

Katotelm = Torferhaltungshorizont, unter dem Akrotelm, ständig wassergesättigt mit stärker zersetztem, weniger wasserdurchlässigem Torf und geringer biologischer Aktivität (Succow & Joosten 2001).

4.3 Landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung von Moorboden und hydromorphem Boden

In der Regel gilt: Je intensiver die landwirtschaftliche Nutzung von kohlenstoffreichen Böden, desto höher die Kohlenstoffverluste (SRU 2012). Tabelle 3 zeigt eine Zusammenstellung der „Standards der Moornutzung“ nach Jensen et al. (2011). Demnach liegen die Mindeststandards zur Bewirtschaftung der Moore nach den Regelungen der guten fachlichen Praxis gemäß § 5 BNatSchG, nach denen im Sommer die Wasserstände bis zu 60 cm unter Flur betragen dürfen, für eine dauerhafte Erhaltung der Torfe und stark humosen Substrate viel zu hoch. Da diese Wasserstände nicht zum Erhalt der organischen Substanz im Boden ausreichen, ist die Begrifflichkeit der guten fachlichen Praxis der Landwirtschaft aus Sicht des Bodenschutzes hier irreführend.

Tab. 3: Standards der Moornutzung (Quelle: Jensen et al. 2011)

Parameter	Mindeststandard (gute fachliche Praxis) ¹	Greening ²	AUM (förderfähig) ³
Mittlerer Tiefststand des Grundwassers im Sommerhalbjahr	maximal 60 cm unter Flur	max. 40 cm unter Flur	max. 10 cm unter Flur
Tiefstand des Grundwassers im Winterhalbjahr	maximal 30 cm unter Flur	flurgleich oder nur gering unter Flur	flurgleich oder nur gering über Flur
Wasserbewirtschaftung	<ul style="list-style-type: none"> • Grabensohlen nicht tiefer als 80 cm unter Flur • höhere Stauhaltung im Winterhalbjahr 		keine Entwässerung (kurzfristige oder vorübergehende Ausnahme ggf. für Paludikulturen)
Nutzungsarten / -beschränkungen	<ul style="list-style-type: none"> • umbruchslose Grünlanderneuerung • Wald (standortangepasste Baumarten wie z.B. Erle, Birke, regional auch Kiefer) • keine ackerbauliche Nutzung auf Moorstandorten • keine Schnellwuchsplantagen auf Moorstandorten 	Rückführung von Ackernutzung in Dauergrünland	A. Paludikulturen (Schilf, Rohrglanz / Rohrkolben, Torfmoos, Erle, Weide) B. Angepasste Waldwirtschaft (Erlenbruch, Birkenbruch)
Bodenbearbeitung	Walzen und Striegeln		keine Bodenbearbeitung
Düngung	Düngemittelverordnung	keine Düngung	keine Düngung

¹ § 5 BNatSchG (Regelungen zur guten Fachlichen Praxis: Mindeststandards der Bewirtschaftung von Mooren)

² Greening: diskutierte Ökologisierung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) und mögliche Maßnahmen

³ AUM: darüber hinausgehende Agrarumweltmaßnahmen

Der Humusschwund in Hoch- und Niedermoorboden läuft unter Ackernutzung rund doppelt so schnell ab wie unter einer (extensiven) Grünlandnutzung (vgl. Höper 2007). Strack (2008) gibt an, dass die landwirtschaftliche Nutzung als Grünland Wasserstände von 0,4 bis 0,8 m und von 1 bis 1,2 m unter Flur für Ackerbau erfordert. Käme es zur Ökologisierung der gemeinsamen Agrarpolitik, dem sogenannten Greening (vgl. Tabelle 3), wäre auf (ehemaligen) Mooren nur

noch eine Grünlandbewirtschaftung möglich. Zurzeit findet vor allem für die Biomasseproduktion wieder ein zunehmender Umbruch von Grünland in Ackerland auf Moorboden und hydromorphem Boden statt (sog. Grünlandumbruch). Ein Grünlandumbruch auf Mineralböden führt in recht kurzer Zeit zu einer hohen CO₂-Freisetzung. Dieser Prozess ist langfristig über 200 Jahre hinweg reversibel. Der Abbau erfolgt aber deutlich schneller (= „temporäre Irreversibilität“, Höper & Schäfer 2012). Zur Erreichung des Zieles des Erhaltes und der Wiederherstellung der C-Speicherfunktion von Mooren und kohlenstoffreichen hydromorphen Böden wird von den Ländern ein Grünlandumbruchsverbot auf Mooren befürwortet (Jensen et al. 2011). Auch sollte nach Jensen et al. (2012) die Ackernutzung auf Mooren verboten werden. Von der Gesamtfläche der Moore werden aktuell noch 32 % als Acker und 40 % als Grünland genutzt. 14 % der Moore sind von Wald bedeckt, 7 % werden zu Siedlungszwecken genutzt und nur 3,7 % sind als naturnah eingestuft (Drössler et. al 2011b, Höper 2007 aus: SRU 2012).

Auch die zumeist intensive forstwirtschaftliche Nutzung von Moorboden und hydromorphem Boden ist mit einer Drainage der Böden verbunden. Der oxidative Torfabbau unter Wasserentzug setzt auch in Waldmooren z.B. in Mecklenburg-Vorpommern bis zu 35 t Kohlendioxidäquivalente je Hektar und Jahr frei (Forstpraxis 2012). Augustin & Chojnicki (2005) beschreiben für entwässerten Erlenbruchwald zudem eine sehr starke Lachgas-Freisetzung (26 kg ha⁻¹a⁻¹ N₂O-N).

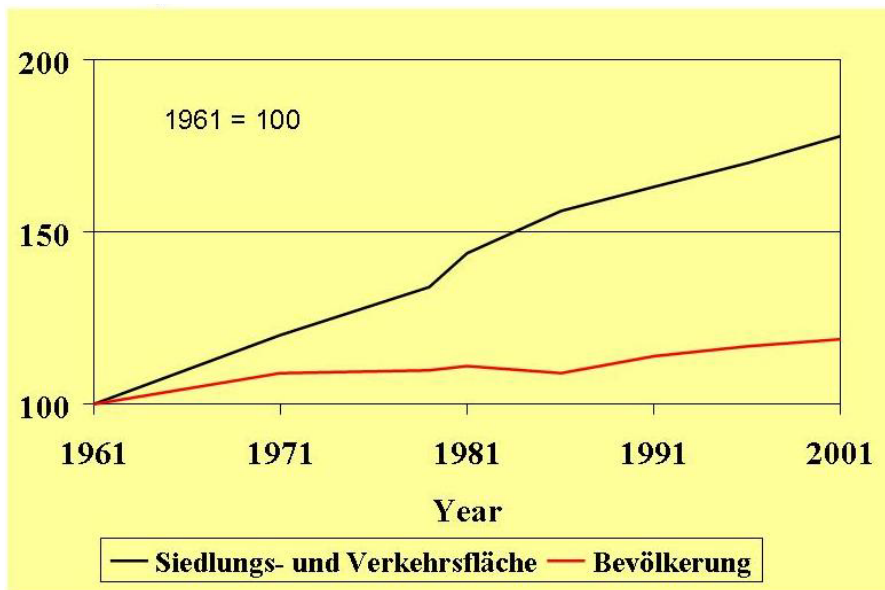
Sowohl für die landwirtschaftliche als auch für die forstliche Bewirtschaftung gilt, dass schwere Maschinen unten den oft vorliegenden feuchteren Bodenverhältnissen extreme Bodenschäden durch Verdichtung und Strukturzerstörung verursachen.

4.4 Inanspruchnahme von Boden für Siedlungs- und Verkehrszwecke

4.4.1 Allgemeiner Entwicklungstrend: Hohe Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche von 87 ha pro Tag (Mittelwert 2007-2010)

Das Ziel der Reduzierung der Bodeninanspruchnahme auf 30 ha pro Jahr bis 2020 scheint bisher, mit der bestehenden Gesetzgebung, unerreichbar. Abbildung 2 zeigt die auseinandergehende Schere der Bodeninanspruchnahme und der Bevölkerungsentwicklung von 1961 bis 2001. Obwohl die Bevölkerungszahl in Deutschland in den letzten Jahren sogar rückläufig ist, blieb das Ausmaß der Bodenneuanspruchnahme nahezu unverändert (vgl. Abb. 2). Da die Bodenneuanspruchnahme auf hohem Niveau weitgehend ungebremst fortschreitet und gerade der hoch leistungsfähige Boden nicht oder nur sehr aufwändig wieder herstellbar ist, lässt sich ableiten, dass eine Sicherung der verbleibenden Klimafunktion des Bodens zeitnah notwendig ist. Die Sicherung erfordert eine entsprechende Gesetzgebung ebenso wie die erforderliche Wiederherstellung der Klimafunktion in einigen Gebieten.

Abb. 2 : Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen und Bevölkerungsentwicklung in Deutschland (Quelle: BBR 2002)

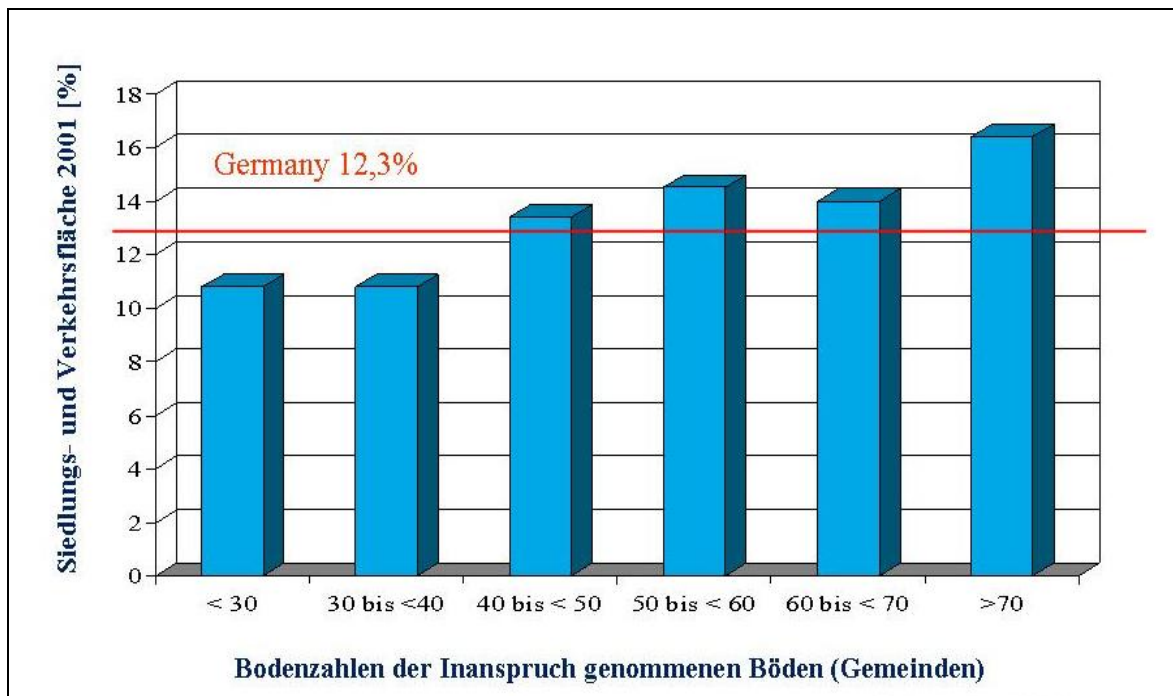


Eine indirekte Klimafunktion des Bodens ist die fortlaufende Erzeugung nachwachsender Rohstoffe auf dem land- und insbesondere forstwirtschaftlich genutzten Boden. Diese ermöglicht die Substitution fossiler Energieträger sowie die Kohlenstoffsequestration z.B. in Bauholz. Beides kann bei einer nachhaltigen Bodennutzung, abschwächend auf den Treibhausgaseffekt wirken. Je weniger land- und forstwirtschaftlicher Boden zur Verfügung steht, desto weniger nachwachsende Rohstoffe können, neben der unabdingbaren Nahrungs- und Futtermittelproduktion, erzeugt werden (Wilhelm 2012, mdl. im Fachbeirat).

4.4.2 Überproportionale Inanspruchnahme von Boden mit hoher Klimafunktion und Klimarobustheit

Abbildung 3 zeigt für das Jahr 2001, dass für Siedlungs- und Verkehrsflächen in den Kommunen bevorzugt Boden mit hohen Bodenzahlen genutzt wurden. Diese Böden weisen in der Regel auch hohe potentielle Bodenkühllleistungen für die untere Atmosphäre auf. Die starke Überbauung gerade leistungsfähigen Bodens ist mitverursacht durch die räumliche Lage der Hauptsiedlungsräume i.d.R. an größeren Flüssen und in Randbereichen von Börden. Auch die großen Verkehrsachsen folgen in der Regel den größeren Flüssen oder verlaufen durch Börden. Dort sind die Reliefunterschiede und somit die Baukosten am geringsten. Ebenso werden Flughäfen oder Messen bevorzugt in diesen ebenen Bodenlandschaften gebaut. Entlang der Gewässerläufe sind die Hauptverbreitungsgebiete der Niedermoore mit ihrer hervorragenden Klimafunktion und des meist ebenfalls kühlleistungsstarken Auen- und hydromorphen Bodens zu finden. Ebenfalls sehr hohe potentielle Kühllleistungen zeigt der zunehmend überbaute Lössboden der Börden (Parabraunerden). In den östlichen Gebieten Deutschlands speichert dieser Boden auch verstärkt Kohlenstoff und wird dann als Schwarzerde bezeichnet.

Abb. 3: Bodenzahlen des 2001 in den Gemeinden in Anspruch genommenen Bodens (Quelle: Siedentop & Kausch 2004)



4.5 Zunehmender Anteil an Flächen mit bereits anthropogen stark überprägten Böden

In vielen alten Siedlungs- und Industrielandschaften liegen – trotz der hohen Bodenneuanspruchnahme – zunehmend vorgegenutzte Bodenflächen brach (z.B. BBR 2006). Berechnungen zeigen, dass die hinterlassenen neuen Bodenlandschaften in der Regel deutlich geringere potentielle Kühlleistungen für die bodennahen Luftschichten erreichen als der natürliche Boden der betrachteten Bodenlandschaft (Höke et al. 2012). Die Kohlenstoffgehalte in den deutlich überprägten anthropogenen Bodenlandschaften können erheblich sein (Burghardt & Höke 2004). So sind urbane Böden oft Mehrschichtböden, und die einzelnen Schichten wurden zu unterschiedlichen Zeiten aufgetragen. Daher finden sich immer wieder durch Bodenbildungsprozesse entstandene, humose ehemalige Oberböden in den Profilen, die dann erneut und z.T. auch wieder mit humosem Bodenmaterial überdeckt wurden (Höke et al. 2012). Systematische Untersuchungen über die gespeicherten Kohlenstoffmassen stehen aber noch aus.

4.6 Ursache für den Verlust von Boden infolge von Winderosion

4.6.1 Flurbereinigungen auf erosionsempfindlichem Boden

Zur Schaffung sehr großer Ackerschläge in den ebenen Bodenlandschaften wurden/werden die zuvor zumeist zum Schutz gegen den Wind bestehenden Heckenstrukturen entfernt. Dadurch wird die Oberflächenrauigkeit der Landschaft deutlich herabgesetzt, und die Windgeschwindigkeit in Bodennähe steigt an. Auch der Anbau von i.d.R. nur einer Frucht auf einem großen Ackerschlag reduziert die Oberflächenrauigkeit bis zum Aufwachsen der Pflanzen weiter (z.B. Hassenpflug 2004, Funk 2011). Gegen Winderosion empfindlicher Boden wird durch die Verringerung der Oberflächenrauigkeiten der Landschaft leichter erodiert. Zur Schaffung sehr großer Ackerflächen in den geneigten Bodenlandschaften wurden Terrassierungen, quer laufende Hecken- und Grabenstrukturen und Gehölz- und

Grünlandflächen auf den besonders steilen Hangbereichen beseitigt. Die abflussbremsenden und abflussleitenden Wirkungen dieser Landschaftselemente gingen dadurch verloren und die Bodenerodierbarkeit verstärkt sich. Auch der Anbau von i.d.R. nur einer Frucht auf einem großen Ackerschlag verstärkt bis zum Erreichen einer schützenden Bodenbedeckung durch den Aufwuchs der Pflanzen die Anfälligkeit für Wassererosion, im Vergleich zu unterschiedlichen Fruchtarten auf einer vergleichbaren Bodenfläche (Scheffer & Schachtschabel 2002).

Eine Klimarobustheit vieler Bodenlandschaften gegen extreme Witterungsbedingungen ist zurzeit nicht mehr gegeben. So werden z.B. in Niedersachsen für das Jahr 2009 rund 750.000 ha Ackerfläche als hoch bis sehr hoch winderosionsgefährdet eingestuft (LBEG 2012).

4.6.2 Nicht fachgerechte Landwirtschaft auf winderosionsempfindlichem Boden

Erosion durch Wind tritt besonders im Winter und im Frühjahr in Norddeutschland auf nicht oder frisch bestellten Ackerflächen auf, die ohne ausreichenden Pflanzenbestand oder Mulchbedeckung vorliegen und oberflächlich abgetrocknet sind. Gefährdet sind insbesondere im späten Frühjahr Mais- und Zuckerrübenflächen mit einem feinkörnigen Saatbett sowie mit Kartoffeln und spät mit Sommergetreide bestellte Flächen wie auch feinkrümelige Rapsaussaatenflächen.

Auch die Winderodierbarkeit ackerbaulich genutzter Moorböden ist grundsätzlich als sehr hoch einzustufen, ebenso wie Heide- und Sandmischkulturen. Daneben sind vor allem Böden mit hohen Feinsandanteilen sowie Anmoore betroffen.

Das Risiko der Winderosionsgefährdung nimmt bereits ab einer Bodenbedeckung > 25 % deutlich ab (BMVEL 2002).

Durch mechanische Einwirkungen auf trockene Oberflächen werden auch direkt Stäube von den Ackerflächen freigesetzt. Besonders hohe Bodenabwehungen treten auf, wenn abgetrocknete verwehungsanfällige Böden während windstarker Perioden mechanisch beansprucht werden (Schäfer et al. 1994). Neben den Bodeneigenschaften und den Windgeschwindigkeiten nehmen auch die Fahrgeschwindigkeit, die Anzahl der Räder und das Gewicht des Fahrzeugs Einfluss auf die Höhe des Staubaustrags (VDI-RICHTLINIE 3790, BL. 3, 1999).

Oberflächlich stark ausgetrocknete verwehungsanfällige unbedeckte Böden sollten daher, vor allem während windstarker Perioden, nicht befahren werden.

Die zeitliche und räumliche Erhöhung bzw. Erhaltung der schützenden Bodenbedeckung ist ein wesentliches Ziel. Daneben sollten auch die Erhaltung bzw. Schaffung einer erosionsmindernden Bodenstruktur sowie der Erhalt einer hohen Bodenoberflächenfeuchte erfüllt werden.

Die Empfindlichkeit des Bodens ist primär verursacht durch mangelhafte Bodenbedeckung während winderosiver Witterungsbedingungen.

4.7 Unzureichende Ressourcenbereitstellung für die Implementierung der Maßnahmen

Übergreifend für mehrere Gefährdungswege gilt, dass die zur Verfügung stehende Datenlage noch nicht ausreichend ist, um die Gefährdung der Klimafunktion des Bodens im vollen Umfang beurteilen zu können, aber vor allem auch, um den Gefährdungen zielgerichtet entgegenwirken zu können. So fasst z.B. das BOKLIM-Themenblatt (2011) zusammen, dass auf der Basis der derzeit vorhandenen Daten in Deutschland weder der Status quo der Kohlenstoffgehalte im Boden umfassend beurteilt werden kann, noch Trends über die

Veränderung abgeleitet werden können. Um Trends über die durch den Klimawandel bedingten Veränderungen abzuleiten, ist die Sicherstellung und Weiterentwicklung der beim Bund und in den Ländern sowie bei Forschungseinrichtungen betriebenen Mess- und Erhebungsprogramme für Bodendaten im Hinblick auf die Erfordernisse eines auf den Klimawandel bezogenen Bodenmonitorings notwendig. Dazu gehören auch der Aufbau und die Etablierung eines systematischen, vergleichbaren und deutschlandweiten Erosionsmonitorings. Nur mit diesen Grundlagen ist es möglich, die aus dem Klimawandel resultierenden Veränderungen des Bodenzustands und der Bodenqualität mit konkreten Daten und belastbaren Zeitreihen zu dokumentieren (BOKLIM-Themenblatt 2011).

5 Handlungsfelder zur Erhaltung und Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens sowie zum Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels

Die Beeinträchtigungen und Gefährdungen der Schutzziele zeigen die bestehenden Defizite zum Schutz der Klimafunktion des Bodens sowie zum Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels. Die in der Vergangenheit bereits erfolgten erheblichen Beeinträchtigungen und die ohne steuernde Eingriffe weiter zu erwartenden zukünftigen Gefährdungen des Bodens belegen, dass Handlungsbedarf besteht. Die sich daraus ergebenden Regelungsaufgaben werden in Handlungsfeldern gebündelt.

Der Verlust der Klimafunktion des Bodens sowie des besonders klimarobusten Bodens tritt auf durch:

- die nach wie vor ungebremste Bodeninanspruchnahme von rund 87 ha d⁻¹ (Mittelwert 2007 bis 2010) für Siedlungs- und Verkehrsflächen (rund 318 km² a⁻¹) (Statistisches Bundesamt 2010),
- die großflächig erfolgten Grundwasserabsenkungen in Niedermooren und Gebieten mit hydromorphem Boden,
- die Trockenlegung der Hochmoore zur Abtorfung und/oder landwirtschaftlichen Nutzung,
- die intensive landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung von Moorboden und hydromorphem Boden mit Drainagen,
- die überproportionale Bodeninanspruchnahme von Boden mit einer hohen Klimafunktion,
- den zunehmenden Anteil von Brachflächen mit bereits anthropogen stark überprägtem Boden.

Die Klimafunktion des Bodens wird somit maßgeblich durch die Nutzung des Bodens sowie die Nutzung und/oder Regulierung des oberflächennahen Wasserkörpers beeinflusst (Grundwasser und Oberflächengewässer).

Es wird angenommen, dass etwa ein Drittel aller vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen auf Landnutzungsänderungen (z.B. Umwandlung von Forst- oder Grünlandboden in Ackerland) und eine nicht standortangepasste Bodenbewirtschaftung zurückzuführen ist (BOKLIM-Themenblatt 2011).

Der Verlust des hier mitbetrachteten winderosionsempfindlichen Bodens (vgl. Kap. B4.6) tritt auf durch:

- a) die Flurbereinigung auf erosionsempfindlichen Böden,

b)b) eine nicht fachgerechte Landwirtschaft auf erosionsempfindlichem Boden.

Zusammenfassend betrachtet kommt dem Erhalt von Mooren ein besonders hoher Stellenwert hinsichtlich der Klimafunktion zu. Dies deckt sich auch mit Einschätzungen in der Fachliteratur, insbesondere hinsichtlich der Kohlenstoffspeicherfunktion des Moorbodens. Die Bedeutung der Erhaltung von Moorboden als Kohlenstoffspeicher als Mittel des Klimaschutzes ist aber im politischen Bewusstsein noch nicht hinreichend verankert, obwohl die Entwässerung von Mooren weltweit für 10 % der THG-Emissionen verantwortlich ist (SRU 2012).

Das BBodSchG (1998) beschreibt die Nutzungsfunktionen des Bodens als

- a) Rohstofflagerstätte,
- b) Fläche für Siedlung und Verkehr,
- c) Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
- d) Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung.

Diese Nutzungsfunktionen lassen sich bestimmten Nutzergruppen des Bodens zuordnen.

Um die Maßnahmen (vgl. Anhang 1B) möglichst zielgenau auf die Bodennutzergruppen/Akteure auszurichten, ergeben sich, aus den Beeinträchtigungen und Gefährdungen abgeleitet, die in Tabelle 4 dargestellten Handlungsfelder.

Tab. 4: Handlungsfelder zur Erhaltung und Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens sowie zum Schutz des Bodens vor den Folgen des Klimawandels

Handlungsfeld (H)		Ursachen für Beeinträchtigungen und Gefährdung
1	Freihalten von Boden gegen Bodenueinanspruchnahme	ungebremste Bodeninanspruchnahme mit überproportionaler Inanspruchnahme klimarobusten Bodens und Bodens mit hoher Klimafunktion
2	Moorschutz	Grundwasserabsenkungen und Landnutzung sowie Landnutzungsänderungen hin zu intensiveren Nutzungsformen (z.B. Grünlandumbruch): Je intensiver die land- und forstwirtschaftlichen Nutzungen, desto höher sind i.d.R. die Beeinträchtigungen und Gefährdungen. Auch die ungebremste Bodeninanspruchnahme trägt zur Beeinträchtigung und Gefährdung mit bei. Die Siedlungsräume liegen oft gewässernah und somit in Bereichen mit verstärktem Vorkommen an Niedermoorböden, die überschüttet und überbaut wurden und werden (z.B. Höke et al. 2012). Hochmoore sind auch durch den noch immer erfolgenden Torfabbau beeinträchtigt und gefährdet.
3	Landwirtschaftliche Bodennutzung	ungenügende Mindeststandards der guten fachlichen Praxis Diese reichen nicht aus, <ul style="list-style-type: none"> • um den Kohlenstoffabbau in organischem und hydromorphem Boden effektiv zu stoppen. Hier ist insbesondere die Grundwasserabsenkung maßgeblich. Dies nimmt auch Einfluss auf die Kühlfunktion des Bodens für die bodennahen Luftschichten. • zur Vermeidung bzw. deutlichen Minderung der Bodenerosion durch Wind in winderosionsgefährdeten Gebieten. Ähnliches gilt für die Bodenerosion durch Wasser, die hier aber nicht mit betrachtet wird.
4	Forstwirtschaftliche Bodennutzung	Grundwasserabsenkungen auf organischem und hydromorphem Boden.

5	Bodennutzung für Siedlung und Verkehr	ungebremste Bodeninanspruchnahme, mit überproportionaler Bodeninanspruchnahme klimarobusten Bodens und Boden mit hoher Klimafunktion sowie Grundwasserabsenkungen Parallel dazu steigt der Anteil an Brachflächen bzw. Grünflächen mit bereits anthropogen stark überprägtem Boden an, der häufig nur noch sehr eingeschränkt die Klimafunktionen erfüllt.
6	Bereitstellung der Ressourcen für die Implementierung von Maßnahmen (z.B. Daten, Bewertungsgrundlagen, Fördergelder)	unzureichende: <ul style="list-style-type: none"> • Quantifizierungsmöglichkeiten der Maßnahmenpotentiale • Verortbarkeit der Maßnahmenggebiete • Wirkungserfassung der Maßnahmen • Überwachung der Maßnahmen

Eine Gruppierung nach Handlungsfeldern ist hilfreich, da

- die unterschiedlichen Nutzungsansprüche an den Boden die möglichen schädlichen Wirkungen bestimmen,
- die möglichen Wirkungen der Bodennutzergruppen durch verschiedene Planungswerkzeuge und Rechtsverordnungen geregelt werden,
- konkrete Schutzmaßnahmen oder Förderprogramme für den Boden zielgenau auf die bodenbezogenen Aufgaben der Nutzergruppen abgestimmt werden müssen.

6 Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens sowie zum Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels

Es wurden in Form von Maßnahmensteckbriefen alle möglich erscheinenden Aktivitäten auf den Boden oder in Bodenlandschaftsräumen gesammelt (z.B. Jensen et al. 2011, LABO 2010) oder neu erarbeitet, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung einer hoher Klimafunktion des Bodens und dem Schutz des Bodens vor den negativen Wirkungen des Klimawandels dienen können. Es handelt sich sowohl um Schutzmaßnahmen als auch um Maßnahmen zur Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens. Beides – die Erhaltung und die Wiederherstellung – begrenzen die negativen Auswirkungen, die eine weitere Abnahme der Klimafunktion des Bodens mit sich bringen und die durch den Klimawandel noch verschärft werden können.

Risiken und Chancen des Klimawandels werden die verschiedenen Regionen in Deutschland unterschiedlich treffen, nicht zuletzt weil deren Anfälligkeit und Anpassungskapazität sehr unterschiedlich ausgeprägt ist.

Erforderliche Anpassungsmaßnahmen müssen daher regionale Unterschiede berücksichtigen und sowohl auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene getroffen werden. Die Abwägung, ob eine Maßnahme aus dem Themenfeld Boden unter den jeweils vorliegenden Standortbedingungen sinnvoll ist, muss im Einzelfall und/oder in Abhängigkeit von den regionalen Gegebenheiten erfolgen. Auch sollten die Maßnahmen gemäß dem Subsidiaritätsgrundsatz auf der jeweils am besten dafür geeigneten Entscheidungsebene beschlossen und umgesetzt werden. Um Zielkonflikte zu vermeiden, bedarf es einer sektorübergreifenden Abstimmung der Anpassungsmaßnahmen (DAS-Aktionsplan 2011, BOKLIM-Themenblatt 2011).

Nicht berücksichtigt wurden Maßnahmen, deren fachliche Eignung sich noch in der Phase der wissenschaftlichen Untersuchung befindet, wie z.B. das Einbringen von thermisch stabilisierten

organischen (Rest-)Stoffen („Biokohle“) zur Verbesserung der Bodeneigenschaften und zur Speicherung von Kohlenstoff im Boden. Hier wird angesichts der Vielfalt der eingesetzten Stoffe, ungeklärter toxikologischer und sonstiger negativer Wirkungen und ungeklärter rechtlicher Fragen (Bodenverbesserungsmittel oder Abfallstoff) noch erheblicher Forschungsbedarf gesehen (Höper & Schäfer 2012).

Maßnahmen können grundsätzlich eine Wirkung im Hinblick auf ein oder mehrere Schutzziele entfalten. Ein Teil des Bodens, wie z.B. Niedermoore, besitzt eine besonders hohe Klimafunktion, da er sowohl höchste Kohlenstoffspeicherleistungen als auch höchste potentielle Kühlleistungen der bodennahen Luftschichten erbringt.

Der Katalog ist nach den in Kapitel B5 abgeleiteten Handlungsfeldern (H) gegliedert und thematisch gruppiert:

- Handlungsfeld 1 (H1): Freihalten von Boden gegen Boden(neu)inanspruchnahme
- Handlungsfeld 2 (H2): Moorschutz
- Handlungsfeld 3 (H3): Landwirtschaftliche Bodennutzung
- Handlungsfeld 4 (H4): Forstwirtschaftliche Bodennutzung
- Handlungsfeld 5 (H5): Urban-industrielle Bodennutzung
- Handlungsfeld 6 (H6): Bereitstellung der Ressourcen für die Implementierung der Maßnahmen

Die Maßnahmen im folgenden Katalog (Tab. 5) sind nicht priorisiert.

Tab. 5: Maßnahmenkatalog (vgl. Steckbriefe in Anhang 1 zu Teil B)

Maßnahme	Handlungsfeld 1: Freihalten von Boden gegen Boden(neu)inanspruchnahme
H1_M1	Freihalten von Boden mit einem hohen Kohlenstoffpool von Überbauung, Abgrabung und Aufschüttung Ziel: Erhalt kohlenstoffreichen Boden als CO ₂ - Speicher
H1_M2	Freihalten von Boden mit hohen Kühlleistungen für die bodennahen Luftschichten vor Überbauung, Abgrabung und Aufschüttung Ziele: Erhalt von Boden mit potentiell hoher Kühlleistung für die bodennahen Luftschichten und mit großer Robustheit gegen trockene Witterungsphasen
H1_M3	Bilanzierung des natürlichen Boden-Kohlenstoffvorrats Ziel: Erhalt der natürlichen Boden-Kohlenstoffvorräte
Maßnahme	Handlungsfeld 2: Moorschutz
H2_M1	Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren Teil 1 - Wasserentnahmemanagement Ziele: Dauerhaft hohe Grundwasserstände zum Erhalt des hohen Kohlenstoffpools im Boden; maximale Verdunstung
H2_M2	Teil 2 - Gewässerrenaturierung Ziele: Dauerhaft hohe Grundwasserstände zum Erhalt des hohen Kohlenstoffpools im Boden; maximale Verdunstung
H2_M3	Teil 3 - Grundwassermanagement bei der Rohstoffgewinnung Ziele: Dauerhaft hohe Grundwasserstände zum Erhalt des hohen Kohlenstoffpools im Boden; maximale Verdunstung

H2_M4	Teil 5 - Rückzug von Infrastruktur und Nutzungen aus Niedermooren Ziele: Dauerhaft hohe Grundwasserstände zum Erhalt des hohen Kohlenstoffpools im Boden; maximale Verdunstung
H2_M5	Bestandssicherung und Regeneration von Hochmooren Ziele: Erhalt selbstregulierender torfakkumulierender Regenmoore zum Erhalt des hohen Kohlenstoffpools im Boden; Regeneration ge- und zerstörter Regenmoore
Maßnahme	Handlungsfeld 3: Landwirtschaftliche Bodennutzung
H3_M1	Landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen - auf terrestrischem Boden Ziel: Bewirtschaftung zur Erreichung und zum Erhalt von standorttypischen Humusgehalten
H3_M2	- von Mooren, Marschen und grundwasserbeeinflusstem, humusreichem Boden (z.B. Verhinderung von Grünlandumbruch) Ziel: Verminderung von Treibhausgasemissionen; höhere Robustheit bei Extremniederschlägen; optimale Wasserrückhaltefunktion
H3_M3	Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren Teil 4 - Reduzierung oder Aufgabe der landwirtschaftlichen Drainagen Ziele: Dauerhaft hohe Grundwasserstände zum Erhalt des hohen Kohlenstoffpools im Boden; maximale Verdunstung
H3_M4	Bestandssicherung und Regeneration von Kleinmooren Ziele: Schutz vor schädlichen Nährstoffeinträgen und Pflanzenbehandlungsmitteln sowie Feststoffeinträgen durch Bodenerosion
H3_M5	Landschaftsgestaltung zum Erosionsschutz des Bodens gegen Wind Ziel: Reduktion der Erosionskraft des Windes
H3_M6	Bodenbewirtschaftung zum Erosionsschutz des Bodens gegen Wind Ziele: Erhöhung/ Erhaltung der schützenden Bodenbedeckung; Schaffung und/oder Erhaltung einer stabilen Bodenstruktur
Maßnahme	Handlungsfeld 4: Forstwirtschaftliche Bodennutzung
H4_M1	Forstwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen Ziele: Erhaltung oder Erhöhung der Bodenkohlenstoffvorräte und des Wasserspeichervermögens; Stärkung der Robustheit
Maßnahme	Handlungsfeld 5: Urban-industrielle Bodennutzungen
H5_M1	Entsiegelung, Bodenneuaufbau und -verbesserung überprägten Bodens im urbanen Raum Ziel: Verbesserung der Bodenkühlleistung für die untere Atmosphäre zur Minimierung der städtischen Hitzeinselbildung
H5_M2	Bodenbewässerung im urbanen Raum Ziele: Reduzierung der sommerlichen Spitzentemperaturen (Hitzeinselbildung); Schaffung von Erholungszonen
H5_M3	Brachflächenrecycling, Rekultivierung und Renaturierung sowie der Umgestaltung von Park- und Grünanlagen mit Geländemodellierungen Ziel: Wiederherstellung, Erhaltung und Anlage von mulden- oder talartigen Landschafts- und Stadträumen als Voraussetzung für die Entwicklung eines kohlenstoffreichen & kühlleistungsstarken Bodens
H5_M4	Einstellung oder Reduzierung der Abfuhr der Bestandsabfälle aus Grünflächen Ziele: Erhöhung der Humusgehalte und der potentiellen Bodenkühlleistung
H1_M5	Bodenschutz beim Bauen

	Ziel: Schonender Umgang mit kohlenstoffreichem und kühlleistungsstarkem Boden auf Baustellen
Maßnahme	Handlungsfeld 6: Bereitstellung der Ressourcen für die Implementierung der Maßnahmen
H6_M1	Bereitstellung von Daten Ziele: Räumliche Verortung von Maßnahmengebieten; Wirkungsprüfung und Überwachung der Maßnahmen
H6_M2	Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen Ziel: Ermittlung wissenschaftlicher Grundlagen als Basis für die Verortung der Maßnahmengebiete und die Wirkungsprüfung und Überwachung der Maßnahmen.

Einzelne Maßnahmen, die sich hinsichtlich ihrer Wirkung auf Klimaschutz und Anpassung gemeinsam bewerten lassen, werden zu Maßnahmengruppen zusammengefasst.

Zu jeder Maßnahme bzw. Maßnahmengruppe wurde ein Maßnahmensteckbrief erstellt. Die Maßnahmensteckbriefe sind in einem separaten Anhang zusammengestellt (Anhang 1 zum Teil B).

In den Maßnahmensteckbriefen (MSB) wird für jede Maßnahme oder Maßnahmengruppe dargestellt:

- a) das Ziel der Maßnahme/Maßnahmengruppe,
- b) eine Kurzbeschreibung (Hintergrund),
- c) die Zugehörigkeit zum vor- oder nachsorgenden Bodenschutz,
- d) die Wirksamkeit,
- e) die Bewertbarkeit,
- f) die Betroffenen.

zu a) Ziel der Maßnahme/Maßnahmengruppe:

Der Titel des Maßnahmensteckbriefs beschreibt das Ziel der Maßnahme/Maßnahmengruppe.

zu b) Kurzbeschreibung der Maßnahme/Maßnahmengruppe:

In der Kurzbeschreibung werden die Ziele konkretisiert, der fachliche Hintergrund, welcher die Maßnahme begründet, kurz erläutert und weiterführende Literatur zitiert.

zu c) Zugehörigkeit zum vor- oder nachsorgendem Bodenschutz:

Es wird überprüft, ob die Maßnahmen überwiegend dem vor- oder dem nachsorgenden Bodenschutz zuzurechnen sind.

zu d) Wirksamkeit der Maßnahme/Maßnahmengruppe:

Zunächst wird die Wirkung der Maßnahme/Maßnahmengruppe zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel dargestellt und bewertet (vgl. Maßnahmensteckbriefe im Anhang 1 zum Teil B).

In Anlehnung an die DAS-Strategie (s.o.) sollen Handlungsoptionen bevorzugt werden, die eine flexible Nachsteuerung ermöglichen, bestehende Unsicherheiten berücksichtigen und Synergieeffekte zu weiteren Politikzielen haben, die auf die Abschwächung anderer Stressfaktoren (Umweltverschmutzung, Klimaschutz und Flächenversiegelung) gerichtet sind

(DAS-Hintergrundpapier 2008). Die fachlichen Nutzungs- und Schutzziele sollten auch unter sich ändernden Rahmenbedingungen erreicht werden können (DAS-Aktionsplan 2011).

Im Hinblick auf die hier betrachteten Handlungsfelder bedeutet das beispielhaft für den Moorschutz, das dieser neben der Minderung der THG-Emissionen durch die Erhaltung der Moore zahlreiche Synergiewirkungen vor allem mit dem Natur- und Gewässerschutz erbringt. Besonders in Flussniederungen lassen sich häufig Ziele des Klimaschutzes mit den Zielen des Biotop- und Artenschutzes sowie der WRRL und dem Bodenschutz verbinden. So fördern intakte Moore den Wasserrückhalt in der Landschaft, wirken bei Extremereignissen regulierend auf die Abflussbildung und tragen somit, je nach ihrer Lage im Einzugsgebiet, zum vorsorgenden Hochwasserschutz bei. Moore haben ein großes Potential, Nährstoffe oder Schadstoffe zurückzuhalten und sorgen damit für eine Verringerung der diffusen und punktuellen Nährstoffeinträge (z.B. von Stickstoff und Phosphor) in Oberflächengewässer. Naturnahe Moore ohne Grabenentwässerung tragen wesentlich dazu bei, die Nährstofffrachten aus dem Binnenland in die Oberflächengewässer zu senken. Weiter sind Moore Lebensräume für hochspezialisierte Tier- und Pflanzenarten mit einer einzigartigen biologischen Vielfalt und somit hohem Naturschutzwert. Durch die Degradierung und den Verlust der Moore sind viele Arten in ihrem Bestand gefährdet oder bereits ausgestorben (SRU 2012, Jensen et al. 2011, Jensen 2011, Trepel 2009a aus: SRU 2012, Trepel 2010).

Hinsichtlich der Wirksamkeit der Maßnahme/Maßnahmengruppe wird daher in Anlehnung an die DAS auch geprüft und dargestellt, welche übergreifenden Schutzziele die Maßnahme/Maßnahmengruppe unterstützen. Dafür erfolgen schematisierte Angaben, wie wirksam die Maßnahme/Maßnahmengruppe

- bei der Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel ist – und somit, wie gut die Maßnahme die Politikziele der Deutschen Anpassungsstrategie unterstützt;
- bei Verbesserung/Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen und der Nutzungsfunktionen ist – und somit, wie gut die Maßnahme das Politikziel Bodenschutz unterstützt; hinsichtlich der Nutzungsfunktionen können hier auch negative Wirkungen auftreten;
- die weiteren relevanten Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung unterstützt; hierdurch werden auch Synergiewirkungen zu weiteren Handlungsfeldern der DAS (s. Tab. 7) erfasst;
- ist, um Synergiewirkungen zu weiteren relevanten Politikzielen neben Klimaschutz, Klimaanpassung und Bodenschutz zu erbringen (z.B. Reduzierung der Bodenneuanspruchnahme auf 30 ha pro Tag, Nationale Nachhaltigkeitsstrategie u.a.).

zu e) Bewertbarkeit der Maßnahme/Maßnahmengruppe:

Es wird geprüft, wie bewertbar die Maßnahme/Maßnahmengruppe ist, sowohl hinsichtlich des Wissensstandes als auch hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Daten. Dafür erfolgen schematisierte Angaben dazu,

- ob eine räumliche Verortung der Maßnahmenggebiete methodisch möglich ist,
- ob zur räumlichen Verortung der Maßnahmenggebiete Daten verfügbar sind und vergleichbar vorliegen,
- ob die Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme fachlich mit vertretbarem Aufwand messbar ist,

- ob zur Wirkungserfassung der Maßnahme Daten verfügbar sind und vergleichbar vorliegen,
- ob eine Überwachung der Maßnahme fachlich gesehen mit vertretbarem Aufwand möglich ist und
- ob Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar vorliegen.

Die Erkenntnisse zum Wissensstand und zur verfügbaren Datenlage aus den einzelnen Steckbriefen sind in die Steckbriefe des Handlungsfeldes 6: „Bereitstellung der Ressourcen“ für die Implementierung der Maßnahmen bereits mit eingearbeitet.

zu f) Die Betroffenen bei der Maßnahmenumsetzung:

Hier wird aufgelistet, welche gesellschaftlichen Gruppen von der Umsetzung der Maßnahme/Maßnahmengruppe betroffen sind und bei der Umsetzung der Maßnahmen einbezogen werden müssen oder sollten.

Die schematisierte Bewertung der Wirksamkeit und Bewertbarkeit der Maßnahmen (Punkte c) und d)) wurde entwickelt, um die Unterschiede der Maßnahmen herauszuarbeiten und anschließend auf nachvollziehbare Weise priorisieren zu können (s.u.). Tabelle 6 zeigt die maximal jeweils zu erreichenden Punkte. Vor den Maßnahmensteckbriefen im Anhang 1B ist der Bewertungsrahmen für die Steckbriefe detailliert dargestellt.

Tab. 6: Punkteschema zur Bewertung der Wirkung und Bewertbarkeit der Maßnahmen in den Maßnahmensteckbriefen

	Wertzahl	
	Max.	Min.
Wirkung der Maßnahme/Maßnahmengruppe	12	-6
zur Minderung oder Anpassung an den Klimawandel	6	0
auf Bodenfunktionen	4	-4
auf Schutzgüter/Strategische Umweltprüfung	2	-2
Bewertbarkeit der Maßnahme/Maßnahmengruppe	6	-6
Räumliche Verortung	2	-2
Leistung messbar, monetarisierbar	2	-2
Überwachung möglich	2	-2
Datenverfügbarkeit	3	-3
zur räumlichen Verortung	1	-1
zur Wirkerfassung	1	-1
zur Überwachung	1	-1
Synergien	2	-1
Synergie weitere Politikziele	1	0
Ökologische Nachhaltigkeit	1	-1
Gesamt	23	-16

Die fachliche Bewertbarkeit der Maßnahme wird mit maximal 6 zu erreichenden Punkten stärker gewichtet als die Datenverfügbar- und -vergleichbarkeit mit maximal 3 zu erreichenden Punkten, da Datendefizite behoben werden können. Die Gesamtwirkung der Maßnahmen

hinsichtlich des Klimaschutzes, Anpassung an den Klimaschutz und Bodenschutz wird mit insgesamt 10 Punkten gewichtet.

Für Synergien mit weiteren Politikfeldern, wie z.B. Inspire, oder die Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards ist noch einmal maximal 1 Punkt erreichbar. Dies gilt auch für die ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme. Somit beträgt die maximal erreichbare Gesamtpunktzahl einer Maßnahme theoretisch 21 Punkte.

Die inhaltlichen Anmerkungen aus dem Fachbeirat sind in die Maßnahmensteckbriefe eingearbeitet worden.

Im ersten Entwurf der Maßnahmensteckbriefe wurde versucht, anhand eines 4-stufigen Bewertungsschemas (kein Aufwand, keine Kosten, hohe Ersparnisse bis hin zu hoher Aufwand, hohe Kosten, keine Ersparnisse) den bürokratischen Aufwand sowie die Kosten und die Ersparnisse für die Durchführung der Maßnahme zu klassifizieren. Auf der Fachbeiratssitzung zeigte sich, dass die Einstufung, wann eine Maßnahme als teuer oder preiswert empfunden wird, sehr individuell ist. Auf Anregung des Fachbeirats wurden diese Bewertungen daher aus den Steckbriefen entfernt.

Somit ist es für das Handlungsfeld Bodenschutz zurzeit noch nicht realisierbar, eine wie ursprünglich im Aktionsplan Anpassung (2011) geplante Priorisierung durchzuführen, basierend auf einer „auf eine Vulnerabilitätsanalyse aufbauende Kosten-Nutzen-Betrachtung im Anpassungsbereich und Kosteneffizienzbetrachtung von Maßnahmen, die prioritäre Risiken adressiert“. Auch im DAS-Aktionsplan (2011) wird festgestellt, dass eine solche Betrachtung derzeit nicht über alle Handlungsfelder realisierbar ist. Eine kriterienbasierte Priorisierung sollte zukünftig aber weiter ausgebaut werden (DAS-Aktionsplan 2011).

In dem DAS-Hintergrundpapier (2008) sind auf einer übergeordneten Ebene 13 Lebens-, Umwelt- und Wirtschaftsbereiche, sogenannte Handlungsfelder und Beispiele für mögliche Auswirkungen der Klimaänderungen dargestellt und Handlungsoptionen skizziert. Eines davon ist der Bodenschutz (vgl. dazu Kap. B1.3).

In Tabelle 7 werden die Handlungsfelder aus dem DAS-Hintergrundpapier vorgestellt, in denen die Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Boden ebenfalls positive Effekte auf die möglichen Wirkungen des Klimawandels haben. Gemäß der DAS-Strategie (s.o.) sind Maßnahmen mit hohen Synergieeffekten auch in anderen Handlungsfeldern besonders geeignet.

Tab. 7: Synergieeffekte der Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Boden mit weiteren Handlungsfeldern aus dem DAS-Hintergrundpapier (2008)

Handlungsfeld	Beispiele für mögliche Wirkungen	Synergetisch wirkende Maßnahmen aus den Handlungsfeldern 1-6
Gesundheit	durch Hitzewellen, Überschwemmungen, Erdbeben, verstärkte Hitzebelastung, die vor allem zu Herz-Kreislauf-Problemen führt	H1_M2 H5_M1 H5_M2 H5_M3 H5_M5
Bauwesen	Hitzebelastungen und höhere Temperaturen insbesondere nachts sowie höhere Temperaturspitzen. Lokale Überschwemmungen erfordern auch verbesserten Witterungsschutz vom Baugrund. Schäden an Bausubstanz durch Schwankungen des GW-Spiegels.	H1_M1 H1_M2 H5_M1 H5_M2 H5_M3 H5_M5 H6_M1
Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Hochwasserschutz	Steigende Hochwasserwahrscheinlichkeit im Winter und Frühjahr, häufigere Niedrigwassersituation im Sommer mit Gefahr von Nutzungskonflikten; veränderter GW-Spiegel mit möglichen Folgen für das GW-Dargebot.	H1_(komplett) H2 (komplett) H3_(komplett) H4_(komplett) H5_(komplett) H6_(komplett)
Naturschutz- und Biodiversität	Gefährdung der Artenvielfalt besonders in Feuchtgebieten und Gebirgs- wie Küstenregionen	H2 (komplett) H3_M2 bis H3_M5 H4_M1 H5_M3 H5_M5 H6 (komplett)
Landwirtschaft	Verbesserung der Anbaubedingungen für wärmeliebende Kulturen in eher kühl/feuchten Gebieten, tendenzielle Verschlechterung der Anbaubedingungen in Bereichen mit zunehmender Trockenheit. Tendenz abnehmende Ertragssicherheit wegen erhöhter Klimavariabilität. Bei eintretendem Hitze- oder Trockenstress kann sich die Produktivität verringern.	H1_M1 H1_M2 H1_M3 H3_M1, H3_M5, H3_M6 H6 (komplett)
Forstwirtschaft	CO ₂ -Düngeeffekt und längere Vegetationsperioden können positiv auf Holzproduktion wirken, sofern die Wirkung nicht durch begrenzende Faktoren, insbesondere Wasserdefizit aufgehoben werden. Erhöhte Anfälligkeit nicht standortgerechter Wälder durch Sturm-Hitze und Trockenstress sowie insgesamt von Wäldern auf Boden mit extremen Standortbedingungen (z.B. geringes Wasserspeichervermögen).	H1_M1 H1_M2 H1_M3 H4_M1

Raum- und Siedlungsentwicklung	Einschränkung der Nutzbarkeit natürlicher Ressourcen durch Überschwemmungen, Gefährdung durch Hochwasser, Verstärkung des Stadtklimaeffektes. Verschärfung des Konfliktes zwischen dem Schutz wertvoller Flächen und unterschiedlichen Nutzungsansprüchen.	H1_M1 H1_M2 H5_M1 H5_M2 H5_M3 H5_M5 H6_M1
--------------------------------	---	---

7 Fachliche Priorisierung der Maßnahmen

Ziel der fachlichen Priorisierung ist es, Maßnahmen(-gruppen) auszuwählen, die bei gleicher Flächengröße besonders geeignet sind, um dem Klimawandel entgegenzuwirken oder die Anpassung an den Klimawandel zu erleichtern. Diese fachlich priorisierten Maßnahmen(-gruppen) bzw. die entsprechenden Handlungsfelder, denen diese Maßnahmen zuzurechnen sind, sollen vorrangig hinsichtlich ihrer rechtlichen Umsetzbarkeit bewertet und konkretisiert werden.

7.1 Methodisches Vorgehen zur Priorisierung

Grundlage für die Priorisierung sind die Maßnahmensteckbriefe. Die Priorisierung erfolgt aufbauend auf die dort durchgeführte schematisierte Bewertung der Wirksamkeit und Bewertbarkeit der Maßnahmen/Maßnahmengruppe (s.o.). Die Anmerkungen des Fachbeirats zu den Bewertungen wurden in die Maßnahmensteckbriefe eingearbeitet.

In dem Fall, dass Maßnahmen punktgleich bewertet sind, ist die Reihenfolge in den Grafiken nach den Handlungsfeldern sortiert.

Die Maßnahmen haben zum obersten Ziel, die Klimafunktion des Bodens zu erhalten oder wiederherzustellen sowie den Boden vor den möglichen negativen Wirkungen des Klimawandels zu schützen. Daher erfolgt im ersten Aggregationschritt die Darstellung der Wirkung der Maßnahme/Maßnahmengruppe

- zum Erhalt oder zur Wiederherstellung der Klimafunktion sowie
- zum Schutz des Bodens vor den Wirkungen des Klimawandels (Anpassung).

Einige der Maßnahmen erreichen die maximal zu vergebende Punktzahl von 6 und wirken sehr positiv auf alle drei Schutzziele. Dieses sind vor allem Maßnahmen zum Schutz der Moore (Abb. 4).

Maßnahmen, die zum Schutz des Bodens vor den Folgen des Klimawandels konzipiert sind oder die starke anthropogene Nutzungseinflüsse weiterhin ermöglichen, erreichen nur geringere Wirksamkeiten.

Im zweiten Aggregationschritt werden die Wirkung der Maßnahme/Maßnahmengruppe

- zur Verbesserung/zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen nach BBodSchG und
- auf die natürlichen Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (ohne Kultur- und Sachgüter)

sowie die

- Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen und die
- Nachhaltigkeit

zusätzlich mit in die Bewertung aufgenommen (Abb. 5).

Abb. 4: Wirkung der Maßnahmen/Maßnahmengruppe auf Klimafunktion und Klimaanpassung

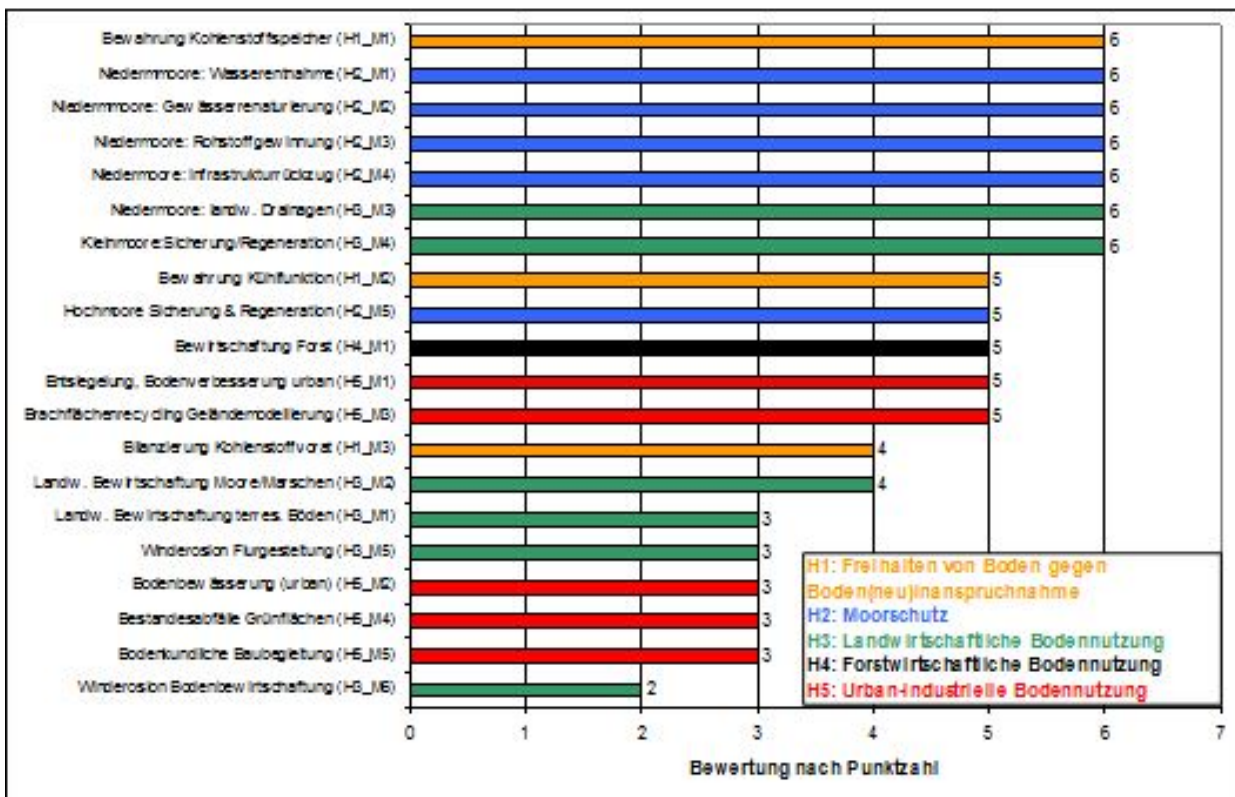
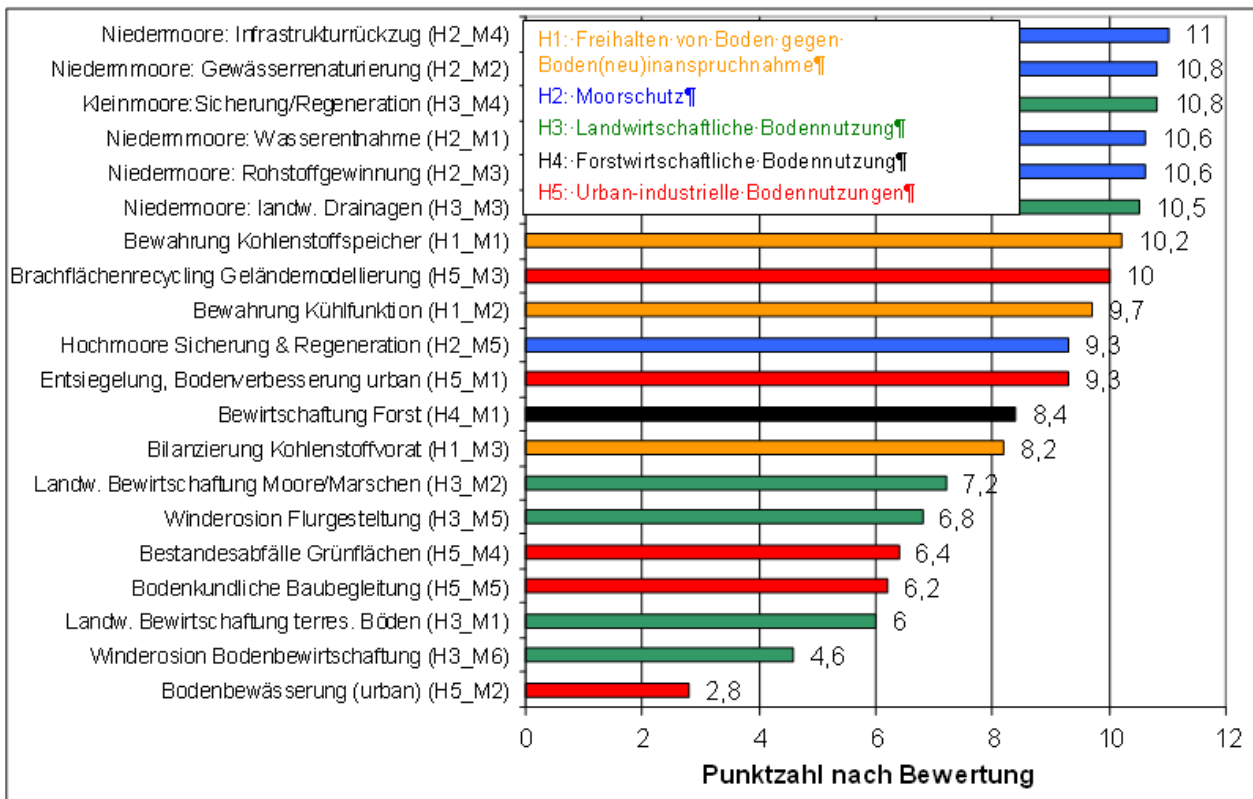


Abb. 5: Wirkung der Maßnahmen/Maßnahmengruppe auf die natürlichen Schutzgüter und weitere relevante Politikziel



Hohe Punktzahlen (hier ≥ 9 von insgesamt 12 zu vergebenden Punkten) und somit hohe Wirksamkeiten im Klimaschutz und der -anpassung sowie zahlreiche Synergien zu weiteren Schutzgütern und Politikzielen erreichen Maßnahmen zum Erhalt und zur Wiederherstellung von Mooren, zum Erhalt von hydromorphem und terrestrischem Boden mit hoher Kohlenstoffspeicher- und/oder hoher Kühlfunktion der bodennahen Luftschichten sowie Bodenentsiegelungen und -verbesserungen urban-industrieller Böden.

Diese Maßnahmen sind in der Mehrzahl dem Handlungsfeld „Moorschutz“ zuzurechnen. Jeweils zwei Maßnahmen stammen auch aus den Handlungsfeldern „Landwirtschaftliche Bodennutzung“ und „Freihalten von Boden gegen Boden(neu)inanspruchnahme“.

Dass die Maßnahmen(gruppe) zum Hochmoorschutz etwas geringere Punktzahlen erreicht als die zum Niedermoorschutz oder Kleinmoorschutz, liegt darin begründet, dass die Hochmoore als weniger klimarobust eingestuft wurden als die Niedermoore, bedingt durch die erwarteten langen sommerlichen Trockenphasen. Auch wurde eine geringe positive Wirkung nur lokal wirkender technischer Maßnahmen zum Hochmoorschutz auf das SUP-Schutzgut Wasser angesetzt. Die meisten land- und forstwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen auf terrestrischem Boden erreichen mittlere Schutz- und Synergiewirkungen (≥ 6 bis 9 Punkte).

Sehr geringe Punktzahlen (< 3) zeigt nur die Maßnahme Bodenbewässerung, die als einzige negativ hinsichtlich der Nachhaltigkeit eingestuft wurde und auch sonst nur geringe positive Synergiewirkungen zeigt. Auch die Bodenbewirtschaftung zum Erosionsschutz erreicht nur vergleichsweise geringe Synergiewirkungen und dient fast ausschließlich zum Schutz des Bodens vor den Folgen den Klimawandels.

Die Maßnahmen aus dem Handlungsfeld 5 „Urban-industrielle Bodennutzung“ verteilen sich eher im mittleren und unteren Skalenbereich. Die Ursache dafür liegt in den geringen Synergiewirkungen zu den SUP-relevanten Schutzgütern und den weiteren Politikzielen, die geringer sind als in der naturnäheren Bodenlandschaft.

Detaillierter betrachtet wirken sich von den 20 bewertbaren Maßnahmen im Katalog 13 sehr positiv und 6 positiv auf die natürlichen Bodenfunktionen nach BBodSchG aus. Somit besteht hier eine sehr hohe Synergiewirkung zu weiteren Bodenschutzzielen der Bundesregierung.

Konflikte mit den Nutzungsfunktionen im Bundesbodenschutzgesetz zeigen 7 der Maßnahmen/-gruppen. Diese Konflikte treten vor allem durch Wiedervernässungsmaßnahmen (z.B. für den Moorschutz) mit der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung auf. In der Tabelle im Anhang 2 zum Teil B sind die Nutzungskonflikte zusammengestellt.

Als ökologisch nachhaltig sind 17 von den 20 Maßnahmen eingestuft. Ihre Durchführung ist einmalig und wirkt anschließend theoretisch zeitlich unbegrenzt positiv weiter, ohne erneut Kosten oder Aufwand zu verursachen.

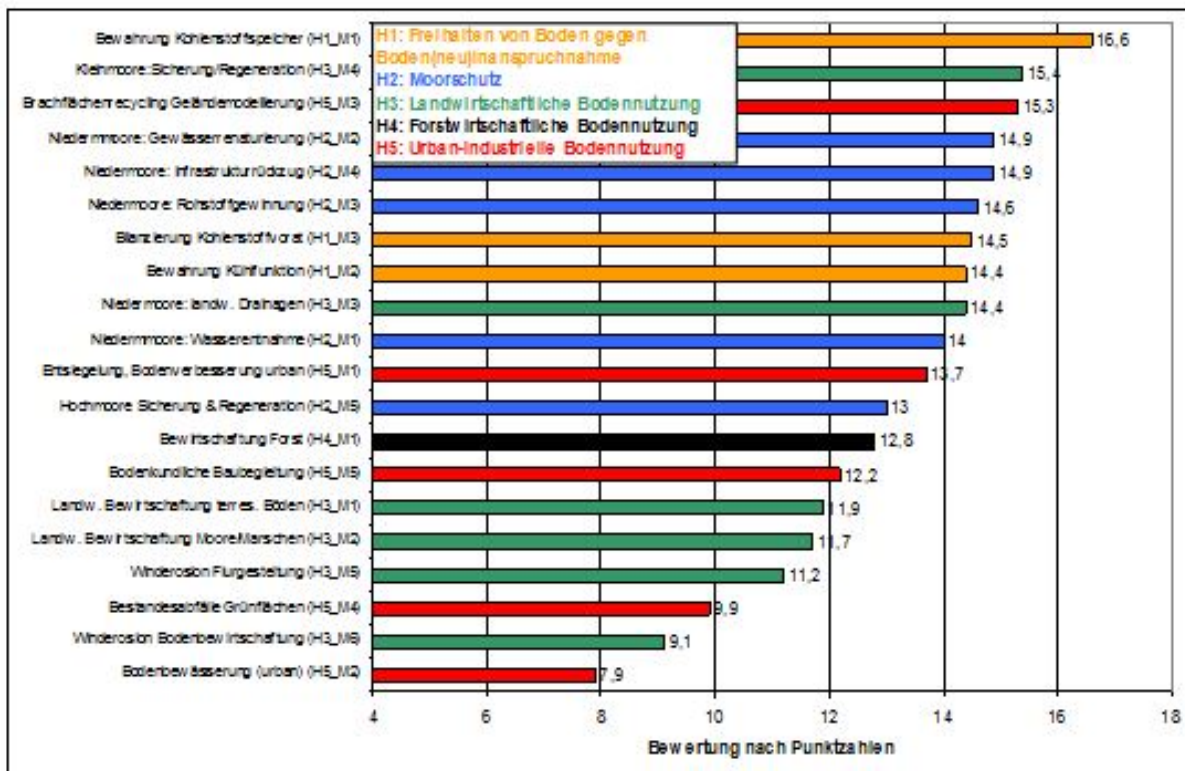
Im dritten Aggregationsschritt werden die fachliche Bewertbarkeit der Maßnahmen und die Datenverfügbarkeit zusätzlich mit in die Bewertung aufgenommen (Abbildung 6).

Dadurch gelangen die Maßnahmen aus dem Handlungsfeld 1 „Freihalten von Boden gegen Bodenneuanspruchnahme“ in der Priorisierung weiter nach oben. Die im Handlungsfeld 1 enthaltenen Maßnahmen zeigen gute bis mittlere Wirkungen auf die natürlichen Schutzgüter und die weiteren Politikziele und lassen sich i.d.R. gut bewerten über einfache IST- und PLAN-Bilanzierungen. Die Maßnahmenggebiete sind zumeist über die vorhandenen Bodenkarten verortbar und ein Monitoring kann ebenfalls mit bereits vorhandenen Werkzeugen erfolgen.

Das Handlungsfeld 2 „Moorschutz“ rutscht dagegen etwas nach unten im Vergleich zur Abbildung 5. Hier wurden sowohl die Bewertbarkeit als auch die Verortbarkeit und das Monitoring der Maßnahmen als aufwändiger umzusetzen bewertet.

Die Maßnahmen aus dem Handlungsfeld 5 „Urban-industrielle Bodennutzung“ verteilen sich, im Gegensatz zur Abbildung 6, wo sie eher im mittleren und unteren Skalenbereich auftreten, fast über die gesamte Spannweite der Bewertung. Die Maßnahmen aus dem Handlungsfeld 3 „Landwirtschaftliche Bodennutzung“ weisen ebenfalls eine breite Punktstreuung auf.

Abb. 6: Wirkung der Maßnahmen/Maßnahmengruppe auf die natürlichen Schutzgüter und weitere relevante Politikziele unter Berücksichtigung der Bewertbarkeit und Datenverfügbarkeit



In der letzten Aggregationsstufe wird eine Priorisierung mit allen bewerteten Kriterien durchgeführt (Abbildung 6). Bei dieser Betrachtung werden Maßnahmen, die einen positiven Einfluss auf die Klimafunktion sowie die Klimaanpassung nehmen, die gut bewertbar sind, hohe Datenverfügbarkeiten aufweisen und möglichst wenige Konflikte bzw. möglichst viele Synergien mit anderen Schutzgütern und Politikzielen hervorrufen, am höchsten bewertet (vgl. Abbildung 7).

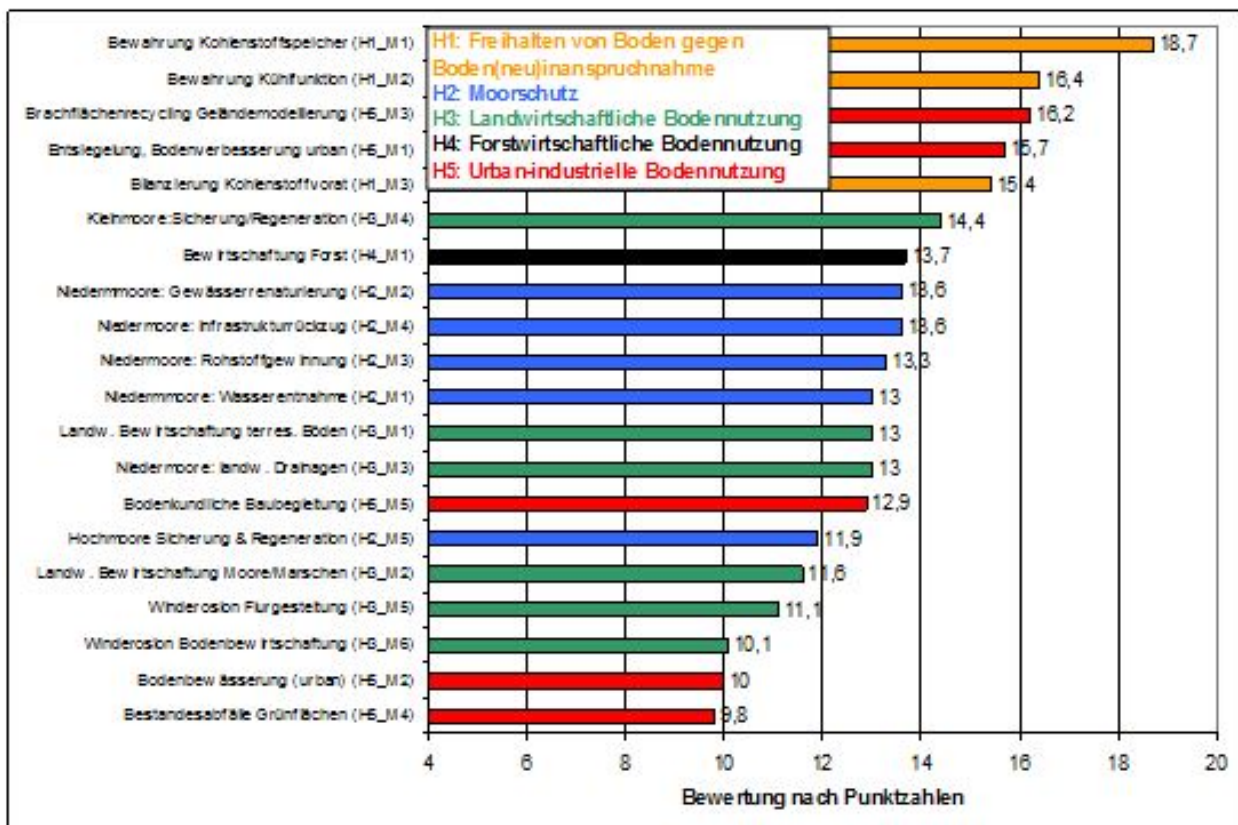
Die Einbeziehung aller aufgenommenen Bewertungskriterien bedeutet, dass z.B. Vernässungsmaßnahmen, die zu einer Minderung der Nutzungsfunktionen des Bodens führen, Punktabwertungen erfahren. Ebenso wirkt sich eine schlechte Datenlage negativ auf die Platzierung der Maßnahme in der Priorisierungsliste aus.

In der Betrachtung der Priorisierung unter Einbeziehung aller aufgenommenen Kriterien gelangt das Handlungsfeld 1 noch stärker in die oberen Bewertungsränge. Da die Maßnahmen im Handlungsfeld 1 auf eine Bewahrung des IST-Zustandes abheben, treten aber in der Summe gesehen etwas weniger Konflikte auf, als wenn schon bestehende Nutzungen geändert werden sollen. Natürlich führt ein Freihalten von besonders leistungsstarkem Boden vor Bebauung

gerade bei größeren Vorhaben ebenfalls zu nicht unerheblichen Konflikten. Auch einige der Maßnahmen aus dem Handlungsfeld 5 weisen ein geringes Konfliktpotential auf und gelangen daher in der Bewertung in der Abbildung 7 nach oben. Die Maßnahmen aus dem Handlungsfeld 2 erreichen trotz ihrer sehr guten Wirkung auf alle natürlichen Schutzgüter und ihrer guten Synergiewirkung mit den weiteren Politikzielen nur Positionierungen im (oberen) Mittelfeld. Die Ursachen dafür liegen in ihrem höheren Konfliktpotential begründet. Ein wirklicher Schutz von Moorböden schließt die meisten Nutzungen aus, die zurzeit noch auf den verbliebenen Resten dieser Bodenabteilung erfolgen.

Auch viele der Maßnahmen aus dem Handlungsfeld 3 weisen Konfliktpotentiale mit der bestehenden Nutzungsart auf. Da auch die Wirksamkeit dieser Maßnahmen, unter Zugrundelegung der gleichen Maßnahmenflächengröße, im Vergleich zum „Moorschutz“ oder zum „Feihalten von Boden gegen Bodenneuanspruchnahme“ gering ist, verbleiben diese Maßnahmen im unteren Priorisierungsbereich.

Abb. 7: Priorisierung unter Einbeziehung aller Bewertungskriterien



7.2 Endpriorisierung

Die Betrachtung der Ergebnisse der Priorisierung sowie die Diskussionen darüber mit dem Fachbeirat zeigten, dass einige Schwierigkeiten auftreten:

- Um das Potential der Maßnahme/Maßnahmengruppe zur Minderung des Klimawandels oder zur Unterstützung an die Anpassung letztlich priorisieren zu können, ist die Kenntnis der für die Maßnahmen zur Verfügung stehenden Flächengrößen nötig. Zur tatsächlichen Potentialermittlung (Klimawirkung/Klimaanpassungswirkung) müssen Überslagsberechnungen mit dem in Deutschland zur Verfügung stehenden

Bodeninventar erfolgen. Die hierfür notwendige Datenerhebung und die Berechnungen können im Rahmen dieses Projekts nicht erfolgen. So wird derzeit eine deutschlandweite, einheitliche Moorflächenkartierung in dem Verbundprojekt „Organische Böden“ erarbeitet (vTI 2011), da für die Klimaberichterstattung nach IPCC die Emissionen allen organischen Bodens berichtet werden müssen und noch die Grundlagen für eine zuverlässige und einheitliche Erhebung fehlen (vTI 2011, SRU 2012). Die Angaben über die Moorflächen variieren zwischen 13.500 (Höper 2007) und 18.000 km² (BGR 1997). Gründe sind unter anderem verschiedene Rasterungen, Definitionen, Detailtiefen und das Alter der Basisdaten. So weist beispielsweise die BÜK 1000 für Baden-Württemberg 156 km² Moorfläche auf, das landesspezifische Moorkataster dagegen fast 400 km². Hinsichtlich der Flächengrößen der noch vorhandenen Moore und der vom Potential her wahrscheinlich noch renaturierbaren Moorreste erstellen einige Bundesländer aktuell Kataster.

- b) Die zu priorisierenden Maßnahmen hängen auch von den geographischen Gegebenheiten vor Ort ab (Boden, Klima, Relief, Landnutzung). Das bedeutet, dass eine Maßnahmenpriorisierung betrachtet für ganz Deutschland (unter Berücksichtigung der betroffenen/verfügbaren Bodenflächen) anders ausfallen wird als eine Maßnahmenpriorisierung für ein bestimmtes Bundesland oder auch für einen Kreis oder eine Kommune. So wird z.B. Bayern Maßnahmen zum Schutz gegen Winderosion kaum benötigen, wohingegen solche Maßnahmen in Niedersachsen wichtig sind.
- c) Die Diskussionen im Fachbeirat zeigten, dass die Wahrung der Verhältnismäßigkeit von unterschiedlichen Interessen einer rein fachlichen Priorisierung im Weg steht und dass
- d) die Berücksichtigung neuer Forschungserkenntnisse auch unter Fachleuten Zeit für eine Einordnung benötigt.

Die folgende Endpriorisierung berücksichtigt somit nur die Qualitäten der Maßnahme bei gleicher Flächengröße zueinander und beinhaltet alle möglichen Maßnahmen ohne Betrachtung, ob eine Beeinträchtigung oder Gefährdung in einer bestimmten Region überhaupt gegeben ist oder nicht.

Auf der Fachbeiratssitzung am 4. Mai 2012 wurde beschlossen, dass die Endpriorisierung für die fachliche Empfehlung, welche Maßnahmen/Maßnahmengruppen bevorzugt hinsichtlich einer Verrechtlichung geprüft werden sollen, auf Grundlage der zweiten Aggregationsstufe erfolgen soll (vgl. Abbildung 5).

Als Grundlage für die Endpriorisierung wird somit die Wirkung der Maßnahmen/-gruppe auf die natürlichen Schutzgüter und die weiteren Politikziele zugrunde gelegt. So werden, wie in der Deutschen Anpassungsstrategie empfohlen, die Synergiewirkungen in die Betrachtung mit einbezogen.

Hohe Wirksamkeiten in Klimaschutz und Klimaanpassung sowie zahlreiche Synergien zwischen weiteren Schutzgütern und Politikzielen erreichen Maßnahmen

- zum Erhalt und zur Wiederherstellung von Mooren,
- zum Erhalt von Boden mit hoher Kohlenstoffspeicher- und/oder hoher Kühlfunktion für die bodennahen Luftschichten,
- wie Bodenentsiegelungen und -verbesserungen urban-industrieller Böden.

Diese Maßnahmen sind überwiegend dem Handlungsfeld „Moorschutz“ zuzurechnen. Jeweils zwei Maßnahmen stammen auch aus den Handlungsfeldern „Landwirtschaftliche Bodennutzung“ und „Freihalten von Boden gegen Boden(neu)inanspruchnahme“. Eine Maßnahme stammt aus dem Handlungsfeld 5 „Urban-Industrielle Bodennutzung“. Auch die beiden Maßnahmen aus den Handlungsfeldern „Landwirtschaftliche Bodennutzung“ beziehen sich auf den Schutz von organischem Boden.

Somit wird das Handlungsfeld „Moorschutz“ hinsichtlich einer Überprüfung der Möglichkeiten zur Verrechtlichung am höchsten priorisiert. Dies deckt sich mit den Empfehlungen des Sachverständigenrates für Umweltfragen, der rechtliche Vorgaben als einen wesentlichen Bestandteil eines integrierten Schutzkonzeptes für Moore ansieht (SRU 2012).

Auf den Moorschutz folgend sind anschließend Maßnahmen in den Handlungsfeldern „Landwirtschaftliche Bodennutzung“ und „Freihalten von Boden gegen Boden(neu)inanspruchnahme“ als „vorrangig zu beachten“ bewertet worden.

Innerhalb des Handlungsfeldes 2 „Landwirtschaftliche Bodennutzung“ sind die konsequenten Moorschutzmaßnahmen am höchsten bewertet und bieten sich daher für die Landwirtschaft an, hier ihren Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu leisten.

Die Bewirtschaftungsmaßnahmen erreichen in der Bewertung im Vergleich dazu naturgemäß nur geringere Wertigkeiten. Dennoch wird z.B. ein Grünlandumbruchsverbot als ein sehr wichtiger Handlungsschritt angesehen.

Hier kommt zum Tragen, dass die durchgeführte Priorisierung nur die Qualitäten der Maßnahme bei gleicher Flächengröße zueinander widerspiegelt. Da aber von der Gesamtfläche der Moore in Deutschland 40 % als Grünland und 32 % noch immer als Acker genutzt werden (SRU 2012), kommt Maßnahmen mit Vorgaben zur Bewirtschaftung, wie z.B. ein Grünlandumbruchsverbot, zumindest für eine längere Zeit noch eine erhebliche Bedeutung zur Erreichung der Klima- und Bodenschutzziele zu.

Deutschland strebt für das Jahr 2050 eine Reduktion aller THG-Emissionen auf 5 bis 20 % des Standes von 1990 an. Dementsprechend steht auch die Landwirtschaft, die derzeit für etwa 13 % der THG-Emissionen verantwortlich ist, unter Zugzwang (SRU 2012). Der SRU (2012) sieht in einer Extensivierung der Moorbodennutzung einen ersten Schritt, der bereits eine Reduktion der Emissionen bewirkt und die Nutzungsaufgabe und Renaturierung – wo immer sich Voraussetzungen dafür bieten – als konsequente Fortsetzung zur Erreichung der Schutzziele (SRU 2012).

Ähnlich wichtig wie das Handlungsfeld 3 ist das Handlungsfeld 1 „Freihalten von Boden gegen Boden(neu)inanspruchnahme“. Herauszustellen sind hier die Maßnahmen zur Bewahrung von Boden mit hoher Kohlenstoffspeicher- und/oder hoher Kühlfunktion für bodennahe Luftschichten. Da die Bodenneuanspruchnahme bis heute trotz zahlreicher Aktivitäten (vgl. z.B. www.refina-info.de) ungebremst weiterverläuft, werden nur gesetzliche Vorgaben den weiteren Verlust der Klimafunktion des Bodens eindämmen können.

Für das Handlungsfeld 4 „Bewirtschaftung Forst“ ist vor allem die Drainage relevant als Gefährdung für die Klimafunktion des Bodens. Die Wirkung der Maßnahme würde durch die Berücksichtigung der Größe der betroffenen Bodenflächen vermutlich steigen.

Wenn die Maßnahmen aus den Handlungsfeldern 1 bis 4 konsequent umgesetzt würden, ergäbe sich für das Handlungsfeld 5 nur noch ein geringer Regelungsbedarf. So ist es auch in den städtischen Gebieten sinnvoll – und anders als heute im Zuge der beschleunigten Innenentwicklung häufig umgesetzt – klimafunktionsstarken Boden vor Überbauung zu schützen.

Da sich der Zugriff auf den naturnahen Boden erschweren würde, würden die Brachflächen als weitere Nutzungsflächen in vielen Städten deutlich attraktiver als heute. Eine hochwertige Gestaltung solcher Flächen, welche auch die Klimafunktion des Bodens beinhaltet, liegt z.T. im Eigeninteresse der zukünftigen Nutzer und im Interesse der Kommunen.

Das Handlungsfeld 6 „Bereitstellung der Ressourcen“ für die Implementierung der Maßnahmen kann nicht mit den entwickelten Bewertungskriterien beurteilt werden.

Die Datenverfügbarkeit geht mit insgesamt 3 Punkten in die Bewertung in Abbildung 7 ein. Nur sechs von den zwanzig Maßnahmen erreichen davon zwischen > 1 bis 1,5 Punkte. Dies sind überwiegend Bewirtschaftungsmaßnahmen. Sieben der Maßnahmen weisen zwischen > 0,5 bis 1 Punkt für die Datenverfügbarkeit und -vergleichbarkeit auf, acht Maßnahmen bleiben unter einem Punktwert von < 0,5. Diese Auswertung verdeutlicht, dass auch das Handlungsfeld 6, abgeleitet aus den Maßnahmen, in Zukunft größere Berücksichtigung finden sollte.

8 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

Der Stand des Wissens zeigt, dass der Boden eine Wirkung auf das Klima hat und das Klima auf den Boden wirkt.

Es wird empfohlen, zukünftig den Boden so zu schützen, dass dieser besser zum Klimaschutz beitragen kann. Dies ist z.B. durch den Erhalt des Bodens als Kohlenstoffspeicher oder seiner Kühlfunktion für die bodennahe Luftschicht möglich. Insbesondere klimarobuste (z.B. durch hohe nutzbare Wasserspeicherkapazitäten) und klimadegradationsempfindliche Böden sollten zur Anpassung an den Klimawandel ohne größere Funktionsverluste erhalten werden.

Dazu werden drei Schutzziele als geeignet angesehen, um sie im Bodenschutz zu verankern:

Schutzziel 1: Schutz, Erhalt oder die Wiederherstellung der Kohlenstoffspeicherfunktion des Bodens

Schutzziel 2: Schutz, Erhalt oder die Wiederherstellung der Kühlfunktion des Bodens für die untere Atmosphäre

Schutzziel 3: Schutz des Bodens vor den negativen Folgen des Klimawandels

Der Beitrag des Bodens zur Erreichung der Schutzziele 1 und 2 wird als Klimafunktion des Bodens bezeichnet.

Die Klimafunktion des Bodens großer Gebiete in Deutschland ist bereits stark herabgesetzt. Sehr deutlich zeigt sich das bei den hohen Klimagasemissionen aus den landwirtschaftlich genutzten Moorböden und der Ausbildung städtischer Wärmeinseln.

Ein genereller Schutz des Bodens vor den Wirkungen des Klimawandels auf den Boden kann nicht erfolgen. Möglich ist aber ein besserer Schutz gegen die zunehmende Erosionsgefährdung durch die voraussichtlich höhere Klimaerodibilität des Bodens.

Die Beeinträchtigungen und Gefährdungen der Schutzziele durch

- die großflächigen Grundwasserabsenkungen, Abtorfungen und/oder (intensive) landwirtschaftliche Nutzung in Gebieten mit Mooren und hydromorphen Böden,
- durch die ungebremst hohe Bodeninanspruchnahme von rund 90 ha/d für Siedlungs- und Verkehrsfläche mit einer überproportionalen Inanspruchnahme von Boden mit hoher Klimafunktion und Klimarobustheit und

- durch Flurbereinigungen und nicht fachgerechte Landwirtschaft auf erosionsempfindlichem Boden

zeigen die bestehenden Defizite zum Schutz der Klimafunktion des Bodens sowie zu seinem Schutz vor den negativen Folgen des Klimawandels.

Die in der Vergangenheit bereits erfolgten erheblichen Beeinträchtigungen und die ohne steuernde Eingriffe weiter zu erwartenden zukünftigen Gefährdungen des Bodens verdeutlichen, dass Handlungsbedarf besteht. Die sich daraus ergebenden Regelungsaufgaben sind in sechs Handlungsfeldern gebündelt worden:

- H1 - Freihalten von Boden gegen Boden(neu)inanspruchnahme
- H2 - Moorschutz
- H3 - Landwirtschaftliche Bodennutzung
- H4 - Forstwirtschaftliche Bodennutzung
- H5 - Urban-industrielle Bodennutzung
- H6 - Bereitstellung der Ressourcen

Zu den Handlungsfeldern wurden in Form von Maßnahmensteckbriefen alle möglich erscheinenden Aktivitäten gesammelt oder neu erarbeitet, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung einer hohen Klimafunktion des Bodens und dem Schutz des Bodens vor den negativen Wirkungen des Klimawandels dienen können. Es handelt sich sowohl um Schutzmaßnahmen als auch um Maßnahmen zur Wiederherstellung der Klimafunktion des Bodens.

Der Maßnahmenkatalog zeigt, dass geeignete Möglichkeiten bestehen, um den Beeinträchtigungen und Gefährdungen der Klimafunktion des Bodens entgegenzuwirken und den Boden vor den negativen Folgen des Klimawandels zu schützen.

Ein übergreifendes Handlungsfeld ist die Bereitstellung der Ressourcen für die Implementierung der Maßnahmen. Die Maßnahmen lassen sich nur dann zielorientiert umsetzen und überwachen, wenn die erforderlichen Datengrundlagen vorliegen. So fehlen für die konkrete Planung und Umsetzung von Maßnahmen oft Karten in großem Maßstab 1:5.000 bis 1:10:000, insbesondere zu erforderlichen Humus- und Wasserkennwerten. Die hier bestehenden Defizite sind in einem Maßnahmensteckbrief zusammengefasst.

Hinsichtlich der Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen als Basis für die Bereitstellung von Daten, die Verortung der Maßnahmengebiete und die Wirkungsprüfung und Überwachung der Maßnahmen wird empfohlen, zukünftig die für die einzelnen Maßnahmen oder Maßnahmengruppen tatsächlich zur Verfügung stehenden Flächen auf der Ebene der Bundesländer zu erfassen. So könnte ermittelt werden, welche tatsächlichen Wirkungen erreicht werden können. Diese Daten sollten dann auf Bundesebene zusammengeführt werden und als Grundlage für z.B. mögliche Förderprogramme dienen.

Ein weiteres wichtiges Gebiet ist die Erforschung von ökonomisch rentablen Nutzungsformen bei hohen Wasserständen (z.B. Paludikulturen).

Risiken und Chancen des Klimawandels werden die verschiedenen Bereiche in Deutschland unterschiedlich treffen, nicht zuletzt weil deren Anfälligkeit¹⁰ und Anpassungskapazität¹¹ sehr unterschiedlich ausgeprägt sind.

Erforderliche Anpassungsmaßnahmen müssen daher regionale Unterschiede berücksichtigen und sowohl auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene durchgeführt werden. Die Abwägung, ob eine Maßnahme aus dem Themenfeld Boden unter den jeweils vorliegenden Standortbedingungen sinnvoll ist, muss im Einzelfall und/oder in Abhängigkeit der regionalen Gegebenheiten erfolgen. Auch sollten die Maßnahmen gemäß dem Subsidiaritätsgrundsatz auf der jeweils am besten dafür geeigneten Entscheidungsebene beschlossen und umgesetzt werden. Um Zielkonflikte zu vermeiden, bedarf es einer sektorübergreifenden Abstimmung der Anpassungsmaßnahmen (DAS-Aktionsplan 2011, BOKLIM-Themenblatt 2011).

Als Grundlage für die Ermittlung, welche Maßnahmen besonders geeignet sind, um dem Klimawandel entgegenzuwirken und die Anpassung an den Klimawandel zu erleichtern, dient die Wirkung der Maßnahme/Maßnahmengruppe auf die natürlichen Schutzgüter und weitere Politikziele. So werden, wie in der Deutschen Anpassungsstrategie empfohlen, mögliche Synergiewirkungen in die Betrachtung mit einbezogen.

Diese Endpriorisierung berücksichtigt nur die Qualitäten der Maßnahme bei gleicher Flächengröße zueinander und beinhaltet alle möglichen Maßnahmen ohne Betrachtung, ob eine Beeinträchtigung oder Gefährdung in einer bestimmten Region überhaupt gegeben ist oder nicht.

Hohe Wirksamkeiten im Klimaschutz und der -anpassung sowie zahlreiche Synergien zu weiteren Schutzgütern und Politikzielen erreichen Maßnahmen

- zum Erhalt und zur Wiederherstellung von Mooren,
- zum Erhalt von Boden mit hoher Kohlenstoffspeicher- und/oder hoher Kühlfunktion für die untere Atmosphäre und
- Bodenentsiegelungen sowie Verbesserungen urban-industriellen Bodens.

Durch diese Maßnahmen lässt sich bei gleicher Fläche die größte Wirkung erzielen, sowohl für den Klima- und Bodenschutz als auch für die weiteren natürlichen Schutzgüter.

Diese Maßnahmen sollten daher fachlich gesehen prioritär umgesetzt werden.

Bewirtschaftungsmaßnahmen erreichen in der Bewertung im Vergleich zu diesen Maßnahmen nur geringere Wertigkeiten. Dennoch wird z.B. eine Eindämmung des Grünlandumbruchs als ein sehr wichtiger Handlungsschritt angesehen, da von der Gesamtfläche der Moore in Deutschland 40 % als Grünland und 32 % noch immer als Acker genutzt werden (SRU 2012).

Primär in den Handlungsfeldern 1 bis 4 besteht ein Bedarf, die Klimafunktion des Bodens besser zu schützen. Im Handlungsfeld „Landwirtschaftliche Bodennutzung“ besteht zudem die Notwendigkeit eines besseren Schutzes des Bodens vor den Folgen des Klimawandels

¹⁰ Die Anfälligkeit zeigt an, inwieweit ein System gegenüber Auswirkungen des Klimawandels, inklusive Klimaschwankungen und Extremen verwundbar ist. Je empfindlicher ein System und je geringer seine Anpassungsfähigkeit, desto anfälliger ist es (DAS-Hintergrundpapier 2008).

¹¹ Anpassungskapazität: Die Fähigkeit von Systemen, Organisationen oder (einzelnen) Akteuren, sich an veränderte oder sich künftig verändernde Klimabedingungen und deren Folgen anzupassen, wirksame Anpassungsmaßnahmen zu ergreifen und damit die Vulnerabilität zu reduzieren (DAS-Aktionsplan 2011).

(Klimaanpassung). Wenn die Maßnahmen aus den Handlungsfeldern 1 bis 4 konsequent umgesetzt werden, ergäbe sich für das Handlungsfeld 5 nur noch ein geringer Handlungsbedarf. So ist es auch in den städtischen Gebieten, anders als heute mit der beschleunigten Innenentwicklung sinnvoll, klimafunktionsstarken Boden vor Überbauung zu schützen.

Für alle Handlungsfelder liegen wirksame und umsetzbare Maßnahmen vor, mit denen die vorgesehenen Schutzziele erreicht werden können

TEIL C: Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen

1 Methodische Grundlagen

Der rechtlichen Analyse liegen zugrunde:

- umweltfachliche Zielsetzungen und Prämissen – vgl. Maßnahmenkatalog unter B6. (Zusammenfassung nachfolgend unter C1.1);
- Einbeziehung von Erkenntnissen über die Vollzugspraxis (Implementation) im Bereich des Bodenschutzes (soweit vorhanden);
- Vorarbeiten des Ständigen Ausschusses Recht (BORA) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA) und des Bundesamts für Naturschutz (BfN).¹²

1.1 Umweltfachliche Zielsetzungen und Prämissen

- a) Der Klimawandel stellt den Bodenschutz und die Bodennutzung vor neue Herausforderungen. Aus umweltfachlicher Sicht werden folgende Ziele angestrebt.¹³
- Schutz von Bodenfunktionen, die dem Klimawandel entgegenwirken („Klimafunktion“):
 - Kohlenstoffspeicherfunktion und
 - Kühlfunktion des Bodens.
 - Klimaanpassung: Schutz des Bodens vor den Auswirkungen des Klimawandels (u.a. Robustheit gegen Extremwetterereignisse und Erosionsgefährdung).
- b) Die Klimafunktion kann prinzipiell jeder Boden erfüllen. Dies schließt nicht nur unberührte oder land- bzw. forstwirtschaftlich genutzte Böden, sondern auch den urbanen Boden mit ein. Die jeweilige Leistungsfähigkeit der Böden ist jedoch sehr unterschiedlich ausgeprägt (sehr hoch ist diese aufgrund der CO₂-Senkenfunktion z.B. bei Mooren).
- Prinzipiell kann auch jeder Boden von den Folgen des Klimawandels betroffen sein, wobei die Empfindlichkeit der Böden ebenfalls unterschiedlich ist.
- c) Die Klimafunktion des Bodens und dessen Schutz vor den Folgen des Klimawandels sind insbesondere durch folgende Faktoren gefährdet¹⁴:
- Großflächige Grundwasserabsenkungen in Niedermooren und bei hydromorphen Böden;
 - Trockenlegung von Hochmooren zur Abtorfung oder landwirtschaftlichen Nutzung;
 - intensive landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung von Mooren und hydromorphen Böden;
 - ungebremste Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen;

¹² Vgl. Quellenangaben unter A und B.

¹³ Vgl. im Einzelnen Kapitel B5.

¹⁴ Vgl. im Einzelnen oben Kapitel B4.

- überproportionale Inanspruchnahme von Böden mit hoher Klimafunktion und Klimarobustheit;
 - Zunahme an anthropogen stark überprägten Böden in Siedlungsgebieten;
 - Zunahme von als wind- bzw. wassererosionsempfindlich einzustufende Böden infolge Flurbereinigung und nicht fachgerechte landwirtschaftliche Nutzung.
- d) Eine „Fortschreibung“ der maßgeblichen Einflussfaktoren (z.B. „Flächenverbrauch“ und ungeeignete landwirtschaftliche Nutzung) würde künftig zu weiteren, vermutlich irreparablen Verlusten an leistungsfähigen und empfindlichen Böden führen.
- e) Es sind daher Maßnahmen zum Schutz der Klimafunktion des Bodens und zum Schutz empfindlicher Böden vor den Folgen des Klimawandels zu ergreifen (vgl. Maßnahmenkatalog unter B6).
- f) Für die zweckentsprechende Umsetzung ist ein leistungsfähiger rechtlicher Rahmen erforderlich, weil die Maßnahmen mit Beschränkungen und Änderungen bei der Inanspruchnahme und Nutzung von Boden verbunden sind.

1.2 Anforderungsprofil an die rechtlichen Rahmenbedingungen

Ausgehend von den umweltfachlichen Zielen und Prämissen (zusammengefasst oben unter C1.1) wird ein Rechtsrahmen benötigt, der die Klimaleistungen des Bodens schützt und die nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels auf den Boden abmildert. Hierzu sind leistungsfähige Regelungen auf der Ebene der Ziele wie auf der Ebene der Instrumente erforderlich.

1.2.1 Rechtliche Verankerung von Schutzzielen

Zunächst ist es wichtig, dass die aus umweltfachlicher Sicht erforderliche Schutzaufgabe in den jeweils einschlägigen Gesetzen verankert wird. Hierzu ist es erforderlich, dass der Schutzbereich des Gesetzes sich auf die hier relevante Klimafunktion bzw. Beeinträchtigungen des Bodens infolge des Klimawandels erstreckt. Es ist also gesetzlich zu verankern:

- der Schutz der Klimafunktion des Bodens;
- der Schutz des Bodens vor nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels (z. B. erhöhte Erosionsgefährdung durch Extremwetterereignisse etc.).

Beim erstgenannten Schutzziel geht es um die Frage, ob die Klimafunktion des Bodens überhaupt in den Schutzbereich der einschlägigen Gesetze – insbesondere des BBodSchG – fällt.

Beim zweitgenannten Ziel geht es um die Beeinträchtigung von Bodenfunktionen, die zweifellos bereits nach geltendem Recht geschützt werden. Die nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels beeinträchtigen vor allem die natürlichen Bodenfunktionen (§ 2 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG), aber auch die Nutzungsfunktionen des Bodens z. B. als Fläche für Siedlung und Erholung und für land- und forstwirtschaftliche Nutzung (Nr. 3 der Vorschrift). Die Schutzaufgabe besteht darin sicherzustellen, dass diese Bodenfunktionen auch vor der spezifischen Beeinträchtigung durch die Folgen des Klimawandels geschützt werden und dass dieser Schutz gegenüber dem Status Quo verbessert wird.

1.2.2 Rechtliche Instrumente

Es ist zu untersuchen, ob der Rechtsrahmen leistungsfähige Instrumente für die Zielerreichung auf den relevanten Handlungsfeldern (vgl. Maßnahmenkatalog unter B6) vorhält, wie z.B.:

- Umweltpflichten (Vorsorge-, Schutz-, Sanierungs-, Duldungs- und Ausgleichspflichten)
- Ge- oder Verbote, behördliche Überwachungsbefugnisse
- Administrative Kontrollinstrumente, z.B. Genehmigungsvorbehalte und -verfahren
- Planung
- Berücksichtigungsgebote/Abwägungsklauseln im Planungs- und Zulassungsrecht
- Organisations- und Verfahrensrecht
- Informationelle/marktorientierte Instrumente.

Die Analyse soll sich nicht auf direkt wirkende Instrumente – „imperatives“ Recht (Ge- und Verbote) – beschränken. Vielmehr wird das Recht als Steuerungsmedium in einem umfassenden Sinne aufgefasst. In dem Gutachten wird bei einzelnen Fragestellungen, die sich hierfür eignen, auch auf mittelbar wirkende Funktionen des Rechts eingegangen. Dies betrifft insbesondere Organisations- und Verfahrensrecht.

1.3 Normanalyse

In die Betrachtung sind solche Vorschriften des Umwelt- und Planungsrechts einzubeziehen, mit denen der Gesetzgeber den Boden vor schädlichen Einwirkungen schützt und/oder die Bodennutzung regelt. Diese Regelungsfelder kommen als „Einfallstor“ für Klimaschutzaspekte in Betracht. Danach ist in erster Linie das Bodenschutzrecht zu analysieren, aber auch die Vorschriften des Bau- und Planungsrechts sowie des raumbezogenes Umweltschutzrechts (z.B. Naturschutzrecht) und medienbezogenen Umweltrechts (Immissionsschutzrecht, Wasserrecht).

Bei der Normanalyse wird jeweils untersucht, ob die Schutzziele (s.o., C1.2.1) verankert sind und ob die jeweiligen Regelungen ein geeignetes rechtliches Instrumentarium aufweisen (s.o., C1.2.2), um die erforderlichen Maßnahmen des Bodenschutzes unter dem Aspekt des Klimawandels zu ergreifen.

1.3.1 Verankerung der Schutzziele in den maßgeblichen Regelwerken

Die maßgeblichen Fragestellungen der Normanalyse lauten:

Fällt die Klimafunktion des Bodens in den Schutzbereich der maßgeblichen Gesetze?

- Findet sich eine explizite Verankerung der Klimafunktion des Bodens im Gesetz?
- Kann das Gesetz so ausgelegt werden, dass die Klimafunktion implizit (z.B. im Rahmen der Vorsorge) geschützt wird?

Schützt das Gesetz den Boden vor den nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels?

- Erfasst das Gesetz die klimawandelbedingten Beeinträchtigungen des Bodens und ihre Ursachen (z.B. Extremwetterereignisse, Erosion etc.)?

1.3.2 Analyse der rechtlichen Instrumente

Die Normanalyse erfolgt anhand folgender Fragestellungen:

- Können die fachlich erforderlichen Maßnahmen (vgl. B6) im Rahmen des geltenden Rechts effektiv durchgeführt werden?
- Einschätzung der Leistungsfähigkeit der rechtlichen Instrumente vor dem Hintergrund der spezifischen Regulierungsaufgaben im jeweiligen Schwerpunktbereich/Themenfeld (s. u. C3.2): Ermöglichung oder Unterstützung der notwendigen Maßnahmen?
- Erkenntnisse aus der Vollzugspraxis (z.B. über Bodenschutz- und Abwägungsklauseln im Planungsrecht)
- Einschätzung des erreichten Schutzniveaus/der Steuerungswirkung.

1.3.3 Schwerpunktsetzung entsprechend der Priorisierung aus fachlicher Sicht

Die Analyse konzentriert sich auf diejenigen Handlungsempfehlungen, denen für den Schutz der Klimafunktion des Bodens sowie Klimaanpassung aus umweltfachlicher Sicht Priorität zukommt.¹⁵

Die Normanalyse konzentriert sich daher auf:

- Instrumente zum Schutz von Mooren vor Grundwasserabsenkungen, intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und anderen Beeinträchtigungen der Klimafunktion;
- Regeln für die landwirtschaftliche Bodennutzung zur Erhaltung der Klimafunktion und zur Verminderung des Grünlandumbruchs;
- Instrumente zum Freihalten von Böden, die im Hinblick auf ihre Klimafunktion besonders wertvoll sind, von Bebauung, Verdichtung u.ä.

2 Umwelt- und verfassungsrechtlicher Rahmen für den Schutz von Boden und Klima

2.1 Europarechtliche Vorgaben zum Boden- und Klimaschutz

Das europäische Primärrecht betont in Art. 191 AEUV¹⁶ als Ziel der Unionspolitik die Förderung von Maßnahmen zur Bewältigung regionaler oder globaler Umweltprobleme und insbesondere zur Bekämpfung des Klimawandels. Auch in den Grundrechten der Europäischen Union ist die Umweltpolitik verankert.¹⁷ Aspekte des Bodenschutzes sind im europäischen Chemikalien-, Wasser-, Naturschutz-, und Landwirtschaftsrecht berücksichtigt.¹⁸ Der Klimaschutz als Zielsetzung ist ebenfalls in einer ganzen Reihe von EU-Rechtsakten kodifiziert. Dagegen stellen die maßgeblichen Vorschriften keine Verbindung zwischen Boden- und Klimaschutz her.

¹⁵ Vgl. im Einzelnen Kapitel B6, B7 und B8.

¹⁶ Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union. In der Fassung der Bekanntmachung vom 9. Mai 2008, ABl. Nr. C 115 S. 47, zuletzt geändert durch Art. 2 ÄndBeschl. 2012/419/EU vom 11. 7. 2012, ABl. Nr. L 204 S. 131.

¹⁷ Charta der Grundrechte der Europäischen Union vom 18.12.2000, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften C 364/1, BGBl. 2008 II S. 1038.

¹⁸ *Möckel*, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 231.

Die EU-Kommission strebt seit Längerem mit ihrer europäischen Bodenschutzstrategie eine Verbesserung des Bodenschutzes an und verknüpft diesen auch mit dem Ziel, dem Klimawandel entgegenzuwirken und die Klimaanpassung zu unterstützen.

Mit ihrem 2006 vorgelegten Vorschlag für eine EU-Bodenrahmenrichtlinie ist die Kommission jedoch einstweilen gescheitert. Der Richtlinienentwurf betonte die klimaschutzrelevante Rolle des Bodens als Kohlenstoffspeicher.

Im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) wird wenigstens der Zusammenhang zwischen Klimaverhältnissen und Bodenschutz in allgemeiner Form erwähnt. Die Verordnung 73/2009/EG¹⁹ bestimmt, dass die Mitgliedstaaten sicherzustellen haben, dass bei landwirtschaftlichen Direktzahlungen rechtliche Grundanforderungen für den Erhalt des guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustands der landwirtschaftlich genutzten Flächen, einschließlich der Boden- und Klimaverhältnisse, Bewirtschaftungssysteme, Flächennutzung, Fruchtwechsel, Wirtschaftsweisen und Betriebsstrukturen eingehalten werden. (Art. 6 Verordnung 73/2009/EG).²⁰ Die aktuelle Reform der GAP sieht eine engere Verknüpfung von Direktzahlungen an ökologische Kriterien („Ökologisierung“) vor. Zudem wird die Relevanz der landwirtschaftlichen Nutzung für das Klima, die Funktion des Bodens als Kohlenstoffspeicher und die Bedeutung von Dauergrünland in den Fokus gerückt (s.u., C2.3.6).

2.2 Verfassungsrechtliche Vorgaben zum Boden- und Klimaschutz

Nach Art. 20a Grundgesetz (GG) schützt der Staat auch in Verantwortung für die künftigen Generationen „die natürlichen Lebensgrundlagen (...) im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung“.

Bevor auf die rechtliche Wirkung dieser verfassungsrechtlichen Staatszielbestimmung eingegangen wird, ist zunächst zu erörtern, inwieweit Boden und Klima – auch in ihrer Wechselwirkung – von dieser Vorschrift erfasst werden.

Der Begriff der natürlichen Lebensgrundlagen meint alle Umweltmedien, d.h. neben Luft und Wasser auch den Boden.²¹ Erfasst wird auch das Klima.²² Das Klimaschutzrecht wird teilweise als eigenständiges Teilgebiet des Umweltrechts betrachtet.²³ Nach diesen verfassungsrechtlichen Vorgaben fällt die Klimafunktion des Bodens in den Schutzbereich des Art. 20a GG. Gleiches gilt für die nachteiligen Folgen des Klimawandels für den Boden.

Art. 20a GG verpflichtet den Gesetzgeber zu einer aktiven Klimaschutzpolitik.²⁴ So hat das Bundesverfassungsgericht in seinem Urteil zum Emissionshandel deutlich gemacht, das

¹⁹ Verordnung des Rates mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der gemeinsamen Agrarpolitik (...) v.19.01.2009, ABl. EG Nr. L 30 v. 31.01.2009. Diese Verordnung ersetzt die frühere Direktzahlungsverordnung 1782/2003/EG.

²⁰ Zu den Instrumenten näher s.u. C7.

²¹ *Sommermann*, in: v. Münch/Kunig, GG, 6. Auflage 2012, Art. 20a, Rn. 29; *Jarass*, in: Jarass/Pieroth, GG, 11. Aufl. 2011, Art. 20 a, Rn. 3; *Ewer*, in Landmann/Rohmer, BBodSchG, Vorbemerkung, Rn. 106.

²² BVerwGE 125, 68, Rn. 14; *Jarass*, in: Jarass/Pieroth, GG, 11. Aufl. 2011, Art. 20 a, Rn. 3.

²³ *Groß*, Welche Klimaschutzpflichten ergeben sich aus Art. 20a GG?, ZUR 2009, 364 (365).

²⁴ *Groß*, Umweltstaatsprinzip und erneuerbare Energien, NVwZ 2011, 129 (133).

Erreichen weiterer Reduktionen beim Treibhausgasausstoß sei Aufgabe des Gesetzgebers.²⁵ Die Umweltmedien sind zu schützen, d.h. der Staat hat Eingriffe in die Umwelt auf das erforderliche Maß zu begrenzen und darüber hinaus Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Umweltmedien zu ergreifen.²⁶

Aus dem „Umweltstaatsziel“ des Art. 20a GG ergibt sich ein permanenter Konkretisierungs- und Handlungsauftrag des Gesetzgebers und der Verwaltung (Exekutive).²⁷

Der Inhalt dieses Konkretisierungsauftrags besteht in:

- Der Wahrung der Integrität der Lebensgrundlagen,
- der Vermeidung von Beeinträchtigungen der Lebensgrundlagen,
- der Wiederherstellung der Integrität der Lebensgrundlagen.²⁸

Aus Art. 20a GG lassen sich allerdings die Wahl der Mittel, das Schutzniveau oder gar konkrete Maßnahmen nicht ableiten.²⁹ Die Staatszielbestimmung schützt die Umwelt zudem im Rahmen der „verfassungsmäßigen Ordnung“, worunter die Gesamtheit der Normen des Grundgesetzes zu verstehen ist. Das Staatsziel Umweltschutz ist daher mit anderen Verfassungsrechtsgütern und -prinzipien in Ausgleich zu bringen.³⁰

Allerdings kann man ein „Verbot des Rückzugs aus dem Umweltschutz“ annehmen.³¹ Weitergehend wird diskutiert, ob das Umweltstaatsziel zu einer sukzessiven Verbesserung der Umweltsituation verpflichtet oder ob es ein „Verschlechterungsverbot“ impliziert.³²

Eingriffe in die Integrität der Schutzgüter des Art. 20a GG sind rechtfertigungsbedürftig. Diese erhalten zwar keinen absoluten Schutz, Beeinträchtigungen der natürlichen Lebensgrundlagen müssen dennoch anhand eines Gemeinwohlzwecks bzw. anhand der Notwendigkeit zur Verwirklichung privater Freiheit legitimiert werden und dem Verhältnismäßigkeitsprinzip entsprechen.³³

Aus dem Umweltstaatsziel folgen auch verfahrensmäßige und prozedurale Anforderungen, z.B. in Gestalt von Berücksichtigungs- und Transparenzpflichten sowie Begründungspflichten, ferner die Pflicht zur Umweltprüfung.³⁴

²⁵ BVerfG, Beschluss vom 19.09.2007 – 1BvF 1/05 = BVerfGE 118, 79 (110); ähnlich die Formulierung in § 1 EEG, das dem Klimaschutz Zielfunktion zugesteht: „Zweck dieses Gesetzes (...) im Interesse des Klimaschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen“.

²⁶ *Jarass*, in: *Jarass/Pieroth*, GG, 11. Aufl. 2011, Art. 20 a, Rn. 5; *Groß*, ZUR 2009, 364 (364).

²⁷ *Scholz*, in: *Maunz-Dürig*, GG, Stand: Juni 2002, Art. 20 a, Rn. 35.

²⁸ *Murswiek*, in: *Sachs*, GG, 6. Aufl. 2011, Art. 20 a, Rn. 26.

²⁹ *Murswiek*, in: *Sachs*, GG, 6. Aufl. 2011, Art. 20 a, Rn. 20.

³⁰ *Murswiek*, in: *Sachs*, GG, 6. Aufl. 2011, Art. 20 a, Rn. 58.

³¹ *Murswiek*, in: *Sachs*, GG, 6. Aufl. 2011, Art. 20 a, Rn. 40.

³² Vgl. *Murswiek*, in: *Sachs*, GG, 6. Aufl. 2011, Art. 20 a, Rn. 44, dort Fn. 82 m.w.N.

³³ Vgl. *Murswiek*, in: *Sachs*, GG, 6. Aufl. 2011, Art. 20 a, Rn. 46.

³⁴ Vgl. *Murswiek*, in: *Sachs*, GG, 6. Aufl. 2011, Art. 20 a, Rn. 57 ff.; *Groß*, Umweltstaatsprinzip und erneuerbare Energien, NVwZ 2011, 129 (131).

Der Gesetzgeber hat bei der Konkretisierung des Handlungsauftrags einen weiten Gestaltungsspielraum.³⁵ Die Verwaltung ist bei der Auslegung unbestimmter Rechtsbegriffe, der Ermessensausübung sowie der planerischen Abwägung an die sich aus Art. 20a GG ergebenden Orientierungen gebunden. Für die Rechtsprechung ist Art. 20a GG im Rahmen der Auslegung von Gesetzen bedeutsam, auch im Bereich des Privatrechts.³⁶

2.3 Verankerung des Klimaschutzes im Zusammenhang mit dem Bodenschutz im Umwelt- und Planungsrecht

Im Bodenschutzrecht des Bundes (Bundes-Bodenschutzgesetz, BBodSchG) und der Länder sind Klimaschutz und Klimaanpassung nicht explizit verankert.³⁷ Ob das Bodenschutzrecht gleichwohl explizit oder mittelbar die Klimafunktion des Bodens oder diesen vor den Folgen des Klimawandels schützt, wird ausführlich unten unter C4 analysiert.

Anders als im BBodSchG sind Klimaschutz und Klimaanpassung in zahlreichen Gesetzen des Umwelt- und Planungsrechts als Zielsetzung verankert. Beispielhaft sei verwiesen auf folgende Gesetze, die auch dem Schutz des Bodens dienen und/oder Bodennutzungen regulieren:

- § 1 Abs. 1 Nr. 2 i.V.m. § 7 Nr. 2 Bundesnaturschutzgesetz³⁸,
- § 6 Abs. 1 S. 1 Nr. 2, Nr. 5 und S. 2 Wasserhaushaltsgesetz³⁹,
- § 1 Nr. 1 Bundeswaldgesetz⁴⁰,
- § 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz⁴¹,
- § 2 Abs. 2 Nr. 6 Raumordnungsgesetz⁴²,
- § 1 Abs. 5, § 1a Abs. 5 Baugesetzbuch⁴³,

³⁵ Vgl. BVerfGE 118, 79 (110): „weiter Gestaltungsspielraum“; vgl. auch BVerwG, Urteil vom 23.02.2011 – 8 c 50.09, Rn. 48; siehe auch *Sommermann*, in: v. Münch/Kunig, GG, 6. Auflage 2012, Art. 20a, Rn. 29 und 37.

³⁶ *Jarass*, in: Jarass/Pieroth, GG, 11. Aufl. 2011, Art. 20 a, Rn. 21.

³⁷ Vgl. *Schrader*, Bodenschutz, Landwirtschaft und Klimaschutz – Zur Einbeziehung der Landwirtschaft in den Emissionshandel, NuR 2009, 747 (750); *Möckel* in Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 241.

³⁸ Bundesnaturschutzgesetz vom 29.07.2009 (BGBl. I, S. 2542), das zuletzt durch Art. 5 des Gesetzes vom 06.02.2012 (BGBl. I, S. 148) geändert worden ist, nachfolgend abgekürzt: BNatSchG.

³⁹ Wasserhaushaltsgesetz vom 31.07.2009 (BGBl. I, S. 2585), das zuletzt durch Art. 5 Abs. 9 des Gesetzes vom 24.02.2012 (BGBl. I, S. 212) geändert worden ist, im Folgenden abgekürzt: WHG.

⁴⁰ Bundeswaldgesetz vom 02.05.1975 (BGBl. I, S. 1037), das zuletzt durch Art. 1 des Gesetzes vom 31.07.2010 (BGBl. I, S. 1050) geändert worden ist, im Folgenden abgekürzt: BWaldG.

⁴¹ Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.09.2002 (BGBl. I, S. 3830), das zuletzt durch Art. 2 des Gesetzes vom 24.02.2012 (BGBl. I, S. 212) geändert worden ist, im Folgenden abgekürzt: BImSchG.

⁴² Raumordnungsgesetz vom 22.12.2008 (BGBl. I, S. 2986), das zuletzt durch Art. 9 des Gesetzes vom 31.07.2009 (BGBl. I, S. 2585) geändert worden ist, im Folgenden abgekürzt: ROG.

- § 2 Abs. 1 Nr. 2 Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung.⁴⁴

Ob die vorstehenden Gesetze – angesichts der Berücksichtigung von Zielen des Klimaschutzes wie des Bodenschutzes – einen relevanten Beitrag zum Schutz der Klimafunktionen des Bodens leisten können, hängt vor allem von folgenden Faktoren ab:

- (i) deutliche Verankerung der Klimafunktion des Bodens als Schutzziel
- (ii) Anwendungsbereich, der die wesentlichen Beeinträchtigungen (vgl. B5 sowie C1.1) abdeckt
- (iii) wirksame Instrumente zum Schutz der Klimafunktion des Bodens bzw. zur Klimaanpassung.

Nachfolgend wird auf eine hinreichend klare Verankerung der maßgeblichen Schutzziele (i) eingegangen; zu (ii) und (iii) s.u. C5. Die getroffene Auswahl der gesetzlichen Regelungen orientiert sich an der praktischen Bedeutung im Hinblick darauf, dass die maßgeblichen Faktoren für die Beeinträchtigung des Bodens im Zusammenhang mit dem Klimawandel erfasst werden (s.o., B5) Untersucht werden im Folgenden das Naturschutzrecht, das Wasserrecht, das Forst- und Waldrecht, das Raumordnungsrecht, das Bauplanungsrecht und das Agrar-Subventionsrecht. Auf das Bodenschutzrecht wird unten unter C2.4 und C2.5 sowie C3 eingegangen.

2.3.1 Naturschutzrecht

Die Leistungs- und Funktionsfähigkeit einschließlich der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter ist auf Dauer zu sichern. Dieses in § 1 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG verankerte Ziel umfasst auch Boden und Klima sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen – jeweils als Bestandteile des Naturhaushaltes (vgl. § 7 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG). Böden sind so zu erhalten, dass sie ihre Funktion im Naturhaushalt erfüllen können (§ 1 Abs. 3 Nr. 2 BNatSchG); Luft und Klima sind durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege, insbesondere im Hinblick auf Flächen mit günstiger klimatischer Wirkung wie Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete zu schützen (§ 1 Abs. 3 Nr. 4 BNatSchG). Der Schutz des Bodens im Naturschutzrecht bezieht sich insbesondere auf seine Funktion als Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungsmedium sowie als Lebensraum; der Gesetzgeber strebt damit einen Beitrag des Naturschutzes zum Bodenschutz in Ergänzung des BBodSchG an.⁴⁵

Insofern ist der Klimaschutz Teil der allgemeinen Grundsätze von § 1 Abs. 1 BNatSchG und gehört damit zu den abweichungsfesten Zielen des BNatSchG.⁴⁶ Ob auch die Vorgaben zum Bodenschutz in § 1 Abs. 3 Nr. 2 BNatSchG zum abweichungsfesten Kern gehören, ist nicht ganz

⁴³ Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.09.2004 (BGBl. I, S. 2414), das zuletzt durch Art. 1 des Gesetzes vom 22.07.2011 (BGBl. I, S. 1509) geändert worden ist, im Folgenden abgekürzt: BauGB.

⁴⁴ Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24.02.2010 (BGBl. I, S. 94), das zuletzt durch Art. 5 Abs. 15 des Gesetzes vom 24.02.2012 (BGBl. I, S. 212) geändert worden ist, im Folgenden abgekürzt: UVPG.

⁴⁵ *Lütkes/Ewer*, BNatSchG, § 1, Rn. 46.

⁴⁶ Vgl. *Lütkes/Ewer*, BNatSchG, § 1, Rn. 2.

eindeutig.⁴⁷ Gleichwohl ist dem Zusatz „nach Maßgabe“ in § 1 Abs. 1 BNatSchG die Bedeutung zuzumessen, dass die Länder an den Inhalt dieser allgemeinen Grundsätze soweit gebunden sind, wie diese in den Folgeabsätzen konkretisiert werden. Auch die Bezugnahme auf die Erhaltung des Bodens und seine Funktion im Naturhaushalt ist damit als „allgemeiner Grundsatz des Naturschutzes“ einzuordnen.

Das Naturschutzrecht schützt also den Boden in seiner Wechselwirkung mit dem Klima. Insofern erscheint es möglich, die Klimafunktionen des Bodens mit in das naturschutzrechtliche Schutzregime zu integrieren.

Allerdings wird kritisiert, dass der Klimaschutz mit den Mitteln des Naturschutzes bisher rechtlich kaum entwickelt ist.⁴⁸ Es findet sich im BNatSchG kein Hinweis auf die Kohlenstoffspeicherfunktion des Bodens, angesprochen wird lediglich die klimatische Wirkung von Kaltluftentstehungsgebieten (§ 1 Abs. 3 Nr. 4 BNatSchG). Das Gesetz stellt den Zusammenhang zwischen Klimaschutz und Bodenschutz lediglich abstrakt über den Begriff des „Naturhaushalts“ her, der alle Naturgüter einschließlich ihres Wirkungsgefüges umfasst.

Durch zweckentsprechende Auslegung mögen deshalb die Schutzziele des Naturschutzrechts – ggf. teilweise – auf die Klimafunktion des Bodens erstreckt werden können. Diese kommen jedoch im BNatSchG nicht deutlich zum Ausdruck. Die Schutzziele des BNatSchG im Hinblick auf den Bodenschutz sind deshalb für sich genommen nicht hinreichend deutlich genug, um einen relevanten Beitrag für den Schutz der Klimafunktion des Bodens zu leisten.

2.3.2 Wasserrecht

§ 6 Abs. 1 S. 2 WHG zielt auf ein hohes Umweltschutzniveau insgesamt ab, wonach anspruchsvolle Standards und nicht nur ein Minimalschutz anzustreben sind.⁴⁹ Eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung hat auch den Boden in die Schutzbetrachtung einzubeziehen. Mögliche Verlagerungen von nachteiligen Auswirkungen von einem Schutzgut (Wasser) auf ein anderes (Boden) sind zu berücksichtigen.⁵⁰ Der integrierte Ansatz⁵¹ der Regelung schließt explizit die „Erfordernisse des Klimaschutzes“ ein. Gemeint ist eine vergleichende Bewertung der verschiedenen Medien im Hinblick auf zu erwartende Auswirkungen, hieraus folgen aber weder Kriterien für den Vollzug, noch entfaltet sich eine Wechselwirkung „Wasser-Boden-Klima“ Hintergrund der Klimaschutzklausel ist dabei auch eher die Förderung der Wasserkraftnutzung.⁵² § 6 Abs. 1 S. 1 Nr. 5 WHG enthält die Zielvorgabe, dass die Wasserbewirtschaftung möglichen Folgen des Klimawandels vorzubeugen hat. Der Regelungsrahmen des WHG bezieht auch die von Wasser abhängenden

⁴⁷ Lütkes/Ewer, BNatSchG, § 1, Rn. 5.

⁴⁸ Vgl. Rehlinger, Biodiversitäts- und Klimaschutz in der Landwirtschaft: Reichen die gesetzlichen Rahmenbedingungen?, NuR 2011, S. 241 (244).

⁴⁹ Dies wird jedoch nur als programmatische Erklärung verstanden, deren praktische Bedeutung gen Null tendiere, vgl. Berendes, in: Berendes/Frenz/Müggenborg, WHG § 6 Rn. 28.

⁵⁰ Berendes, in: Berendes/Frenz/Müggenborg, WHG § 6 Rn. 28.

⁵¹ Dieser folgt aus den Vorgaben des Art. 9 Abs. 3 Unterabsatz 1 IVU Richtlinie, Richtlinie 2008/1/EG v. 15.01.2008, ABl. EU Nr. L 24 S. 8; ersetzt durch die Richtlinie über Industrie-Emissionen, 2010/75/EU.

⁵² Berendes, in: Berendes/Frenz/Müggenborg, WHG § 6 Rn. 30.

Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt ein.⁵³ Das diesbezügliche wasserrechtliche Regime sieht insbesondere vor, dass Verschlechterungen vermieden werden und der Zustand dieser Gebiete sich verbessert. Die Vorgaben zielen insbesondere auf die Aufrechterhaltung und Verbesserung des Wasserhaushalts des Bodens (Durchnässung). Ziel der Gewässerbewirtschaftung ist aber primär, die Gewässer in ihren ökologischen Funktionen zu schützen.

Mittelbar können diese Vorgaben also dem Schutz der Klimafunktion des Bodens dienen (vgl. oben unter B5).

2.3.3 Waldrecht

Bei waldbezogenen Einwirkungen auf den Boden finden das BWaldG und die entsprechenden Landesgesetze Anwendung.⁵⁴

Alle Maßgaben des Waldrechts, die sich auf den Wald beziehen, können unmittelbare bzw. mittelbare Auswirkungen auf den Boden haben. Die Definition des Begriffes „Wald“ in § 2 Abs. 1 BWaldG ist an der Grundfläche („jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche“) orientiert und umfasst somit auch den Waldboden. Dies betrifft insbesondere die Bodenvernässung sowie den Schutz des Bodens vor Austrocknung sowie vor Verdichtung.⁵⁵ Mit diesen Schutz- und Regelungsfunktionen erleichtern Wälder den Fremdstoffabbau in Wasser, Klima und Biosphäre.⁵⁶ Der Wald dient vor allem auch als Wasserspeicher. Wegen der rauen Oberfläche von Waldböden wird an Waldstandorten kein derart hoher Wasserabfluss gemessen, wie etwa an Ackerstandorten, so dass Waldböden auch großen Niederschlagsmengen entgegenwirken können. Zudem führt die Zusammensetzung der Waldböden (Porengröße, Humusgehalt, Hohlraumgehalt, Bodengefüge und Gehalt an Kleinlebewesen) zu großer Wasserspeicherkapazität. Des Weiteren wird dem Wald überragende Bedeutung für den Kohlenstoffkreislauf zugewiesen, und damit auch für das Großklima, da er in erheblichem Umfang als Kohlenstoffspeicher fungiert. Dies gilt für die Speicherung von Kohlenstoff in den ober- und unterirdischen Holzmassen sowie im Boden.⁵⁷

Das BWaldG schützt in § 1 den Wald ausdrücklich wegen seiner Bedeutung für die Umwelt, insbesondere für die dauernde Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, das Klima, den Wasserhaushalt, die Reinhaltung der Luft und die Bodenfruchtbarkeit.

Das Waldrecht schützt also mittelbar auch den Boden, soweit er bedeutsame Funktionen für die Wälder hat. Anders als im BBodSchG kommt zudem der Klimaschutz im BWaldG explizit zum Ausdruck. Hieraus folgt jedoch kein selbstständiger Schutz der Klimafunktion des Bodens.

⁵³ Damit setzt das WHG Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie um; Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, ABl. EG L 327/1, 22.12.2000.

⁵⁴ *Erbguth*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK, Stand: Oktober 2011, § 3, Rn. 12; LWaldG B-W; BayWaldG; LWaldG Berlin; LWaldG Brandenburg; BremWaldG; LWaldG Hamburg; ForstG Hessen; LWaldG M-V; NWaldLG; LFoG NRW; LWaldG R-P; LWaldG Saarland; SächsWaldG; LWaldG S-A; LWaldG S-H; ThürWaldG.

⁵⁵ *Becker*, BBodSchG, Stand: Mai 2009, § 3, Rn. 21.

⁵⁶ *Becker*, BBodSchG, Stand: Mai 2009, § 3, Rn. 21.

⁵⁷ *Kolodziejczok/Endres/Krohn/Markus*, Naturschutz, Landschaftspflege und einschlägige Regelungen des Jagd- und Forstrechts, Kommentar, Stand: 2011, § 1 BWaldG, Rn. 13,14.

Vielmehr wird dieser nur mittelbar insoweit geschützt, als dies zugleich dem Schutz der Wälder dient.

2.3.4 Raumordnungsrecht

Die Bundesregierung legte 1985 in der Bodenschutzkonzeption⁵⁸ und in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie 2002 dar, dass es zu den Handlungszielen einer nachhaltigen Entwicklung gehört, die tägliche Flächeninanspruchnahme – derzeit 110 ha – auf 30 ha bis 2020 und zukünftig sogar noch weitergehend zu reduzieren (s. o., B6). Auf diese Reduktion zielte auch der REFINA Förderschwerpunkt (Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und nachhaltiges Flächenmanagement) ab.⁵⁹ Zum einen soll mittels einer Qualitätssteuerung der Freiflächenschutz optimiert und zum anderen durch eine effektive Flächenkreislaufwirtschaft die Neuinanspruchnahme restriktiv gesteuert und dauerhaft nicht genutzte Flächen wieder nutzbar gemacht werden.

Das Raumordnungsgesetz bestimmt in § 2 Abs. 2 Grundsätze einer nachhaltigen Raumordnung. Nach § 1 Abs. 2 ROG sind die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen. Auch der Freiflächenschutz ist ein Grundsatz der Raumordnung (§ 2 Abs. 2 Nr. 1).

Der Klimaschutz in seiner Wechselwirkung mit der Funktionsfähigkeit der Böden und des Wasserhaushalts der Pflanzenwelt ist in § 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG explizit als Grundsatz der Raumordnung verankert, ebenso der Freiflächenschutz (§ 2 Abs. 2 Nr. 1).

Wirtschaftliche und soziale Nutzungen des Raums sind unter Berücksichtigung seiner ökologischen Funktionen zu gestalten. Die erstmalige Inanspruchnahme von Freiflächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke ist zu vermindern. Den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung zu tragen (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 6 ROG). Diese Umweltvorsorgegrundsätze der Raumordnung bilden schutzgutsbezogen die Erfordernisse ab, die hinsichtlich der ökologischen Funktionen angemessen zu berücksichtigen sind und die insbesondere hinsichtlich der Umweltschutzgüter Sparsamkeit und schonenden Umgang fordern.⁶⁰ Im Hinblick des Erhalts der Klimafunktion des Bodens werden sogar der Erhalt und die Entwicklung natürlicher Senken für klimaschädliche Stoffe hervorgehoben (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 7 ROG).

Im Raumordnungsrecht sind also Klima- und Bodenschutz in ihrer Wechselwirkung und ausdrücklich ein Aspekt der Klimafunktion des Bodens (Senken für klimaschädliche Stoffe) verankert.

⁵⁸ BT-Drs. 10/2977, vom 07.03.1985.

⁵⁹ [www.refina-info.de\(.\)](http://www.refina-info.de/)

⁶⁰ *Spannowski/Runkel/Goppel*, ROG, Kommentar, 2010, § 2, Rn. 130, 131.

2.3.5 Bauplanungsrecht

Das Bauplanungsrecht wurde zuletzt durch die BauGB-Klimanovelle 2011⁶¹ fortentwickelt. Die Zielvorstellung der Klimanovelle war dabei eine klimagerechte Entwicklung des Städtebaurechts und – wenn gleich nicht explizit betont – auch Bodenschutzerwägungen.

Die Inanspruchnahme natürlicher Böden durch Überbauung und Versiegelung ist einer der zentralen Wirkfaktoren für die Beeinträchtigung der Klimafunktion des Bodens (s.o., B6). Für eine Eindämmung dieses Wirkfaktors hat das Baurecht eine Schlüsselfunktion. Der kommunalen Bauleitplanung, die sich an den Leitvorstellungen des Nachhaltigkeitsgrundsatzes aus § 1 Abs. 5 BauGB und der Bodenschutzklausel aus § 1a Abs. 2 Satz 1 BauGB zu orientieren hat, kommt für die Bodeninanspruchnahme entscheidende Steuerungsfunktion zu.⁶²

Mit Grund und Boden soll sparsam und schonend umgegangen werden; dabei sind zur Verringerung der zusätzlichen Inanspruchnahme von Flächen für bauliche Nutzungen die Möglichkeiten der Entwicklung durch Wiedernutzbarmachung, Nachverdichtung und andere Maßnahmen zur Innenentwicklung zu nutzen sowie Bodenversiegelungen auf das notwendige Maß zu begrenzen (§ 1a Abs. 2 Satz 1 BauGB).

Aus § 179 Abs. 1 S. 1 BauGB folgt ein Rückbaugesuch, wenn eine bauliche Anlage, (1.) den Festsetzungen des Bebauungsplans nicht entspricht und ihnen nicht angepasst werden kann oder (2.) diese Missstände oder Mängel im Sinne des § 177 Abs. 2 und 3 Satz 1 aufweist, die auch durch eine Modernisierung oder Instandsetzung nicht behoben werden können. Für Flächenversiegelung folgt gem. § 179 Abs. 1 § 2 BauGB mit Verweis auf Satz 1 planakzessorisch ebenfalls ein Entsiegelungsgebot, es bedarf dafür entsprechender Festsetzungen im Bebauungsplan (s.u., C8.3.4).

Bei der Aufstellung der Bauleitpläne – also von Flächennutzungsplänen und Bebauungsplänen – sind u.a. die Auswirkungen auf Boden, Klima und das Wirkungsgefüge bzw. Wechselwirkungen zwischen ihnen zu berücksichtigen (§ 1 Abs. 6 Nr. 7 a) BauGB).

Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden (§ 1a Abs. 5 Satz 1 BauGB).

Die Klimafunktion des Bodens ist hierbei nicht – wie im Raumordnungsrecht – explizit aufgeführt, immerhin aber das Wirkungsgefüge von Klima und Boden. Im Rahmen des weitreichenden Spielraums bei der Festlegung von Planungszielen der Gemeinde ist zwar auch die Raumordnung zu berücksichtigen. Die Ausstrahlungswirkung der Raumordnung auf die Bauleitplanung kommt allerdings zuvorderst im Außenbereich in Hinblick zum Tragen, wonach raumbedeutsame Vorhaben den Zielen der Raumordnung nicht entgegenstehen dürfen (§ 35 Abs. 3 Satz 2 BauGB). Bei der Senkenfunktion, als Klimafunktion des Bodens handelt es sich indes nur um einen Grundsatz der Raumordnung.

Die Klimafunktion des Bodens und dessen Anpassung an den Klimawandel werden nicht angesprochen. Von seiner Zielsetzung her, die Inanspruchnahme von Boden für bauliche Zwecke auf das notwendige Maß zu begrenzen, kann das Bauplanungsrecht potenziell einen

⁶¹ Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes bei der Entwicklung in den Städten und Gemeinden v. 22.07.2011 (BGBl. I 1509); Gesetzentwurf (BauGB-Klimanovelle 2011) v. 06.06.2011, BT-Drucks. 17/6076, in Kraft getreten am 30.07.2012.

⁶² Vgl. auch *Schimansky*, Die Entsiegelung von Boden nach Erlass des § 5 BBodSchG, NuR 2001, 611 (613).

Beitrag zum Schutz der Klimafunktion des Bodens insgesamt leisten. Die zusätzlichen Vorgaben zur Berücksichtigung von Klimaschutzaspekten könnten einen erhöhten Schutz für Böden mit hoher Klimafunktion unterstützen. Ansätze zu einer entsprechenden Unterscheidung der für eine Bebauung in Betracht kommenden Böden entsprechend ihrer Wertigkeit – unter Klimaschutzaspekten – sind im Bauplanungsrecht allerdings nicht vorhanden. Das BauGB bleibt bei einer abstrakten Andeutung des Zusammenhangs zwischen Klimaschutz und Bodenschutz stehen.

Abgesehen davon hängt die Wirkung der angesprochenen Zielvorgaben im BauGB davon ab, inwieweit diese Ziele auch in der Bauplanungspraxis verfolgt und sich in der Abwägung und Realisierung der Pläne durchsetzen könnten (dazu näher C8.5).

Seit dem 14.11.2012 liegt ein Gesetzesentwurf der Bundesregierung für eine weitere Städtebaurechtsnovelle vor, der auch auf die Reduzierung des Flächenverbrauchs abzielt. Hierzu sind Ergänzungen im Bereich der Bodenschutzklausel (§ 1a Abs. 2 BauGB-E) und Klarstellungen im Bereich der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung in der Bauleitplanung (§ 1a Abs. 3 Satz 5 BauGB-E) vorgesehen.

2.3.6 Agrar-Subventionsrecht

Die landwirtschaftliche Bodennutzung wurde aus fachlicher Sicht als besonders bedeutsames Handlungsfeld identifiziert (s.o., B4.3). Ein eigener Regelungsrahmen, z.B. in Form eines „Landwirtschaftsrechts“ existiert nicht. Teilaspekte der landwirtschaftlichen Bodennutzung werden vom Bodenschutz- und Naturschutzrecht („Grundsätze der guten fachlichen Praxis“, s.u., C7), vom Wasserrecht, aber auch vom Agrar-Subventionsrecht erfasst.

Grundlage der nationalen Regelungen zur Agrarbeihilfe bilden Vorgaben der Verordnung 73/2009/EG (s.o. C2.1). Diese verfolgt das Ziel, bei Direktzahlungsempfängern den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand („glöZ“) der landwirtschaftlichen Flächen zu erhalten (vgl. Art. 6 Verordnung Nr. 73/2009/EG). Nach Abs. 1 dieser Regelung berücksichtigen die Mitgliedstaaten die besonderen Merkmale der betreffenden Flächen, einschließlich Boden- und Klimaverhältnisse, Bewirtschaftungssysteme, Flächennutzung, Fruchtwechsel, Wirtschaftsweisen und Betriebsstrukturen („Cross Compliance“). Im Vergleich zu Agrarumweltmaßnahmen (AUM), die „überobligatorische Umweltstandards setzen“, bilden Cross Compliance Anforderungen obligatorische Grundanforderungen für die subventionierte Landwirtschaft.⁶³ Sowohl von ihrem Inhalt als auch nach ihrer Funktion sind sie folglich mit den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis (s.u., C7.1) vergleichbar.⁶⁴ Aus den glöZ-Anforderungen folgen Mindeststandards im Hinblick auf den Humusgehalt, die Bodenerosion, die Bodenstruktur, die Instandhaltung von Flächen und Landschaftselemente sowie im Hinblick auf den Gewässerschutz. Die Mitgliedstaaten haben hierbei besondere Merkmale der betreffenden Flächen zu berücksichtigen und hierzu zählen auch die Boden- und Klimaverhältnisse (Art. 6 Verordnung Nr. 73/2009/EG).

Was mit „Klimaverhältnissen“ im Wortlaut der Verordnung gemeint ist, erschließt sich aus den Regelungen allerdings nicht – wahrscheinlich geht es um die örtlichen klimatischen

⁶³ Art. 36 lit. a) Ziff. iv); 39 ELER-Verordnung 1698/2005/EG; *Möckel*, Klimaschutz und Anpassung bei landwirtschaftlichen Böden, DVBl. 2012, S. 408 (409).

⁶⁴ Vgl. *Rehbinder*, Biodiversitäts- und Klimaschutz in der Landwirtschaft: Reichen die gesetzlichen Rahmenbedingungen?, NuR 2011, S. 241 (243).

Verhältnisse, nicht aber um den Klimawandel an sich. Allerdings lässt die Pflicht zur Berücksichtigung der Boden- und Klimaverhältnisse darauf schließen, dass die Verordnung eine entsprechende Differenzierung nach Standort sowie eine gewisse Dynamik bei der Anpassung an sich verändernde Klimaverhältnisse voraussetzt.⁶⁵ Der Anhang III enthält zu Art. 6 eine Tabelle, in der für den jeweiligen Gegenstand (gemeint sind Schutzziele wie etwa Schutz vor Bodenerosionen bzw. Erhalt organischer Substanz im Boden) Standards normiert werden. Der Schutz von Dauergrünland wird als Standard zur Erreichung eines „Mindestmaßes an Instandhaltung von Flächen“ bzw. „Mindestmaß an landschaftspflegerischen Instandhaltungsmaßnahmen und Vermeidung einer Zerstörung von Lebensräumen“ genannt. Es ist insofern davon auszugehen, dass sich der Grünlandschutz in diesem Zusammenhang nicht direkt am Erhalt des Bodens orientiert, sondern vielmehr am Erhalt der Lebensräume für Tiere und Pflanzen.

Zur innerstaatlichen Durchführung wurden das DirektZahlVerpflG⁶⁶ und die DirektZahlVerpflV⁶⁷ erlassen. In beiden werden die Bodenschutzbelange, wie den Schutz des Bodens vor Erosion, den Erhalt der organischen Substanz und der Bodenstruktur herausgestellt, nicht aber explizit der Klimaschutz. Für das Dauergrünland wird festgelegt, dass dessen Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche (bezogen auf das Referenzjahr 2003) nicht erheblich abnimmt. Die Länder werden ermächtigt, Verordnungen zu erlassen, die Genaueres regeln (§ 5 Abs. 3 DirektZahlVerpflG).

Die Verordnungen der Länder zum Erhalt von Dauergrünland (Niedersachsen, Bremen, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt) enthalten keine Verankerung bodenbezogener Qualitätsziele sowie des Schutzes der Klimafunktion. Sie orientieren sich primär am Erhalt der Lebensräume von Tieren und Pflanzen.

Begrenzungen des Grünlandumbruchs dienen aber mittelbar auch dem Klimaschutz durch Erhalt der Klimafunktion des betroffenen Bodens, allerdings ohne dass dies im Gesetz herausgestellt wird.

Erhöhte Anforderungen zum Schutz des Bodens – auch unter dem Gesichtspunkt seiner Bedeutung für das Klima – erfolgen auf europäischer Ebene durch eine Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) (s.o., C3.1). Beihilfen sollen zukünftig stärker an Leistungen für den Umweltschutz geknüpft. Hierzu sollen gem. der Zielvorstellung der Kommission alle Betriebsinhaber in der EU-Landwirtschaft, die Stützungszahlungen erhalten, über die Cross-Compliance-Anforderungen hinausgehend als Bestandteil ihrer täglichen Landbewirtschaftungstätigkeit einen Nutzen für den Umwelt- und Klimaschutz erbringen. Die „Ökologisierung“, an die zukünftig 30 % der Direktzahlungen geknüpft werden sollen, soll u.a.

⁶⁵ So *Möckel*, Klimaschutz und Anpassung bei landwirtschaftlichen Böden, DVBl. 2012, S. 408 (409).

⁶⁶ Gesetz zur Regelung der Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen durch Landwirte im Rahmen gemeinschaftsrechtlicher Vorschriften über Direktzahlungen und sonstige Stützungsregelungen, Direktzahlungen-Verpflichtungengesetz - v. 22.12.2011 (BGBl. I S. 3044) geändert worden ist (im Folgenden: DirektZahlVerpflG)

⁶⁷ Verordnung über die Grundsätze der Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (Direktzahlungen-Verpflichtungsverordnung – DirektZahlVerpflV) vom 15.12.2011 (eBAnz 2011, AT 144 V1), zuletzt geändert am 15.12.2011 (eBAnz AT 144 VI).

Dauergrünland noch besser schützen – auch zur Bindung von Kohlenstoff im Boden – und Anbaudiversifizierung für robustere Böden forcieren.⁶⁸

2.4 Subsidiarität des Bodenschutzes

Das Bodenschutzrecht setzt sich im Wesentlichen aus dem Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG)⁶⁹, der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV)⁷⁰ und den Landesbodenschutzgesetzen zusammen.

Die Inanspruchnahme und Nutzung des Bodens sowie sein Schutz sind in zahlreichen Vorschriften des Umwelt- und Planungsrechts geregelt. Diese werden in § 3 Abs. 1 Nrn. 1 bis 11 BBodSchG aufgeführt. Der Gesetzgeber hat das Bodenschutzrecht so konzipiert, dass es ergänzend zu den bereits bestehenden bodenbezogenen Vorschriften tritt.

Die in § 3 Abs. 1 Nrn. 1 bis 11 BBodSchG genannten Regelungen stuft der Gesetzgeber hinsichtlich des Bodenschutzes als Spezialregelungen ein.⁷¹ Das BBodSchG findet auf schädliche Bodenveränderungen und Altlasten nur Anwendung, soweit die in § 3 Abs. 1 Nrn. 1 bis 11 aufgeführten Vorschriften Einwirkungen auf den Boden nicht regeln. Dies bedeutet, dass beispielsweise Vorschriften des Abfallrechts zum Aufbringen von Abfällen und zum Betrieb von Abfallbeseitigungsanlagen, des Düngemittel- und Pflanzenschutzrechts, des Waldrechts, des Bauplanungs- und Bauordnungsrechts, des Bergrechts und des Immissionsschutzrechts vorrangig anzuwenden sind, soweit in diesen Gesetzen Einwirkungen auf den Boden geregelt sind. Das Bodenschutzrecht ist insoweit auf schädliche Bodenveränderungen nicht anzuwenden.

Die Subsidiarität des Bodenschutzes trägt dem Umstand Rechnung, dass zwischen Bodenschutz und anderen Regelungsgegenständen des Umweltrechts enge Verflechtungen bestehen, die eine klare Trennung der Regelungsbereiche als nicht praktikabel erscheinen lassen.⁷² Durch die Subsidiarität soll sich das BBodSchG in das bestehende Umweltrecht einfügen und die Verzahnung mit den anderen umweltrechtlichen Rechtsvorschriften herstellen.⁷³

Infolge der Subsidiaritätsregel sind für den Zweck dieses Forschungsvorhabens auch andere bodenbezogene Regelungen des Umwelt- und Planungsrechts einzubeziehen. Die Analyse wird sich auf diejenigen Rechtsbereiche konzentrieren, deren Anwendungsbereich die wesentlichen Beeinträchtigungen der Klimafunktion des Bodens sowie die wesentlichen Beeinträchtigungen des Bodens durch den Klimawandel erfasst. Dies betrifft insbesondere die einschlägigen Vorschriften des Bauplanungs- und Bauordnungsrechts, die maßgeblich die Inanspruchnahme

⁶⁸ Vorschlag der Kommission für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates mit Vorschriften über Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik vom 19.10.2011, KOM(2011) 625 endgültig/2, 2011/0280 (COD), S 3.

⁶⁹ Bundes-Bodenschutzgesetz v. 17.03.1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Art. 3 des Gesetzes v. 09.12.2004 (BGBl. I S. 3214) geändert worden ist.

⁷⁰ Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung v. 12.07.1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Art. 16 des Gesetzes v. 31.07.2009 (BGBl. I S. 2585) geändert worden ist, im Folgenden: BBodSchV.

⁷¹ Vgl. *Holzwarth/Radtke/Hilger/Bachmann*, BBodSchG/BBodSchV, 2. Aufl., § 3, Rn. 3.

⁷² *Sondermann/Hejma*, in: *Versteyl/Sondermann*, BBodSchG, Kommentar, 2. Aufl. 2005, § 3, Rn. 2.

⁷³ BT-Drs. 13/6701, S. 20.

des Bodens durch Bebauung regeln. Ungeachtet der Anwendung baurechtlicher Vorschriften (vgl. § 3 Abs. 1 Nr. 9 BBodSchG) ist jedoch zu erörtern, inwieweit bodenschutzrechtliche Maßstäbe in die Anwendung der baurechtlichen Vorschriften ausstrahlen (zur Ausstrahlungswirkung des Bodenschutzes nachfolgend, C2.5).

Dagegen ist das Bodenschutzrecht auf andere wesentliche Wirkfaktoren – insbesondere die landwirtschaftliche Nutzung – uneingeschränkt anwendbar. Die Analyse hat sich insoweit auf die einschlägigen bodenschutzrechtlichen Maßstäbe (hier: § 17 BBodSchG zur guten fachlichen Praxis der Landwirtschaft) zu konzentrieren.

Gegenüber dem Wasserrecht (insbesondere dem Wasserhaushaltsgesetz) und dem Naturschutzrecht ist das Bodenschutzrecht dagegen nicht subsidiär. Es findet also neben diesen beiden im Rahmen dieses Vorhabens relevanten Rechtsregimen parallel Anwendung.

2.5 Ausstrahlungswirkung des Bodenschutzes

Das Bodenschutzrecht – insbesondere die Maßstäbe des BBodSchG – ist als umfassende Querschnittsmaterie zu verstehen⁷⁴, die in die Auslegung und Anwendung zahlreicher anderer Gesetze, die Einwirkungen auf den Boden regeln, ausstrahlt. Ungeachtet der Subsidiarität der Bodenschutzes, wonach dessen Regime auf eine ganze Reihe praktisch bedeutsamer Bodennutzungen nicht unmittelbar anwendbar ist (vgl. vorstehend C2.4), kann das Bodenschutzrecht wegen seines Querschnittscharakters erheblichen Einfluss auf den Vollzug dieser vorrangigen Gesetze nehmen.

Bei Bodennutzungen und Vorhaben, deren Zulässigkeit nach umwelt- oder baurechtlichen Vorschriften zu beurteilen ist, müssen regelmäßig Belange des Bodenschutzes berücksichtigt werden. Die dabei anzulegenden Maßstäbe sind dem Bodenschutzrecht zu entnehmen. Dies soll am Beispiel eines der zentralen Wirkfaktoren für die Beeinträchtigung der Klimaleistungsfunktionen gezeigt werden, nämlich der baulichen Nutzung des Bodens. Nach den einschlägigen Vorschriften des Bauplanungsrechts sind bei der Aufstellung der Bauleitpläne, insbesondere die Auswirkungen auf Boden, Klima und das Wirkungsgefüge zwischen ihnen zu berücksichtigen (§ 1 Abs. 7 a) BauGB). Die im BBodSchG ausgeformten Begriffe und Maßstäbe bilden die Grundlage zur fachplanerischen Berücksichtigung des Schutzguts „Boden“ im Bauplanungsrecht.⁷⁵ Dies sind § 2 Abs. 1 BBodSchG mit der Definition des Rechtsbegriffs „Boden“ und § 2 Abs. 2 BBodSchG mit den Bestimmungen zu den geschützten Funktionen des Bodens (insbesondere seine natürlichen Funktionen nach Nr. 1). Von „Auswirkungen“ auf den Boden im Sinne des Bauplanungsrechts ist allerdings nicht erst dann auszugehen, wenn die Bauleitplanung schädliche Bodenveränderungen verursacht.⁷⁶ Vielmehr bestimmt das BauGB mit der Abwägungsbeachtlichkeit von Belangen⁷⁷ eine eigene Wirkungsschwelle, indem es in § 1a Abs. 2 Satz verlangt, Bodenversiegelungen auf das notwendige Maß zu begrenzen (s.o., C2.3.5).

⁷⁴ Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), Umweltgutachten 2008 – Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels, 6.3, Bodenschutzrecht, S. 419.

⁷⁵ *Krautberger*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg, BauGB, § 1a Rn. 48.

⁷⁶ Vgl. *Becker*, BBodSchG, § 3, Rn. 24; *Söffker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg, BauGB, § 1, Rn. 144a.

⁷⁷ Vgl. *Söffker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg, BauGB, § 1, Rn. 112.

Bodenversiegelungen sind daher „Auswirkungen“ auf den Boden im Sinne des Bauplanungsrechts und lösen die entsprechenden baurechtlichen Regularien aus.⁷⁸

Auf der Ebene der Zulassung von Bauvorhaben sehen die Bauordnungen (BauO) der Bundesländer die allgemeine Pflicht vor, Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden [§ 3 Abs. 1 (allgemeine Anforderungen) der Musterbauordnung (MBO) der Bundesländer, Stand: 2008)]. Zu diesen zählt auch der Boden, was sich bereits aus Art. 20a GG ergibt (s.o., C2.2). Für die Auslegung und Anwendung dieser bauordnungsrechtlichen Pflichten bzw. Zulassungsvoraussetzungen und unbestimmter Rechtsbegriffe (z.B. in der baulichen Gefahrenabwehr) in Bezug auf den Boden ist wiederum das BBodSchG maßgeblich.⁷⁹ Weiter strahlen die Vorschriften des BBodSchG – insbesondere zu den geschützten Bodenfunktionen und den erfassten Beeinträchtigungen (schädliche Bodenveränderungen) – insbesondere auf folgende, in § 3 Abs. 1 BBodSchG genannte Rechtsvorschriften aus, die Einwirkungen auf den Boden regeln:

- Zulassung von Anlagen nach dem BImSchG, insbesondere nach § 4 i.V.m. § 1 BImSchG, wonach das Gesetz auch dem Schutz des Bodens dient,
- Zulassung von Abfallbeseitigungsanlagen nach §§ 34 ff. KrWG⁸⁰,
- Stilllegung von Deponien nach § 40 KrWG⁸¹,
- Aufbringen von Abfällen als Sekundärrohstoff- oder Wirtschaftsdünger im Rahmen des Abfallrechts, vgl. § 11 KrWG.

Gleichermaßen strahlen die Maßstäbe des BBodSchG auf bodenbezogene Gesetze aus, die neben dem BBodSchG Anwendung finden, denen gegenüber das Bodenschutzrecht also nicht subsidiär ist, (z.B. auf WHG und BNatSchG).

Die bodenschutzrechtlichen Maßstäbe können ihre Ausstrahlungswirkung jedoch nur entfalten, wenn das BBodSchG die Klimafunktion des Bodens sowie den Boden vor den Folgen des Klimawandels hinreichend deutlich schützt (dazu s.u., C4).

Soweit nicht in anderen Rechtsbereichen eigene Anforderungen getroffen werden, hängt die Ausstrahlungswirkung in der Vollzugspraxis des Weiteren davon ab, dass die Anforderungen des Bodenschutzes hinreichend konkret sind, so dass sie bei Vollzug der jeweiligen Vorschriften (z.B. des Baurechts oder des Anlagenzulassungsrechts) angemessen berücksichtigt werden können. Hierfür sind ggf. untergesetzliche Vorschriften, Standards und Werte erforderlich, wie sie für bestimmte Aufgaben des Bodenschutzes in der BBodSchV festgelegt sind (wie z.B. für Schadstoffbelastungen in der BBodSchV, vgl. u., C5.1.4). Welche Erfordernisse sich für untergesetzliche Standards ergeben, hängt von dem jeweiligen Handlungsfeld ab sowie von fachlichen Erwägungen. Sofern aus rechtlicher und vollzugspraktischer Sicht ein Bedarf an untergesetzlichen Standards gesehen wird, wird dies bezogen auf die jeweiligen Handlungsfelder angesprochen (s.u., C6 bis C8).

⁷⁸ *Söffker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg, BauGB, § 1, Rn. 144b.

⁷⁹ *Becker*, BBodSchG, § 3, Rn. 24.

⁸⁰ Vgl. *Becker*, BBodSchG, § 3, Rn. 13.

⁸¹ Siehe hierzu *Versteyl*, in: Schink/Versteyl, KrWG 2012, § 40 Rn. 21 ff.

3 Das BBodSchG als angemessener Rahmen für die Verbesserung des Bodenschutzes im Klimawandel

3.1 Erfordernis der Integration von Klimaschutz und Bodenschutz

Klimaschutz und Bodenschutz – auch in ihrer Wechselwirkung – sind bedeutsamer Teil des verfassungsrechtlichen Schutzauftrags nach Art. 20a GG, der vor allem durch den Gesetzgeber zu verwirklichen ist. Die Ziele, dem Klimawandel entgegenzuwirken und die Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen, schlagen sich auf verschiedenen Handlungsfeldern nieder und haben Eingang in zahlreiche Gesetze gefunden, die für die Inanspruchnahme des Bodens relevant sind (insbesondere in das Bau-, Planungs- und Anlagenzulassungsrecht).

Aus den verfassungsrechtlichen Vorgaben einerseits und aus der Integration des Klimaschutzes in das Umwelt- und Planungsrecht andererseits ergeben sich Konturen eines gesetzgeberischen Gesamtkonzepts. Art. 20a GG und die einschlägigen Gesetze (s.o., C2.2 und C2.3) verankern jeweils den Klimaschutz explizit als Zielsetzung. Das Bodenschutzrecht ist bislang – anders als das Planungsrecht (ROG, BauGB) und andere Gesetze des Umweltrechts nicht an die Belange des Klimaschutzes angepasst worden. Angesichts der Wirkungszusammenhänge zwischen Klimawandel und Bodenschutz ist es zumindest in symbolischer Hinsicht eine Gesetzeslücke, dass im BBodSchG Klimaschutzbelange nicht explizit verankert sind.

Das schließt allerdings nicht aus, dass die Klimafunktion des Bodens möglicherweise mittelbar bzw. implizit im Bodenschutzrecht verankert ist. Ebenso bleibt zu prüfen, ob möglicherweise das geltende Bodenschutzrecht einen ausreichenden Schutz des Bodens vor den Folgen des Klimawandels bietet (dazu nachfolgend C4).

3.2 Erfordernis der Verankerung von Schutzziele und Maßstäben im BBodSchG

Vor dem Hintergrund der verfassungs- und umweltrechtlichen Rahmenbedingungen (s.o., C2.1-C2.3) kommt es für einen leistungsfähigen Regelungsrahmen zunächst darauf an, dass im Bodenschutzrecht der Schutz der Klimafunktion des Bodens hinreichend verankert und deutlich ausgestaltet ist.

Auf diese Weise kann am wirksamsten und mit dem geringsten gesetzgeberischen Eingriff darauf hingewirkt werden, dass

- im Anwendungsbereich des Bodenschutzrechts und
- kraft Ausstrahlungswirkung des Bodenschutzrechts insbesondere auf das Bau- und Planungsrecht

Maßnahmen zum Schutz der Klimafunktion des Bodens bzw. zu seinem Schutz vor den Folgen des Klimawandels ergriffen werden.

Wie der Maßnahmenkatalog (s.o., B6) zeigt, sollte das bodenschutzrechtliche Schutzkonzept eine abgestufte Schutzintensität vorsehen:

- Schutz von Böden mit besonders wertvoller Klimafunktion;
- Schutz von (wertvollen) Böden vor intensiven Nutzungen mit hohem Schädigungspotenzial hinsichtlich der Klimafunktionen (Bebauung, Intensivlandwirtschaft);
- Schutz der Klimafunktion des Bodens generell;

- Schutz von (wertvollen) Böden vor den Folgen des Klimawandels (z.B. Erosion).

Verankerung des Schutzes von Böden mit besonders wertvoller Klimafunktion (z.B. Moore und semiterrestrische Böden)

- Grund der besonderen Schutzwürdigkeit: Besonders hohe CO₂-Speicherfunktion bei hoher Vulnerabilität und steigendem Nutzungsdruck durch Landwirtschaft
- Regulierungsziele: Vermeidung/Verminderung von Entwässerung/ Grünlandumbruch ggf. Wiederherstellung/Ausgleich
- Differenzierung des Schutzniveaus in den Gesetzen?

Die Einbeziehung der Klimafunktion in den Schutzbereich des Bodenschutzes bedeutet nicht, dass jegliche Beeinträchtigung verboten und praktisch flächendeckend Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind. Vielmehr bewirkt die „Unterschützstellung“ zunächst lediglich, dass die Belange des Bodenschutzes unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels überhaupt dort eigenständig berücksichtigt werden, wo der Boden entsprechend betroffen ist. Wie diese Belange bei Bodennutzungen und Planungen, z.B. im Rahmen der Abwägung, zu berücksichtigen sind und welche – absoluten oder relativen – Beschränkungen und Handlungspflichten daraus folgen, hängt von weiteren Regelungen ab.

4 Bodenschutzrecht und Klimawandel

Nachfolgend ist zu untersuchen, ob im BBodSchG die Klimafunktion des Bodens so verankert ist, dass

- auf dieser Grundlage Maßnahmen zu ihrem Schutz ergriffen werden können und
- die diesbezüglichen Schutzziele in den Vollzug der relevanten Vorschriften des Umwelt- und Planungsrechts ausstrahlen können.

Weiter ist zu prüfen, ob der Boden vor den klimawandelbedingten Beeinträchtigungen geschützt ist.

Die Anwendung des genannten bodenschutzrechtlichen Instrumentariums setzt voraus, dass eine geschützte Bodenfunktion berührt ist. Das BBodSchG sieht Pflichten im Rahmen der Gefahrenabwehr vor, etwa in den §§ 4, 9 BBodSchG, sowie Vorsorgemaßnahmen in § 7 BBodSchG. Sowohl Vorsorge- als auch Gefahrenabwehrmaßnahmen knüpfen an die Bodenfunktionen in §§ 1, 2 BBodSchG an.

In § 2 Abs. 2 BBodSchG heißt es:

„Der Boden erfüllt im Sinne dieses Gesetzes

1. natürliche Funktionen als

- a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,*
- b) Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,*
- c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers, ...“*

4.1 Klimafunktion des Bodens als Schutzziel im Sinne des BBodSchG

4.1.1 Die Klimafunktion des Bodens als Bestandteil des Naturhaushalts nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 b) BBodSchG

Die Klimafunktion des Bodens – Kohlenstoffspeicher und Kühlfunktion – sind möglicherweise von den in § 2 Abs. 2 Nr. 1 genannten „natürlichen Funktionen“ umfasst. Voraussetzung hierfür ist, dass das Klima als Bestandteil des Naturhaushalts im Sinne des Bodenschutzes anzusehen ist.

4.1.1.1 Auslegung des Begriffs „Naturhaushalt“ nach seinem Wortlaut

Der Begriff „Naturhaushalt“ ist im BBodSchG und in den Gesetzgebungsmaterialien nicht definiert. Jedenfalls versteht das Gesetz den Boden als Subsystem des Naturhaushalts, in welchem und für welches er Leistungen erbringt, die zugleich seinem Aufbau und seiner Erhaltung dienen.⁸² Die Leistungen selbst, die der Boden erbringt, werden vom Gesetz nicht abschließend bestimmt („insbesondere“).

Unter dem Begriff des Naturhaushalts werden das gesamte Ökosystem der Erde und die Atmosphäre erfasst. Für das Klima sind vor allem atmosphärische Zustände und Witterungsvorgänge in der Atmosphäre kennzeichnend.⁸³ Auch die bodenschutzrechtliche Literatur weist auf den Zusammenhang zwischen Atmosphäre und Klima hin.⁸⁴ Eine derartige Auslegung des Begriffs entspricht auch der wissenschaftlichen Sicht, die die Natur als den gesamten Kosmos mit seiner Materie und seinen Kräften, Veränderungen und Gesetzmäßigkeiten kennzeichnet.⁸⁵ Das Klima ist bereits hiernach Bestandteil des Begriffs „Naturhaushalt“. Dies erlaubt nach dem Wortlaut des § 2 Abs. 2 Nr. 1 b) BBodSchG eine Einordnung der Klimafunktion des Bodens als natürliche Bodenfunktion.

4.1.1.2 Gesetzssystematik

§ 7 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG enthält folgende Begriffsbestimmung:

*„2. Naturhaushalt
die Naturgüter Boden, Wasser, Luft, Klima, Tiere und Pflanzen sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen;...“*

Folgende Gesetze verwenden den Begriff des Naturhaushalts ebenfalls:

- §§ 1, 1a BauGB,
- § 1 Nr. 1 BWaldG,
- § 1 WHG,

⁸² Becker, BBodSchG, Stand: Mai 2009, § 2, Rn. 14.

⁸³ Vgl. Hupfer, Das Klimasystem der Erde, Berlin 1991.

⁸⁴ Nies, in: Landmann/Rohmer, BBodSchG, § 2, Rn. 8.

⁸⁵ Becker, BBodSchG, Stand: Juni 2007, § 2, Rn. 15.

- § 1 Nr. 6 Pflanzenschutzgesetz,⁸⁶
- § 3 a Abs. 2 Chemikaliengesetz.⁸⁷

Im Sinne der Rechtsklarheit und Rechtseinheitlichkeit ist von einer einheitlichen begrifflichen Verwendung auszugehen.⁸⁸

Für das Bodenschutzrecht ist kein Grund ersichtlich, warum der Begriff des „Naturhaushalts“ enger als im BNatSchG und in anderen Gesetzen des Umwelt- und Planungsrechts gefasst werden sollte. Insbesondere besteht kein Anhaltspunkt dafür, das Klima nicht als Bestandteil des Naturhaushalts zu sehen.

Nach § 3 BBodSchG findet das BBodSchG nur Anwendung, wenn die dort genannten Fachgesetze Einwirkungen auf den Boden nicht regeln. Die Subsidiarität des BBodSchG gilt gegenüber solchen Fachgesetzen, in denen der Begriff des „Naturhaushalts“ ebenfalls verwendet wird. Dies spricht für ein einheitliches Begriffsverständnis in den genannten Gesetzen unter Einbeziehung des BBodSchG.

Für ein umfassendes Verständnis des Begriffs „Naturhaushalt“ sprechen schließlich verfassungsrechtliche Aspekte, und zwar die Verwendung des Begriffs „Naturschutz“ in Art. 74 Abs. 1 Nr. 29 GG und der Schutz von Boden und Klima als Bestandteile der natürlichen Lebensgrundlagen i. S. d. Art. 20 a GG (s.o., C2.1).

Nach systematischer Auslegung ist das Klima Bestandteil des Naturhaushalts i.S.d. § 2 Abs. 1 Nr. 2b) BBodSchG. Die Klimafunktion des Bodens zählt danach zu den natürlichen Bodenfunktionen im Sinne des Gesetzes.

4.1.1.3 Gesetzeszweck

Zur Zeit der Entstehung des BBodSchG standen Belastungen durch Schadstoffe oder Versauerung im Vordergrund.⁸⁹

Die Gesetzesmaterialien geben allerdings Hinweise, dass auch klimarelevante Funktionen des Bodens zumindest teilweise erfasst werden sollten. So heißt es in der Gesetzesbegründung der Bundesregierung:

„(...) Böden sind auch wesentlich am globalen Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf beteiligt. Störungen der Bodenfunktion können zu zusätzlichen Freisetzungen klimawirksamer Spurengase führen und die CO₂-Festlegung durch die Vegetation beeinträchtigen.“⁹⁰

⁸⁶ Pflanzenschutzgesetz i. d. F. der Bekanntmachung v. 14.05.1998 (BGBl. I S. 971, 1527, 3512), das zuletzt durch Art. 4 des Gesetzes v. 02.11.2011 (BGBl. I S. 2162) geändert worden ist, im Folgenden: PflSchG.

⁸⁷ Chemikaliengesetz i. d. F. der Bekanntmachung v. 02.07.2008 (BGBl. I S. 1146), das zuletzt durch Art. 1 des Gesetzes v. 02.11.2011 (BGBl. I S. 2162) geändert worden ist, im Folgenden: ChemG.

⁸⁸ *Becker*, BBodSchG, Stand: April 2010, § 2, Rn. 15 spricht von einem „universalen“ Gesetzesbegriff.

⁸⁹ *Schrader*, Bodenschutz, Landwirtschaft und Klimaschutz – Zur Einbeziehung der Landwirtschaft in den Emissionshandel, NuR 2009., 747 (750) m.w.N.

⁹⁰ BT-Drs. 13/6701, S. 28 zu § 2 Abs. 2 Nr. 2 BBodSchG a. F.; die Ausführungen in der Gesetzesbegründung beziehen sich auf § 2 Abs. 2 Nr. 2 BBodSchG a. F., dieser geht nunmehr wortgetreu in § 2 Abs. 2 Nr. 1 b) BBodSchG n. F. auf, so dass auch aus diesem Grund eine Übertragbarkeit gegeben erscheint.

Die Kühlfunktion der Böden wird in den Materialien nicht angesprochen.

Dass der Klimaschutzaspekt bei der Verabschiedung des BBodSchG noch nicht in seiner heutigen Bedeutung gesehen wurde, ist für das Verständnis des BBodSchG nicht von entscheidender Bedeutung. Das Zusammenspiel zwischen dem Schutz von Umweltmedien und dem Schutz des Klimas ist vor dem Hintergrund des verfassungsrechtlichen Handlungsauftrages auf den unterschiedlichen Regelungsfeldern – insbesondere des medienbezogenen Umweltrechts (z.B. WHG, BImSchG) – zu bewältigen.

Nachdem die Klimafunktion des Bodens in den letzten Jahren durch wissenschaftliche Untersuchungen immer klarer herausgearbeitet wurde, entspricht es einem umfassenden Verständnis des Bodenschutzes und des Begriffes „Naturhaushalt“, die Klimafunktion auch entsprechend zu berücksichtigen. Wortlaut und Systematik des BBodSchG stehen – wie gezeigt – einer solchen Auslegung jedenfalls nicht entgegen. Es besteht kein Grund, warum die Berücksichtigung der Klimaschutzbelange im BBodSchG – anders als in anderen Gesetzen des Umwelt- und Planungsrechts – unterbleiben sollte. Vielmehr ist davon auszugehen, dass das BBodSchG in seinem Anwendungsbereich die Auswirkungen auf das Klima ebenso berücksichtigt, wie dies andere Umweltgesetze in ihrem jeweiligen Anwendungsbereich tun.

Damit spricht letztlich auch der Zweck des gesetzlichen Schutzes der Bodenfunktionen im Naturhaushalt dafür, die Klimafunktion des Bodens in das Schutzregime einzubeziehen.

Die Einbeziehung der Klimafunktion nur durch komplizierte Auslegung des Begriffes „Naturhaushalt“ bleibt in der Wirkungsweise schwächer, als eine explizite Betonung im jeweiligen Gesetz. So kann mittels Auslegung auch nicht hinreichend gesichert werden, dass die klimarelevanten Elemente, wie die Senken- und Kühlfunktion der Böden Berücksichtigung finden und auch geschützt werden.

4.1.2 Mittelbarer Schutz der Klimafunktion über den Schutz anderer natürlicher Bodenfunktionen

Es ist zu erörtern, ob die Klimafunktion des Bodens – ggf. teilweise – erfasst ist von anderen vom BBodSchG erwähnten natürlichen Bodenfunktionen. Insoweit hätte zwar die Klimafunktion des Bodens keine selbstständige Bedeutung im Rahmen des gesetzlichen Schutzregimes. Allerdings wäre die Klimafunktion des Bodens – mittelbar – in dem Maße geschützt, wie die jeweiligen natürlichen Bodenfunktionen tatsächlich geschützt werden.

4.1.2.1 Kühlfunktion - Wasserkreislauf

Die Kühlfunktion des Bodens basiert maßgeblich auf der Fähigkeit des Bodens, Wasser zu speichern (vgl. oben unter C1.1.1). Die Kühlungsfunktion könnte daher Bestandteil des „Wasserkreislaufs“ in § 2 Abs. 2 Nr. 1 b) BBodSchG sein.

§ 2 Abs. 1 Nr. 1 b) BBodSchG meint den Boden als Teil des gesamten Wasserkreislaufs und seine Funktion als Wasserspeicher.⁹¹ Die Wasserspeicherfunktion des Bodens als Bestandteil des Wasserhaushalts ist in tatsächlicher Hinsicht die Voraussetzung der Kühlungsfunktion des Bodens für die unteren Luftschichten. Insofern fällt die Kühlungsfunktion des Bodens nicht als solche, wohl aber mittelbar über den Schutz des Bodens als Teil des Wasserkreislaufs in das Schutzregime.

⁹¹ *Becker*, BBodSchG, Stand: Januar 2009, § 2, Rn. 16.

4.1.2.2 Kohlenstoffspeicherfunktion - Nährstoffkreisläufe

§ 2 Abs. 2 Nr. 1 b) BBodSchG bezieht die Nährstoffkreisläufe im Boden als Bestandteil des Naturhaushalts ein. „Kreislauf“ ist hier als Prozess der Bereitstellung, der Verarbeitung und des Freisetzens von Nährstoffen zu verstehen.⁹² Mobilisierungsprozesse stehen auf der einen Seite, Immobilisierungsprozesse auf der anderen, d.h. Verwitterung, Mineralisierung und Desorption stehen günstigenfalls in dynamischem Ablauf mit Festlegungsvorgängen.⁹³ In der Biomasse des Bodens wird auch Kohlenstoff festgelegt, d.h. immobilisiert.

Kohlenstoff ist allerdings kein „Nährstoff“ im Sinne dieser Vorschrift. Gleichwohl ist die Bindungsfähigkeit des Bodens im Hinblick auf Kohlenstoff von den Nährstoffgehalten des Bodens abhängig. Die Speicherfunktion eines Bodens ist umso besser, je höher sein Humusanteil ist. Daher dient der Schutz der Humusgehalte zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit mittelbar zugleich dem Schutz der Funktion des Bodens als Kohlenstoffspeicher (s.o. unter C1.1.).

4.1.2.3 Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedien

Möglicherweise wird die Klimafunktion des Bodens teilweise abgedeckt durch die in § 2 Abs. 2 Nr. 1 c) genannte Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen aufgrund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften. Diese Eigenschaften versetzen den Boden in die Lage, stoffliche Einwirkungen auf ihn abzubauen, auszugleichen und aufzubauen. Besonders hervorgehoben wird die Schutzfunktion für das Grundwasser.⁹⁴

Unter dem Begriff der Puffereigenschaft versteht man das Festhalten und Freigeben sowie die Lösung und Fällung von Stoffen, die Säure-Base-Regulation sowie die Speicherfähigkeit von Wasser im Boden.⁹⁵ Die Bindung von Kohlenstoff an den Biomasseanteil des Bodens lässt sich möglicherweise als Festhalten von Stoffen verstehen, so dass die Kohlenstoffspeicherfunktion des Bodens als Puffereigenschaft eingeordnet werden könnte.

Der Wortlaut lässt eine derartige Auslegung zu. Es bleibt allerdings zu berücksichtigen, dass diese Pufferfunktion prägend für die Eigenschaft des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen ist. Insbesondere geht es bei den beschriebenen Eigenschaften des Bodens darum, Funktionen zu schützen, die ihn selbst in die Lage versetzen, stoffliche Einwirkungen auf ihn abzubauen und dabei insbesondere das Grundwasser zu schützen.⁹⁶ Soweit der Kohlenstoffanteil im Boden an diesen Prozessen teilhat, dürfte er von dem Schutz der Pufferfunktion des Bodens mit abgedeckt sein.

Auch die Funktion des Bodens, Wasser zu speichern, ist von der Pufferfunktion in diesem Sinne erfasst.⁹⁷ Diese Speichereigenschaft vermag gelöste Schadstoffe durch Sorption bzw. Resorption im Boden festzuhalten, so dass diese sich nicht in das Grundwasser verlagern. Auch die Wasserspeichereigenschaft ist damit ein Teil der vom Gesetz genannten Puffereigenschaft.

⁹² *Becker*, BBodSchG, Stand: Januar 2009, § 2, Rn. 17.

⁹³ *Becker*, BBodSchG, Stand: Januar 2009, § 2, Rn. 17.

⁹⁴ *Becker*, BBodSchG, Stand: März 2006, § 2 BBodSchG, Rn. 18.

⁹⁵ *Becker*, Bundesbodenschutzgesetz, Stand: März 2006, § 2 BBodSchG, Rn. 18.

⁹⁶ *Versteyl/Sondermann*, BBodSchG, 2. Aufl. 2005, § 2, Rn. 21.

⁹⁷ *Becker*, Bundesbodenschutzgesetz, Stand: März 2006, § 2 BBodSchG, Rn. 18.

Im Vordergrund steht aber auch hier der Schutz von Grundwasser und Mensch vor dem Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser.

4.1.2.4 Schlussfolgerungen für die Reichweite des mittelbaren Schutzes der Klimafunktion des Bodens

Diejenigen Bodeneigenschaften, die für die Klimafunktion (Kühl- und Kohlenstoffspeichereigenschaft) maßgeblich sind, werden jedenfalls teilweise auch durch andere gesetzlich geschützte Bodenfunktionen mittelbar erfasst. Soweit der Boden auch in der Praxis hinsichtlich seiner Funktion im Wasserkreislauf, im Nährstoffkreislauf und als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium effektiv geschützt wird, kommt dies somit auch dem Erhalt seiner Klimafunktion zugute.

Es wäre allerdings zu kurz gegriffen, hieraus die Schlussfolgerung zu ziehen, dass eine Verankerung der Klimafunktion des Bodens im Gesetz entbehrlich wäre. Wie die fachlichen Erkenntnisse zeigen, bestehen in der Praxis schwerwiegende Mängel beim Bodenschutz. Politisch konsentrierte Ziele – wie z.B. die Verringerung der Flächeninanspruchnahme – werden systematisch verfehlt. Auf anderen wichtigen Feldern – wie im Bereich der Landwirtschaft – fehlt es bereits daran, dass die aus fachlicher Sicht erforderlichen Entwicklungsziele politisch ernsthaft gesteckt werden (vgl. B4).

Daher wird es zur Umsetzung der aus fachlicher Sicht erforderlichen Maßnahmen des Bodenschutzes im Kontext des Klimawandels nicht genügen, auf das Regime des „überkommenen“ Bodenschutzes zu setzen.

Vielmehr ist es erforderlich, den durch den Klimawandel zusätzlich hervorgerufenen Bedarf für den Schutz des Bodens ausreichend im Gesetz zu verankern. Der Klimawandel fordert – wie die umweltfachlichen Erkenntnisse unter B zeigen – zusätzliche Anstrengungen in diese Richtung. Da die fachlich erforderlichen Maßnahmen mit Aufwand, Belastungen und Eingriffen in Rechte verbunden sind, bedürfen solche weitergehenden Maßnahmen des Bodenschutzes unter dem Aspekt des Klimawandels einer entsprechenden Verankerung im BBodSchG.

Der Umstand, dass die klimarelevanten Eigenschaften des Bodens jedenfalls teilweise deckungsgleich sind mit anderen Bodenfunktionen [siehe vorstehend a) bis c)] zeigt, dass die Klimafunktion sich nahtlos einfügen wird in die Systematik des Bodenschutzrechts. Es ist gewissermaßen bereits jetzt im Gesetz „die Spur gelegt“ dafür, ergänzend die Klimafunktion des Bodens aufzunehmen. Nur so lassen sich zusätzliche, über das bisherige „Niveau“ im Vollzug hinausgehende Maßnahmen des Bodenschutzes unter dem Aspekt des Klimawandels rechtfertigen.

4.1.3 Fazit: Unzureichende Verankerung der Klimafunktion im BBodSchG

Die Analyse unter C4.1.1 und C4.1.2 hat ergeben:

Die systematische und die teleologische Auslegung sprechen dafür, dass die Klimafunktion des Bodens schon jetzt von dem Schutzbereich des Gesetzes – nämlich in der Funktion des Bodens als Bestandteil des Naturhaushalts – erfasst wird.

Allerdings kann sich diese Auslegung nicht auf explizite Regelungen im BBodSchG stützen, sie muss vielmehr aus dem systematischen Zusammenspiel mit anderen Gesetzen („Naturhaushalt“) gewonnen werden. Hieraus ergibt sich das Problem, dass mittels Auslegung die Berücksichtigung der Klimafunktion des Bodens (also die Senken- und Kühlfunktion) nicht hinreichend gesichert wird.

Die klimarelevanten Eigenschaften des Bodens werden zwar teilweise durch andere im BBodSchG geschützte natürliche Bodenfunktionen abgedeckt (z.B. Funktion des Bodens für den Nährstoff- und Wasserkreislauf). Das vorhandene Regime genügt aber in der Praxis offensichtlich nicht, um den Bodenschutz in dem erforderlichen Maße zu verbessern. Daher vermögen die bestehenden Regelungen die zusätzlichen Herausforderungen des Klimawandels an den Bodenschutz erst recht nicht zu bewältigen.

Unter dem Gesichtspunkt einer möglichst effektiven Berücksichtigung der Klimabelange im Anwendungsbereich des Bodenschutzes kann dieses Ergebnis nicht befriedigen. Es ist zu erwarten, dass die Klimafunktion des Bodens – wie schon bisher – allein auf Grundlage solcher, durch komplexe Auslegung gewonnener Rechtsauffassung im Vollzug nicht ausreichend berücksichtigt wird. Hierzu muss man sich vor Augen halten, dass aus fachlicher Sicht teils umfangreiche Maßnahmen zum Schutz der Klimafunktion des Bodens erforderlich sind (s.o., B6). Diese Maßnahmen gehen deutlich über das bisher im Vollzug erreichte Schutzniveau hinaus und sind mit teils erheblichen Einschränkungen bei der Bodennutzung verbunden.

Die Umsetzung solcher Maßnahmen im Vollzug setzt jedoch entsprechend klare Ermächtigungsgrundlagen voraus. Hierfür ist zunächst eine deutliche Verankerung der Ziele – hier: der Schutz der Klimafunktionen des Bodens – erforderlich. Daran fehlt es bislang im BBodSchG.

4.2 Schutz des Bodens vor den Auswirkungen des Klimawandels

Die nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels beeinträchtigen zunächst Bodenfunktionen, die durch das BBodSchG umfassend gestützt sind (vgl. § 2 Abs. 2 BBodSchG). Nur soweit die Auswirkungen des Klimawandels die Klimafunktionen beeinträchtigen, bestehen die oben unter C4.1-C4.3 genannten Unsicherheiten.

Die durch den Klimawandel bedingten Wirkfaktoren sind vom BBodSchG auch insoweit erfasst, als es sich um „Einwirkungen“ auf den Boden und um Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen handelt (vgl. §§ 2 Abs. 3, 4, 7 BBodSchG).

4.3 Abstufung der Schutzintensität

Aus fachlicher Sicht ist es erforderlich, die Schutzintensität entsprechend der Wertigkeit der Böden (besonders ausgeprägte Klimafunktion z.B. bei Moorböden) und der Empfindlichkeit der Böden abzustufen (vgl. oben, C3.2). Für eine entsprechende Konzentration der Schutzaufgaben auf die bedeutsamsten Böden bzw. Wirkfaktoren stellt das BBodSchG bislang keine Orientierungshilfe bereit. Der Schutzansatz in den §§ 1 und 2 des Gesetzes ist umfassend. Die Berücksichtigung der Bodenart oder von Eigenschaften des Bodens bei den Anforderungen ist bislang lediglich bei einzelnen Nutzungsformen vorgesehen (vgl. z.B. § 17 Abs. 2 BBodSchG).

Insofern fehlt bislang im BBodSchG eine gesetzliche Grundlage, um die Schutzintensität entsprechend der Wertigkeit bzw. Empfindlichkeit der jeweiligen Böden abzustufen und systematisch Schwerpunkte im Bodenschutz unter dem Aspekt des Klimawandels zu setzen.

5 Rechtliche Instrumente zum Schutz des Bodens im Klimawandel

Die Verankerung der Klimafunktion des Bodens im BBodSchG bzw. in anderen Gesetzen (ggf. kraft Ausstrahlungswirkung des BBodSchG) ist – wie oben ausführlich dargelegt – eine notwendige Bedingung dafür, dass sich der durch das Gesetz vermittelte Schutz überhaupt entfalten kann. Insofern wird die folgende Analyse des rechtlichen Instrumentariums unter der

Prämisse durchgeführt, dass die Klimafunktion des Bodens im BBodSchG (künftig) deutlich verankert ist.

Ein solches Schutzziel ist notwendig, aber allein noch nicht hinreichend. Vielmehr werden geeignete rechtliche Instrumente benötigt, um die aus fachlicher Sicht erforderlichen Maßnahmen (s.o., C1.3.3 sowie B) auch tatsächlich im Vollzug umsetzen zu können. So resultieren aus dem Maßnahmenkatalog vor allem Vorgaben, bestimmte Böden von Bebauung und anderen Beeinträchtigungen freizuhalten sind, sowie Vorgaben für die landwirtschaftliche Nutzung von Böden.

Das hierzu geeignete ordnungsrechtliche Instrumentarium wird vor allem bestehen aus:

- Genehmigungsvorbehalten nebst flankierender Planungsinstrumenten,
- Verboten, behördlichen Anordnungsbefugnissen,
- Regeln für die Bewirtschaftung („gute fachliche Praxis“) nebst Mechanismen zu ihrer Durchsetzung einschließlich finanzieller Anreize.

Nachfolgend wird anhand des BBodSchG und der anderen hier relevanten gesetzlichen Grundlagen erörtert, ob insoweit ein effektives Instrumentarium zur Verfügung steht.

Zunächst werden die Instrumente des Bodenschutzes daraufhin analysiert, ob sie geeignet sind, die Klimafunktion des Bodens zu schützen bzw. Maßnahmen zur Klimaanpassung zu unterstützen (s.u., C5.1). Unter C5.2 ff. folgt dann eine Analyse der einschlägigen Vorschriften im Fachrecht im Hinblick darauf, ob sie eine effektive Umsetzung der aus fachlicher Sicht prioritären Handlungsempfehlungen bzw. Maßnahmen (siehe den Katalog oben unter C1.2.3) erwarten lassen.

5.1 Instrumente des Bodenschutzes

5.1.1 Überblick

Das BBodSchG ist ordnungsrechtlich ausgerichtet. Es regelt insbesondere Vorsorge-, Gefahrenabwehr- und Sanierungspflichten bei „schädlichen Bodenveränderungen“ (dazu nachfolgend C5.1.2).

Dagegen ist keine eigenständige bodenschutzrechtliche Planung vorgesehen; die Länder haben lediglich bei flächenhaft auftretenden schädlichen Bodenveränderungen entsprechende Befugnisse zu gebietsbezogenen Maßnahmen des Bodenschutzes (§ 21 Abs. 3 BBodSchG).

Ebenso enthält das BBodSchG keine Genehmigungsvorbehalte für Vorhaben oder Bodennutzungen, die geeignet sind, die Bodenfunktionen zu beeinträchtigen. Soweit zur Umsetzung des Maßnahmenkatalogs Planungsinstrumente oder Genehmigungsvorbehalte erforderlich oder wenigstens zweckmäßig wären, müsste nach geltendem Recht auf die anderen relevanten Regelungen des Umwelt- und Planungsrechts zurückgegriffen werden (s.u., C5.2).

5.1.2 Bestimmung der „schädlichen Bodenveränderung“ bei der Beeinträchtigung der Klimafunktion des Bodens

Wie bereits angedeutet, hat der Begriff der „schädlichen Bodenveränderung“ im BBodSchG eine Schlüsselfunktion. So greifen die Pflichten zur Gefahrenabwehr und zur Sanierung (erst) dann, wenn eine schädliche Bodenveränderung droht oder bereits eingetreten ist (vgl. § 4

Absätze 1 bis 3 BBodSchG). Die Vorsorgepflicht nach § 7 BBodSchG hat den Zweck, bereits im Vorfeld das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen zu vermeiden.⁹⁸

Die gesetzliche Definition in § 2 Abs. 3 BBodSchG lautet:

„(3) Schädliche Bodenveränderungen im Sinne dieses Gesetzes sind Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen.“

Es ist nachfolgend zu erörtern, ob es erforderlich ist, die Schwelle der „schädlichen Bodenveränderung“ für den Schutz der Klimafunktion des Bodens zur Umsetzung der fachlich erforderlichen Maßnahmen (s.o., B) genauer zu bestimmen. Eine solche Konkretisierung hat der Verordnungsgeber bekanntlich u.a. für stoffliche Belastungen des Bodens⁹⁹ und für die Bodenerosion durch Wasser¹⁰⁰ in der BBodSchV vorgenommen. Für andere Arten der Beeinträchtigung von Bodenfunktionen ist die Schwelle der schädlichen Bodenveränderung bislang nicht näher bestimmt.

Nach Maßgabe des § 2 Abs. 3 BBodSchG ist zunächst zu prüfen, ob überhaupt eine Bodenfunktion beeinträchtigt ist. Dann ist zu prüfen, ob die Bodenveränderung eine „schädliche“ ist. Dies ist dann der Fall, wenn die Beeinträchtigung geeignet ist, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen herbeizuführen.

5.1.2.1 Beeinträchtigung von Bodenfunktionen

Beeinträchtigung der Klimafunktion durch Bodennutzung

Unter einer Beeinträchtigung ist die nachteilige Veränderung eines vorhandenen Zustands der Bodenfunktionen zu verstehen.¹⁰¹ Der Begriff „Bodenveränderung“ ist weit und umfasst stoffliche Einträge sowie Veränderungen der Bodenphysik und die Flächenversiegelung.¹⁰²

Unter der Prämisse, dass die Klimafunktion des Bodens nach geltendem Recht oder jedenfalls nach gesetzlicher Klarstellung geschützt sind (s.o., C4), lassen sich folgende Arten der nachteiligen Veränderung identifizieren (vgl. im Einzelnen die bodenfachlichen Erkenntnisse über die Beeinträchtigung der Klimafunktion des Bodens, Tab. 5, B6):

- Flächenversiegelung, Überbauung,
- Abgrabung, Aufschüttung, Bodenverdichtung,
- großflächige Grundwasserabsenkungen,
- Kohlenstoff- und Humusverarmung durch landwirtschaftliche Nutzung,
- Umbruch von Grünland in Ackerland.

⁹⁸ Zur Bedeutung des Begriffs „schädliche Bodenveränderung“ im Regelungszusammenhang des BBodSchG vgl. *Erbguth*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK, BBodSchG, Stand: Oktober 2011, § 2, Rn. 13.

⁹⁹ Vgl. §§ 3 ff., §§ 9 ff. i.V.m. Anlage 2 BBodSchG.

¹⁰⁰ Vgl. § 8 BBodSchV.

¹⁰¹ *Erbguth*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK, BBodSchG, Stand: Oktober 2011, § 2, Rn. 14.

¹⁰² BT-Drs. 13/6701, S. 29; *Nies*, in: Landmann/Rohmer, BBodSchG, § 2, Rn. 16.

Diese Formen der nachteiligen Veränderung des Bodens stellen nach den fachlichen Erkenntnissen eine Beeinträchtigung seiner Klimafunktion i.S.d. § 2 Abs. 2 BBodSchG dar.

Beeinträchtigung von Bodenfunktionen durch Auswirkungen des Klimawandels

In umgekehrter Wirkrichtung können die Folgen des Klimawandels Bodenfunktionen beeinträchtigen, insbesondere die natürlichen Funktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG. Insofern geht es nicht nur um den Schutz der „neuen“ Klimafunktion des Bodens, sondern vielmehr um den Schutz der „konventionellen“, im BBodSchG sowie in der Praxis etablierten und anerkannten Bodenfunktionen. Längere Trockenperioden im Frühjahr und Sommer können zu einer geringeren Bodenfeuchte führen und verstärken die Gefahr von Winderosion.

Starkregenereignisse führen zu zunehmender Wassererosion und infolgedessen Verlusten an organischer Substanz des Bodens und damit seiner Fruchtbarkeit (s.o., B). Bodenerosion kann auch die Nutzungsfunktionen des Bodens, z.B. als Fläche für Siedlung und Erholung, beeinträchtigen (§ 2 Abs. 2 Nr. 2 BBodSchG).

Allerdings ist nicht der Klimawandel allein als Ursache für die vorgenannten Beeinträchtigungen und Gefährdungen des Bodens zu sehen. Nach den fachlichen Erkenntnissen sind besonders solche Böden vom Klimawandel betroffen, die infolge bestimmter Nutzungen oder sonstiger anthropogener Einflüsse eine erhöhte Vulnerabilität aufweisen (vgl. im Einzelnen B4). So können insbesondere landwirtschaftlich genutzte Böden – in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsweise und Jahreszeit – eine erhöhte Erosionsneigung haben (vgl. B4.1, B4.2, B4.5, Handlungsfeld 3). Die Beeinträchtigungen des Bodens werden also verursacht durch das Zusammentreffen von Auswirkungen des Klimawandels einerseits und der jeweiligen Bodeneigenschaften andererseits, die wiederum von der Nutzung oder sonstigen anthropogenen Einflüssen geprägt sein können. Damit treffen Wirkfaktoren zusammen, die nur im überregionalen bzw. globalen Maßstab beeinflusst werden können (Klimawandel und -auswirkungen) und andere Wirtschaftsfaktoren, die „vor Ort“ bei der Nutzung und Schutz des betroffenen Bodens beeinflusst werden können. Diese Unterscheidung hat insbesondere Bedeutung für die Wirksamkeit bodenschutzrechtlicher Instrumente, für die Zurechnung von Verantwortlichkeiten und für Verhaltungspflichten z. B. der Grundstückseigentümer oder -nutzer (dazu näher, s.u., C5.1.3.1).

5.1.2.2 Gefahren, erhebliche Nachteile oder Belästigungen

Das BBodSchG schützt den Boden nicht „um seiner selbst willen“, sondern nur insoweit, als er Träger bestimmter für andere Schutzgüter oder die Umwelt relevanter Funktionen ist.¹⁰³ Geschützt ist danach neben Leben, Gesundheit und Eigentum des Einzelnen¹⁰⁴ auch die Allgemeinheit.¹⁰⁵ Das Gesetz knüpft insoweit an den ordnungsrechtlichen Begriff der Allgemeinheit an, zu der auch die Umweltgüter (z.B. Luft, Grundwasser) gehören.¹⁰⁶

Daher ist zu erörtern, ob und unter welchen Bedingungen die Beeinträchtigung einer Klimafunktion (z.B. durch Bodenversiegelung) für die in § 2 Abs. 3 BBodSchG genannten Schutzgüter Gefahren usw. hervorrufen kann.

¹⁰³ *Schulte*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK, BBodSchG, Stand: April 2012, § 1, Rn. 8.

¹⁰⁴ *Erbguth*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK, BBodSchG, Stand: April 2012, § 2, Rn. 16.

¹⁰⁵ *Becker*, BBodSchG, Stand: April 2010, § 2, Rn. 31.

¹⁰⁶ *Frenz*, BBodSchG-Kommentar, § 2, Rn. 70.

Der Begriff der Gefahr orientiert sich am herkömmlichen ordnungsrechtlichen Verständnis, wonach eine Gefahr vorliegt, wenn der Eintritt eines Schadens an einem geschützten Rechtsgut hinreichend wahrscheinlich ist. Im Bodenschutzrecht ist bereits die „Gefahr einer Gefährdung“ ausreichend, weil nach der gesetzlichen Definition der schädlichen Bodenveränderung die Eignung der Beeinträchtigung zur Herbeiführung der Gefahr genügt.¹⁰⁷

Unter einem Nachteil wird die Beeinträchtigung von Interessen verstanden, die nicht mit einer Rechtsgutverletzung einhergehen; Belästigungen sind insbesondere Beeinträchtigungen des körperlichen und seelischen Wohlbefindens unterhalb der Schwelle einer Gefahr für die Gesundheit.¹⁰⁸

Nachteile und Belästigungen müssen erheblich sein. d.h. ein gewisses Maß an Intensität erreichen. Dem Schadensbegriff ist dieses Merkmal immanent, es soll der Tatsache Rechnung tragen, dass in einem hoch industrialisierten und dicht besiedelten Land vielfältige Bodeneinwirkungen schlechterdings unvermeidbar sind.¹⁰⁹

5.1.2.3 Ursachenzusammenhang zwischen Beeinträchtigung und Gefährdung von Schutzgütern

Beeinträchtigung der Klimafunktion durch Bodennutzung

Der Zusammenhang zwischen der Beeinträchtigung und der Gefahreignung ist im Sinne eines konkreten prognostizierbaren Kausalzusammenhangs zu verstehen. Eine abstrakte Gefahr genügt nicht, vielmehr muss die Beeinträchtigung eine solche Qualität haben, dass sich die negative Folge bei ungehindertem Geschehensablauf konkret verwirklichen kann.¹¹⁰ Zwischen der Beeinträchtigung der Klimafunktion des Bodens einerseits und den negativen Folgen (Gefahren bzw. Nachteile oder Belästigungen) für eine ganze Reihe der nach § 2 Abs. 3 BBodSchG geschützten Rechtsgüter andererseits lässt sich ein potenzieller Ursachenzusammenhang ohne weiteres herstellen. Der Klimawandel birgt Gefahren für Gesundheit, Eigentum, Vermögenswerte und verschiedene Umweltgüter. Soweit also die Beeinträchtigung von Klimafunktionen des Bodens den Klimawandel befördert, liegt hierin ein Gefährdungspotenzial für die betreffenden Schutzgüter.

Allerdings lässt sich ein solcher Kausalzusammenhang zwischen der Beeinträchtigung von Klimafunktionen des Bodens und dem Klimawandel nur bei einer summarischen Betrachtung unter Einbeziehung großer Flächen herstellen. Allenfalls für das „Mikroklima“, z.B. in einem Stadtteil, wird sich ein konkreter Ursachenzusammenhang zwischen der Beeinträchtigung bestimmter Böden und einer örtlichen Klimaveränderung (z.B. Erwärmung), herstellen lassen.

Im Übrigen dürfte eine Verknüpfung zwischen der Beeinträchtigung von Bodenfunktionen (Bodenveränderung) und dem Klimawandel im Einzelfall methodisch schwerlich herstellbar sein.

Nach den geltenden Maßstäben wird auch eine massive Schädigung der Klimafunktionen des Bodens selbst bei einer großen Fläche nicht die Schwelle der schädlichen Bodenveränderung erreichen. Der Nachweis einer unmittelbaren Verursachung einer Gefahr usw. durch Änderungen, z.B. des Kohlenstoffkreislaufs von Böden wird sich regelmäßig nicht erbringen

¹⁰⁷ *Erbguth*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK, BBodSchG, Stand: Oktober 2011, § 2, Rn. 16.

¹⁰⁸ *Erbguth*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK, BBodSchG, Stand: Oktober 2011, § 2, Rn. 18.

¹⁰⁹ BT-Drs. 13/6701, S. 29, 30.

¹¹⁰ Vgl. *Verstey/Sondermann*, BBodSchG, 2. Aufl. 2005, § 2, Rn. 51.

lassen.¹¹¹ Der Einfluss einer bestimmten Beeinträchtigung der Klimafunktion auf das Klima an sich wird regelmäßig verschwindend gering sein, so dass das für eine schädliche Bodenveränderung erforderliche Gefährdungspotenzial nicht feststellbar ist.

Dies unterscheidet die Beeinträchtigung der Klimafunktion von anderen im BBodSchG geregelten Beeinträchtigungen, die typischerweise mit entsprechenden Gefahren im Umfeld des betroffenen Bodens verbunden sind. Der Ursachenzusammenhang zwischen der Beeinträchtigung einer Bodenfunktion und der Gefährdung von Schutzgütern ist beispielsweise bei Schadstoffbelastungen im Boden unmittelbar gegeben, wenn über den Sickerwasserpfad Einträge in das Grundwasser erfolgen. Hier äußert sich die Gefahr unmittelbar im räumlichen Umfeld des betroffenen Bodens. Dies ist typisch für die bodenschutzrechtliche „Eingriffssituation“, in der Rechtsgüter durch den nachteilig veränderten Boden (z.B. Kontamination) in dessen unmittelbaren räumlichen Umfeld betroffen sind (menschliche Gesundheit, Grundwasser, Flora und Fauna). Bei der Klimafunktion des Bodens fehlt es an einem solchen konkreten Ursachenzusammenhang zwischen einer Beeinträchtigung und ihrer Auswirkung auf das „Schutzgut“ Klima.

Lediglich wenn sich im Einzelfall die Beeinträchtigung des Bodens auf die klimatischen Verhältnisse in seiner näheren Umgebung auswirken, wird sich der Ursachenzusammenhang herstellen lassen. Ein Anwendungsfall in diesem Sinne können größere Versiegelungen im urbanen Raum mit der damit verbundenen Beeinträchtigung der Kühlfunktion und der Folge negativer Einflüsse auf das Stadtklima sein.

Beeinträchtigung von Bodenfunktionen durch Auswirkungen des Klimawandels

Bei den Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenfunktionen handelt es sich im Wesentlichen um Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen, die seit jeher vom BBodSchG erfasst sind. Dies gilt insbesondere für die Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG durch Wind- und Wassererosion, Austrocknung etc. Die Beeinträchtigung der spezifischen Klimafunktion des Bodens tritt hier lediglich hinzu.

Insofern stellt sich die Frage, ob eine nähere Bestimmung der „schädlichen Bodenveränderung“ bei dieser Beeinträchtigung von Bodenfunktionen infolge des Klimawandels erforderlich und zielführend ist. Die lokalen Auswirkungen von Klimaveränderungen (z.B. Starkwind oder Starkregenereignisse), entstehen im globalen Maßstab durch mannigfaltige Faktoren und Wirkungszusammenhänge. Die jeweiligen Auswirkungen auf einen bestimmten Boden können daher nicht einer bestimmten Ursache, sondern nur „dem“ Klimawandel als globaler, jedenfalls aber überregionaler Ursache zugeordnet werden.

Allerdings wurde bereits darauf hingewiesen, dass die nachteilige Veränderung des Bodens meist durch ein Zusammenwirken zwischen den klimabedingten Auswirkungen (z.B. Witterungseinflüsse) und der erhöhten Vulnerabilität des betroffenen Bodens infolge von Bodennutzungen und anderen anthropogenen Einflüssen verursacht wird (s.o., C5.1.2.1). So erhöhen die praktizierten Formen der landwirtschaftlichen Nutzung des Bodens dessen Vulnerabilität gegenüber Witterungseinflüssen. Insoweit können Beeinträchtigungen des Bodens – z.B. durch Winderosion – auf die Nutzung des Bodens als Ursache zurückgeführt werden. Nur soweit es um solche, die Vulnerabilität erhöhende Bodennutzungen geht, stellt

¹¹¹ *Schrader*, Bodenschutz, Landwirtschaft und Klimaschutz – Zur Einbeziehung der Landwirtschaft in den Emissionshandel, NuR 2009, 747 (750).

sich die Frage, ob die Schwelle der „schädlichen Bodenveränderung“ genauer bestimmt werden sollte.

5.1.3 Schlussfolgerungen

5.1.3.1 Fehlender konkreter Ursachenzusammenhang zwischen Beeinträchtigung und Klimawandel

Der Begriff der schädlichen Bodenveränderung erlaubt es nicht, einen Ursachenzusammenhang zwischen den Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen in ihrer Summe – bundesweit, bzw. nach europäischem oder gar globalem Maßstab – und dem Klimawandel herzustellen, um hieraus Pflichten des nachsorgenden Bodenschutzes zu entwickeln. Der Steuerungsansatz des BBodSchG ist ausgerichtet an den konkreten Auswirkungen einer Bodenbeeinträchtigung im Einzelfall, soweit das BBodSchG nicht subsidiär zu anderen Regelungen ist. In den typischen vom Bodenschutzrecht erfassten Fallgruppen geht es beispielsweise um Gefahren für den Boden durch Kontaminationen, die sich dann weitergehend auch auf das Grundwasser, die Luft oder die menschliche Gesundheit auswirken könnten (vgl. § 4 BBodSchG; § 5 BBodSchV; §§ 9-12 BBodSchV).

Stets nimmt das Gesetz die unmittelbaren nachteiligen Auswirkungen auf Schutzgüter im unmittelbaren Umfeld der Beeinträchtigung von Bodenfunktionen in den Blick. Mangels konkreten Ursachenzusammenhangs zwischen der Beeinträchtigung von Klimafunktionen des Bodens einerseits und dem Klimawandel bzw. hieraus resultierenden Beeinträchtigungen von Schutzgütern andererseits wird man bei den hier relevanten Beeinträchtigungen (siehe hierzu den bodenfachlichen Teil unter B) selbst in Fällen schwerwiegender Beeinträchtigungen (Vernichtung ganzer Moore, etc.) nach geltendem Recht nicht zur Bejahung einer schädlichen Bodenveränderung kommen. Dies spiegelt sich bei den Vorschriften zur Zurechnung dieser Auswirkungen zu Lasten einer oder mehrerer bestimmter Personen („Pflichtige“, vgl. §§ 4, 7 BBodSchG) wider. Dem Verursacher, Eigentümer oder sonstigen Pflichtigen können nur solche Auswirkungen zugerechnet werden, die durch sein Verhalten oder sein Grundstück unmittelbar verursacht werden. Eine derartige Zurechnung ist beim Klimawandel unmöglich, weil dieser durch eine Mannigfaltigkeit an Einflussfaktoren im globalen Maßstab verursacht wird.

Infolgedessen greifen bei einer Beeinträchtigung der Klimafunktion als solcher weder die Gefahrenabwehr- und Sanierungspflichten nach § 4 BBodSchG, noch die sonstigen Instrumente des nachsorgenden Bodenschutzes.

Ebenso entfällt eine Ausstrahlungswirkung des Bodenschutzrechts auf den Vollzug anderweitiger Regelungen, die „Bodenschutzklauseln“ enthalten, soweit diese erst greifen, wenn eine „schädliche Bodenveränderung“ droht (im Folgenden unter C5.1.3.2).

Bei den Auswirkungen des Klimawandels auf den Boden (z.B. in Folge von Witterungsereignissen) verhält es sich genau umgekehrt. Es liegt hier oftmals zweifelsfrei eine schädliche Bodenveränderung vor, wenn beispielsweise durch Winderosion mehrere geschützte Bodenfunktionen nachhaltig beeinträchtigt werden. Die schädigenden Witterungsereignisse lassen sich zwar im Rahmen des BBodSchG den Pflichtigen nicht zurechnen, da sie durch den Klimawandel insgesamt bedingt sind. Zurechenbar sind allerdings Formen der Bodennutzung, die die Vulnerabilität des Bodens erhöhen (zu den Schlussfolgerungen siehe nachfolgend).

5.1.3.2 Bedeutung des bodenschutzrechtlichen Instrumentariums vor allem im Bereich der Vorsorge

Soweit es um den Schutz der Klimafunktion des Bodens (s.o., C5.1.2.3) geht, ist der Anwendungsbereich des bodenschutzrechtlichen Instrumentariums eher im Bereich der Vorsorge zu sehen. Für vorsorgebezogene Pflichten ist es nicht erforderlich, dass ein Ursachenzusammenhang zwischen einer Beeinträchtigung (hier: der Klimafunktion des Bodens) einerseits und einer konkreten nachteiligen Auswirkung (hier: auf das Klima und infolgedessen auf weitere Schutzgüter) hergestellt werden kann. Das Vorsorgeprinzip ermöglicht es, Nutzungsformen, Verhaltensweisen und Beeinträchtigungen zu regulieren, die nicht jeweils für sich, wohl aber in ihrer Summe von erheblicher Relevanz für den Schutz des Klimas und in der Folge für den Schutz weiterer Rechtsgüter relevant sind.¹¹²

Insofern ist die Situation nicht anders als beispielsweise im Immissionsschutzrecht, das vorsorgebezogene Anforderungen an den Schadstoffausstoß (z. B. aus Industrieanlagen und Kraftfahrzeugen) stellt. Die Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen als Betreiberpflicht bei genehmigungsbedürftiger Anlagen (§ 5 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG) betrifft Emissionen, die potentiell gefährlich sein können. Es muss nicht einmal ein relevanter Verursachungsbeitrag der jeweiligen Emissionsquelle feststehen (vgl. auch die Anforderungen an die Begrenzung des Schadstoffausstoßes von Kraftfahrzeugen durch Euro-Norm). Die potentielle Gefährlichkeit folgt aus der Schädlichkeit der emittierten Stoffe, aus der Menge, aus der zeitlichen Verteilung oder aus einer Kombination dieser Faktoren. Auf eine konkrete Gefährdung kommt es nicht an, es genügt ein statistischer Zusammenhang zwischen Emissionen und Schaden.¹¹³

In ganz ähnlicher Weise kann man die verschiedenen, aus umweltfachlicher Sicht identifizierten Bodennutzungen und -veränderungen, die zum Klimawandel beitragen (Versiegelung, Entwässerung, Grünlandumbruch) als potenzielle „Quellen“ der Klimaveränderung durch entsprechende Vorsorgeanforderungen erfassen. In ihrer Summation im überregionalen und globalen Maßstab tragen diese unzähligen einzelnen Bodennutzungen und -veränderungen zum Klimawandel bei. Veränderte Anforderungen zur Verbesserung der Klimafunktion des Bodens können wiederum in ihrer Summe dem Klimawandel entgegenwirken.

Soweit es um den Schutz des Bodens vor Folgen des Klimawandels geht (s.o., C5.1.2.3), sind dagegen auch Pflichten zur Gefahrenabwehr relevant. So geht der Ordnungsgeber in § 8 BBodSchV davon aus, dass Bodenerosion durch Wasser unter bestimmten Bedingungen – insbesondere relevante Bodenabträge – eine schädliche Bodenveränderung ist, die entsprechende Pflichten zur Gefahrenabwehr auslöst. Entsprechendes gilt dann für Bodenabträge durch Winderosion.¹¹⁴ Die Nutzungsformen des Bodens, die seine Vulnerabilität erhöhen, können somit die Schwelle der „schädlichen Bodenveränderung“ überschreiten. Möglicherweise sind ergänzend im Vorfeld dieser Gefahrenschwelle Vorsorgeanforderungen – etwa im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzung (§ 17 BBodSchG) zu stellen, damit der Boden

¹¹² Zu den Kriterien und zur Reichweite des Vorsorgeprinzips im Immissionsschutzrecht vgl. *Dietlein*, in: Landmann/Rohmer, BImSchG, § 5, Rn. 145, *Kloepfer*, Umweltrecht, § 14, Rn. 105f.

¹¹³ Vgl. *Jarass*, BImSchG, 9. Aufl. 2012, § 5 Rn. 51 m.w.N.

¹¹⁴ Vgl. Ständiger Ausschuss Recht (BORA) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), Möglichkeiten der rechtlichen Verankerungen des Klimaschutzes im Bodenschutzrecht, 31.03.2011, S. 33 mit dem Vorschlag zur Ergänzung des § 8 BBodSchG im Hinblick auf die Gefahrenabwehr von schädlichen Bodenveränderungen aufgrund von Bodenerosion durch Wind.

durch die fortschreitenden Klimaveränderungen nicht weitergehenden Beeinträchtigungen ausgesetzt ist.

Fazit: Für die Entwicklung von vorsorgebezogenen Pflichten ist es daher nicht erforderlich, den geltenden Maßstab für die „schädliche Bodenveränderung“ (§ 3 Abs. 2 BBodSchG) im Falle der Beeinträchtigung der Klimafunktion zu ändern. Die aus fachlicher Sicht erforderlichen Maßnahmen (vgl. Maßnahmenkatalog unter B6) können auf Grundlage vorsorgebezogener Regelungen durchgeführt werden. Allerdings bedürfen Vorsorgepflichten besonderer rechtlicher Rahmenbedingungen und Konkretisierungen (vgl. § 7 BBodSchG sowie unten).

Dagegen können Formen der Bodennutzung und -bewirtschaftung, die seine Vulnerabilität gegenüber Klimawandel bedingten Witterungsereignissen erhöhen, die Gefahr einer schädlichen Bodenveränderung begründen (insbesondere Erosion). Insoweit greifen die Pflichten zur Gefahrenabwehr nach § 4 BBodSchG bzw. § 8 BBodSchV.

5.1.3.3 Bedeutung der Schwelle der „schädlichen Bodenveränderung“ für die Ausstrahlungswirkung

Im Zusammenhang mit den hier relevanten Beeinträchtigungen des Bodens sind in bodenschutzrechtlicher Hinsicht wichtige Fragen der Rechtsanwendung bislang ungeklärt. So ist weder dem BBodSchG, noch der einschlägigen Rechtsprechung und Kommentarliteratur eine klare Auskunft zu entnehmen, ob und unter welchen Voraussetzungen eine Bodenversiegelung als „schädliche Bodenveränderung“ einzustufen ist. Der Gesetzgeber sah zwar die Flächenversiegelung als Beeinträchtigung der Bodenfunktionen an¹¹⁵; unter welchen Voraussetzungen eine Bodenversiegelung eine „schädliche Bodenveränderung“ i.S.d. § 2 Abs. 3 BBodSchG ist, bleibt allerdings offen.

Auch die Frage, ob etwa die Umwandlung von Grünland in Ackerland bereits eine „schädliche Bodenveränderung“ sein kann, ist bislang nicht geklärt.

Ebenso lassen sich dem Bodenschutzrecht und der hierzu ergangenen Rechtsprechung sowie der Literatur nicht entnehmen, ob und unter welchen Voraussetzungen mit Beeinträchtigungen im Zuge der landwirtschaftlichen Nutzung – ggf. in Verbindung mit Entwässerungsmaßnahmen und „Trockenlegung“ von Mooren – eine „schädliche Bodenveränderung“ verbunden ist. Der Ordnungsgeber hat sich in der BBodSchV darauf beschränkt, die Voraussetzungen für eine „schädliche Bodenveränderung“ im Hinblick auf Schadstoffeinträge und auf Bodenabträge und -ablagerungen durch Wasser und Wind zu konkretisieren (vgl. §§ 3, 4 BBodSchV). Im Übrigen gelten für die landwirtschaftliche Bodennutzung eigene Vorsorgepflichten (§ 17 BBodSchG).

Eine entsprechende Konkretisierung ist allerdings für die Ausstrahlungswirkung des BBodSchG in die anderen relevanten Rechtsbereiche nicht von entscheidender Bedeutung. So hat die landwirtschaftliche Bodennutzung eine eigene, vorsorgebezogene Regelung in § 17 BBodSchG erfahren. Die im vorliegenden Zusammenhang maßgeblichen Fachgesetze (z.B. BauGB, BNatSchG), die die maßgeblichen Wirkfaktoren für die Beeinträchtigung des Bodens regulieren (z.B. Flächenversiegelung, siehe im Einzelnen oben, B), enthalten jeweils eigene Maßstäbe. So erfasst das Zulassungsregime des Bauplanungsrechts jegliche bauliche Anlage bzw. Bodenversiegelung, unabhängig davon, ob es sich insoweit um eine „schädliche

¹¹⁵ BR-Drs. 702/96, S. 85.

Bodenveränderung“ im Sinne des BBodSchG handelt.¹¹⁶ Insoweit genügt es für die Ausstrahlungswirkung des BBodSchG, dass die Klimafunktion des Bodens hinreichend klar verankert ist. Ähnlich verhält es sich mit dem Naturschutzrecht. So ist es naturschutzrechtlich gesichert, dass die Versiegelung eines natürlichen Bodens – jedenfalls wenn sie nicht nur geringfügigen Ausmaßes ist – in der Regel einen naturschutzrechtlichen Eingriff darstellt; möglich erscheint dies auch in Hinblick auf den Umbruch von Grünland, also dessen Umwandlung in Ackerland (s.u., C7.2.1).¹¹⁷ Für die Anwendung des naturschutzrechtlichen Regimes ist also ebenfalls kein Rückgriff auf das BBodSchG erforderlich.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die bislang fehlende Konkretisierung des Begriffs „schädliche Bodenveränderung“ bzw. die nähere Bestimmung der Erheblichkeitsschwelle im Hinblick auf die im vorliegenden Zusammenhang relevanten Beeinträchtigungen (z.B. durch Versiegelung, landwirtschaftliche Nutzung) nicht zu bemängeln ist. Allerdings sind einerseits wirksame vorsorgebezogene Regelungen für die landwirtschaftliche Nutzung, andererseits wirksame Instrumente z.B. zur Begrenzung von Versiegelungen und der Umnutzung von Grünland in Ackerland im Fachrecht erforderlich.

5.1.4 Sonstige bodenschutzrechtliche Instrumente

Wesentliche Elemente des rechtlichen „Instrumenten-Kastens“ sind:

5.1.4.1 Ermächtigungsgrundlagen für vorsorgebezogene Regelungen insbesondere zum Schutz der Klimafunktion des Bodens

Die obige Prüfung (vgl. oben C5.1.3) zeigt, dass die Berücksichtigung der Klimafunktion des Bodens und der Anpassungen an den Klimawandel im Wesentlichen durch vorsorgebezogene Regelungen erfolgen sollte. Hierfür sind hinreichend klare Ermächtigungsgrundlagen notwendig. § 8 Abs. 2 BBodSchG bietet im Bereich der Vorsorge die Ermächtigungsgrundlage für Verordnungen. Hiernach können

„(...) zur Erfüllung der sich aus § 7 ergebenden Pflichten sowie zur Festlegung von Anforderungen an die damit verbundene Untersuchung und Bewertung von Flächen mit der Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung Vorschriften (...)“

erlassen werden. Die Verordnungsermächtigung ist – wie auch bei der Verordnungsermächtigung nach § 8 Abs. 1 BBodSchG (s.u. C5.1.4.2) – auf Maßnahmen-, Prüf- und Vorsorgewerte in Bezug auf Schadstoffe ausgerichtet. Zur Vorsorge für einen nachhaltigen Schutz der Klimafunktion ist die allgemeine Ermächtigung in § 8 Abs. 2 BBodSchG undeutlich und daher im Sinne einer Konkretisierung auf diese Belange hin ergänzungswürdig. Im Anschluss hieran könnten auf dieser Grundlage untergesetzliche Standards bzw. die Festlegung von Werten erfolgen. Diese könnten dann auf den Vollzug anderer Vorschriften ausstrahlen, die relevante Bodennutzungen regeln (z.B. Baurecht).

Auch die Ermächtigung zum Erlass von Grundsätzen der guten fachlichen Praxis nach § 17 Abs. 2 BBodSchG berücksichtigt bislang keine Klimaschutzaspekte (dazu s.u., C7.1.1).

¹¹⁶ Siehe zum Verhältnis von Bauplanungsrecht und Bodenschutz: *Stier*, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 4. Aufl., Rn. 1439 ff.

¹¹⁷ So zumindest: VG Schleswig-Holstein, Beschluss vom 22.12.2006 – 1 B 34/06 –, NuR 2007, S. 433; a.A., kein Eingriff zumindest dann wenn Grünlandumbruch nicht erstmalig: OVG Münster, Urteil vom 15.09.1999 – 7 A 1017/98 –, Rn. 63.

5.1.4.2 Ermächtigungsgrundlagen für Regelungen der Gefahrenabwehr

§ 8 Abs. 1 BBodSchG ermächtigt zum Erlass von

„(...) Vorschriften über die Erfüllung der sich aus § 4 ergebenden boden- und altlastenbezogenen Pflichten sowie die Untersuchung und Bewertung von Verdachtsflächen, schädlichen Bodenveränderungen, altlastverdächtigen Flächen und Altlasten (...)“

Die Vorschrift setzt über den Bezug auf § 4 BBodSchG bei der Gefahrenabwehr an.

Die Regelungen zur Gefahrenabwehr in § 8 BBodSchV bei Wassererosion fußen auf der Ermächtigung in § 8 Abs. 1 BBodSchG betreffend auf Vorschriften über die Erfüllung der Pflichten, die sich aus § 4 BBodSchG ergeben.

§ 8 BBodSchV enthält bislang keine Regelung zum Schutz des Bodens vor Winderosion. Es ist zu prüfen, ob die Vorschrift im Rahmen des geltenden Rechts entsprechend ergänzt werden könnte. Wortlaut und Zweck der Ermächtigung in § 8 Abs. 1 BBodSchG ständen dem nicht entgegen. Für den Bereich der landwirtschaftlichen Nutzung nimmt § 17 Abs. 2 S. 2 Nr. 4 BBodSchG hinsichtlich des Grundsatzes, Bodenabträge möglichst zu vermeiden, ausdrücklich auf die Berücksichtigung der Wasser- und Windverhältnisse Bezug. Daher ist davon auszugehen, dass auch § 8 BBodSchV entsprechend auf Grundlage des § 8 Abs. 1 BBodSchG um eine Regelung zur Winderosion ergänzt werden kann.¹¹⁸

5.2 Instrumente des Naturschutzrechts

Das Naturschutzrecht schützt auch den Boden in seiner Wechselwirkung mit dem Klima (s. o., C2.3.1). In diesem Kontext sind folgende Instrumente des Naturschutzrechts zu betrachten: die Eingriffsregelung, der gebietsbezogene Schutz und die diese ergänzende und dem Anspruch nach auch steuernde Landschaftsplanung.

5.2.1 Eingriffsregelung

Bei naturschutzrechtlichen Eingriffen greifen das Vermeidungsgebot, die Pflicht zu Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen bzw. Kompensationszahlungen.¹¹⁹

Als Eingriff kämen verschiedene der aus fachlicher Sicht relevanten Beeinträchtigungen (s. o., B6) in Betracht:

- Drainagen/Grundwasserabsenkungen
- Versiegelungen
- Trockenlegung von Mooren, Sümpfen Feuchtgebieten etc.
- Grünlandumbruch.

Inwieweit diese Maßnahmen als Eingriff anzusehen sind, wird unten unter C6 im Hinblick auf den Moorschutz und unter C8 im Hinblick auf den Schutz weiterer wertvoller Böden vor Bebauung etc. untersucht.

¹¹⁸ Dies entspricht auch der Einschätzung des BORA, Möglichkeiten der rechtlichen Verankerung des Klimaschutzes im Bodenschutzrecht, vom 31.03.2011, S. 9.

¹¹⁹ Guckelberger, in: Frenz/Müggenborg, BNatSchG, § 14, Rn. 1.

Nach § 14 Abs. 2 BNatSchG ist die land-, forst- und fischereiwirtschaftliche Bodennutzung nicht als Eingriff anzusehen, soweit dabei die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege berücksichtigt werden. Diese Voraussetzungen gelten für die landwirtschaftliche Bodennutzung als erfüllt, wenn unter Berücksichtigung der in § 5 Abs. 2-4 BNatSchG genannten Anforderungen die Grundsätze der „guten fachlichen Praxis“ nach § 17 Abs. 2 BBodSchG eingehalten sind („Regelvermutung“).¹²⁰

5.2.2 Gebietsbezogener Schutz und Landschaftsplanung

Die naturschutzrechtlichen Instrumente – insbesondere der Gebietsschutz für Naturschutzgebiete, Naturdenkmale und Biotope – dienen mittelbar auch dem Bodenschutz. Allerdings handelt es sich insoweit lediglich um einen mittelbaren, nicht zielgenauen Schutz. Auswahl und räumlicher Zuschnitt der naturschutzrechtlich geschützten Landschaftsbestandteile orientieren sich primär an den Schutzgütern der belebten Natur (vgl. § 39 BNatSchG: Allgemeiner Schutz wild lebender Tiere und Pflanzen) Allerdings orientieren sich die Ge- und Verbote in diesen Schutzgebieten nicht an der Eingriffsregelung, so dass auch über die gute fachliche Praxis keine Rechtfertigung von Beeinträchtigungen der Schutzgebiete erfolgt.¹²¹ Bei Landschaftsschutzgebieten (§ 26 BNatSchG) bleiben die land- bzw. forstwirtschaftliche Nutzung besonders zu berücksichtigen (§ 26 Abs. 2 BNatSchG mit Verweis auf § 5 Abs. 1 BNatSchG).

Der an der belebten Umwelt ausgerichtete Schutzrahmen gilt auch im Bereich des Schutzregimes für FFH-Gebiete nach der FFH-Richtlinie¹²² oder Vogelschutzgebiete nach der Vogelschutzrichtlinie¹²³. Für diese Gebiete im Netz von „NATURA 2000“ gilt das Verschlechterungsgebot nach § 33 Abs. 1 BNatSchG. Für die Zulassung von Vorhaben bedeutet dies, dass die Verträglichkeit anhand der Erhaltungsziele nach § 34 und § 36 BNatSchG zu überprüfen sind. Ist in dem Gebiet ein prioritärer Lebensraum gelistet, darf ein Projekt, das sich auf diesen Lebensraum auswirkt, nur im Wege einer Abweichungsprüfung als Ausnahmefall unter den Voraussetzungen des Art. 6 FFH-RL zugelassen werden.¹²⁴ Die Hürde ist zwar überwindbar, aber sehr hoch.

Allerdings besteht gem. § 67 BNatSchG die Möglichkeit für naturschutzrechtliche Befreiung von den Verboten des besonderen Artenschutzes wie auch von den Verboten bzw. Geboten des allgemeinen Artenschutzes und der NATURA 2000-Gebiete. Die Befreiungstatbestände sind dabei die Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses und der unzumutbaren Belastung. Die durch die Befreiung erfolgende Reduktion bzw. der Wegfall des Schutzrahmens für die

¹²⁰ Guckelberger, in: Frenz/Müggenborg, BNatSchG, § 14, Rn. 51 und 62.

¹²¹ So auch Reh binder, Biodiversitäts- und Klimaschutz in der Landwirtschaft: Reichen die gesetzlichen Rahmenbedingungen?, NuR 2011, 241 (242) m.V.a. BVerwG, Urteil vom 13.04.1983 – 4 C 76.80 -, NuR 1983, 897; VGH München, Urteil vom 12.07.1984 – 19 B 82 A -, 2356, NuR 1985, 281/282; VGH Kassel, Urteil vom 21.08.1997 – 6 UE 4842/96, NuR 1998, 271/272; Gassner, in: Gassner/Bendimir-Kahlo/Schmidt-Räntsch, BNatSchG (a.F.), 2. Aufl. 2003, § 26 Rn. 24.

¹²² Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.

¹²³ Richtlinie 79/409/EWG des Rates vom 2. April 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten.

¹²⁴ Siehe hierzu ausführlich: Stüer, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 4. Aufl., Rn. 3099 ff.

belebte Umwelt ließe dann zwangsläufig auch den mittelbaren Schutz für den Boden und seine Klimafunktion entfallen.

Die Landschaftsplanung hat die Aufgabe, die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege für den jeweiligen Planungsraum zu konkretisieren, den gegenwärtigen und zukünftigen Naturzustand zu ermitteln und Erfordernisse und Maßnahmen herzuleiten, darzustellen und zu begründen. Somit reicht die Landschaftsplanung über den Arten- und Biotopschutz hinaus.¹²⁵ Anpassungen an den Klimawandel und die Berücksichtigung bodenschutzrechtliche Aspekte sind allerdings bisher nicht explizit Ziel der Landschaftsplanung. Die Böden und damit deren Klimafunktion sind nicht den die engeren Naturschutzbereiche erfassenden raumrelevanten Umweltsektoren zuzurechnen, aber auch hier als Teil des Naturhaushalts miteinfasst.¹²⁶ Aus § 9 Abs. 1 BNatSchG folgt für die Landschaftsplanung auch die Aufgabe, klimabedingte Bodenrisiken lokal zu ermitteln und Vorsorgemaßnahmen zu entwickeln. Da die klimatischen Bodenrisiken stark vom jeweiligen Standort abhängen, kommt es auf die örtlichen Landschaftspläne an.

Allerdings bestehen weder eine Pflicht zur flächendeckenden Aufstellung dieser Pläne, noch außenverbindliche Festsetzungen, wie dies mittels der Bauleitplanung in Bebauungsplänen erfolgt. Landschaftspläne entfalten nur behördeninterne Wirkung und insoweit lediglich eine „Argumentationslast“¹²⁷ für entsprechende Abweichungen. Das Berücksichtigungsgebot aus § 9 Abs. 5 S. 1 BNatSchG hat somit eher Appellcharakter und erzeugt keine strikte Beachtungspflicht.¹²⁸

5.2.3 Zusammenfassung

Wertigkeit und Empfindlichkeit der Böden und bodenbezogene Schutzerfordernisse mit Blick auf den Klimaschutz zählen per se nicht zu den in der Praxis vorrangig berücksichtigten Gesichtspunkten. So ist der naturschutzrechtliche Gebietsschutz (Biotop-, FFH- und Vogelschutzgebiete) weniger auf Bodenschutzbelange, sondern mehr auf die belebte Umwelt ausgerichtet.

Der gebietsbezogene Naturschutz erfasst zudem nur einen Teil der Böden, die unter dem Gesichtspunkt des Klimaschutzes relevant sind. So erlaubt die Landschaftsplanung eine Berücksichtigung des Bodens und seiner Klimafunktion, ist aber aufgrund ihres rechtlichen Status eher durchsetzungsschwach. Abgesehen davon kann der naturschutzrechtliche Gebietsschutz geeignete Instrumente bereitstellen, um die Beeinträchtigung von Böden einzudämmen, allerdings nur solange sie nicht bereits land- bzw. forstwirtschaftlich genutzt werden. Insgesamt ist es erforderlich, dass die Belange des Bodenschutzes in der naturschutzrechtlichen Praxis eine größere Priorität erhalten.

¹²⁵ *Möckel*, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 259.

¹²⁶ So *Möckel*, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 259, *Reese/Köck/Möckel*, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, a.a.O., S. 387 f.

¹²⁷ *Erbguth/Stollmann*, in: Riedel/Lange, Landschaftsplanung, S. 51; *Gassner*, in: Gassner/Bendomin-Kahlo/Schmidt-Räntsch, BNatSchG, § 13 Rn. 15; *Appel*, in: Frenz/Müggenborg, BNatSchG, § 9, Rn. 78.

¹²⁸ *Appel*, in: Frenz/Müggenborg, BNatSchG, § 9, Rn. 78.

Sofern die Klimafunktion des Bodens als Schutzgut rechtlich verankert ist, könnten sich die Prioritäten aufgrund der Ausstrahlungswirkung des BBodSchG auch im Bereich des naturschutzrechtlichen Gebietsschutzes zugunsten des Bodenschutzes verschieben (s.o., C2.5).

Die Wirksamkeit der Instrumente des Naturschutzes wird entsprechend der unter B erarbeiteten Schlussfolgerungen in den unten aufgeführten Handlungsfeldern (C6 und C8) näher untersucht.

5.3 Instrumente des Raumordnungs- und Bauplanungsrechts

5.3.1 Raumordnungsrecht

Das Instrument der Raumordnung ist der Raumordnungsplan mit seinen Festsetzungsmöglichkeiten. Neben der Raumordnung des Bundes bestehen entsprechende Raumordnungen der Länder und Festlegungen zur Raumordnung in Landesentwicklungsprogrammen (LEPro) bzw. Landesentwicklungsplänen (LEP) ebenfalls auf Landesebene auf Grundlage von § 6 ROG. Für die Regionalebene bestehen ebenfalls entsprechende Regionale Entwicklungspläne bzw. Entwicklungsprogramme oder Regionalprogramme.

Im Rahmen der Aufstellung von Raumordnungsplänen sind die oben genannten, sich auch in Hinblick auf den Boden, das Klima und die Wechselwirkung zwischen diesen ausgerichtete Grundsätze der Raumordnung zu berücksichtigen. Eine Schnittstelle sowohl des Freiflächenschutzes als auch der Stärkung der Innenentwicklung sind Festlegungen von Zentralen Orten in Raumordnungsplänen (§ 8 Abs. 5 Nr. 1b ROG). Über die Raumordnungspläne können hieran orientiert Vorgaben für landesplanerische Standortplanungen für Gewerbebetriebe (wie den großflächigen Einzelhandel) erfolgen, um Wildwuchs auch im Bereich der Einzelhandelsnutzung auf der „Grünen Wiese“ zu verhindern. Neben dem Freiflächenschutz können so mittels landesplanerischer Steuerung Zentrale Orte und damit städtische Kernbereiche geschützt und in ihrer Funktionsfähigkeit als Zentrale Orte erhalten werden.¹²⁹

Die Raumordnung ermöglicht nach § 8 Abs. 7 ROG mittels der Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten, Bodenschutzgebiete im Sinne von § 21 Abs. 3 BBodSchG als Ziele oder Grundsätze der Raumordnung festzulegen.¹³⁰

5.3.2 Bauplanungsrecht

Das Instrument des Bauplanungsrechts ist die Aufstellung von Bauleitplänen (Flächennutzungspläne, Bebauungspläne) mit den entsprechenden Festsetzungsmöglichkeiten. Planakzessorisch, also von diesen Plänen abhängig bzw. mit diesen Plänen verbunden, wartet das Bauplanungsrecht mit einer Vielzahl von Vorgaben und Steuerungsmechanismen auf, die auch im Sinne des Klimaschutzes, des Freiflächenschutzes und einer effektiven Flächenkreislaufwirtschaft zum Nutzen der Innenentwicklung bzw. Innenverdichtung von Städten und Reaktivierung von Brachen genutzt werden können. Der Erleichterung der

¹²⁹ Siehe hierzu *Stüer/Buchsteiner*, DVBl. 2011, 345 (347).

¹³⁰ *Möckel*, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 256.

Innenentwicklung dient so der spezielle Regelungsrahmen von § 13a BauGB für Bebauungspläne der Innenentwicklung - allerdings durch Wegfall der Umweltprüfung (SUP) und nicht durch weitere (bodenschutzrechtlich ausgerichtete) Appelle.¹³¹

Weitere Regelungen des Bauplanungsrechts, die auf eine Begrenzung der Überbauung und Versiegelung natürlicher Böden abzielen, sind der Freiraumschutz nach § 35 BGB (Schutz des Außenbereichs) und das Entsiegelungsgebot nach § 179 BauGB.

5.3.3 Zwischenfazit

Die relevanten Instrumente mit ihren Festsetzungsmöglichkeiten sind der Raumordnungsplan auf Bundes- und Landesebene, auf kommunaler Ebene des Bauplanungsrechts sind es der Flächennutzungsplan und der Bebauungsplan. Insbesondere das Bauplanungsrecht fordert die Berücksichtigung von Aspekten des Klimaschutzes und stellt Instrumente bereit, mit denen ein effektiver Freiflächenschutz und bodenschonendes Bauen unterstützt werden können. Inwieweit sich dieses Wirkungspotenzial auf den relevanten Handlungsfeldern in der Praxis entfalten kann, wird unten (C8) erörtert.

6 Moorschutz

Der Schutz der Moorböden hat aufgrund ihrer besonders wertvollen Klimafunktion aus umweltfachlicher Sicht herausragende Bedeutung (vgl. B4.1-B4.3).

Die fachlichen Erfordernisse des Moorschutzes lassen sich in zwei Hauptrichtungen unterteilen. Zum einen sollen die noch existierenden (natürlichen) Moore vor Nutzungen, die mit Beeinträchtigungen ihrer ökologischen Funktionen verbunden sind, möglichst freigehalten und vor beeinträchtigenden Nutzungsänderungen geschützt werden.

Zum anderen geht es darum, bei bereits landwirtschaftlich oder für andere Zwecke genutzten Mooren auf verträgliche Bewirtschaftungsformen hinzuwirken und die Regeneration der Moore zu unterstützen. Nachfolgend wird der erste Aspekt – Schutz von Mooren vor schadensträchtiger Bewirtschaftung – behandelt. Auf den zweiten Aspekt – Schutz vor Mooren bei der landwirtschaftlichen Nutzung – wird unten unter C7 eingegangen. Der Schutz weiterer wertvoller Böden (abgesehen von den Moorböden) wird unten unter C8 näher untersucht.

6.1 Naturschutzrecht

Mit der Zielrichtung Moorschutz können hier insbesondere die Instrumente der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung und des gebietsbezogenen Schutzes zum Einsatz kommen.

¹³¹ Siehe hierzu im Einzelnen *Stüer*, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 4. Aufl., Rn. 856 ff.; *ders.* Städtebaurechtsnovelle 2012, DVBl. 2012, 1017 (1018). Der Wegfall der Umweltprüfung nach § 13 a BauGB wurde seitens des EuGH (Urteil vom 18.04.2013 – C – 463/11 – DVBl. 2013, 770 mit Anmerkung Stüer/Gabrock) für europarechtskonform erklärt. Der EuGH verlangt aber, dass die Vorgaben des § 13 a seitens der planenden Gemeinde strikt eingehalten werden. Sind die Voraussetzungen des § 13 a BauGB nicht gegeben, darf auch eine Umweltprüfung nicht entfallen.

6.1.1 Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung

Bei der Entwässerung von bzw. Grundwasserabsenkung in Feuchtgebieten und Mooren dürfte es sich regelmäßig um einen naturschutzrechtlichen Eingriff handeln.¹³² Infolgedessen kann das naturschutzrechtliche Instrumentarium der Eingriffsregelung prinzipiell für den Schutz von Mooren eingesetzt werden. Allerdings entfaltet die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung keine relevante Wirkung bei bereits versiegelten oder landwirtschaftlich genutzten Flächen, jedenfalls soweit die Regeln der guten fachlichen Praxis eingehalten werden (dazu s.u., C7).

Bei noch intakten Moorstandorten greift das – ansonsten selektive – Gebot, den Grünlandumbruch zu vermeiden (§ 5 Abs. 2 Nr. 5 BNatSchG). Dies hat zur Folge, dass ein Umbruch als Eingriff zu werten ist; die Regelvermutung des § 14 Abs. 2 BNatSchG kann also nicht greifen.¹³³ Allerdings verbietet die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung nur dann die Beeinträchtigung von Moorstandorten – z. B. durch Aufnahme einer landwirtschaftlichen Nutzung – wenn sie vermeidbar ist. Diesbezüglich kommt es darauf an, ob zumutbare Alternativen bestehen, den mit dem Eingriff verfolgten Zweck am gleichen Ort ohne oder mit geringeren Beeinträchtigungen zu erreichen (§ 15 Abs. 1 Satz 1 BNatSchG). Zudem besteht in der Praxis offensichtlich nicht immer Klarheit, anhand welcher fachlicher Kriterien im Einzelfall anzunehmen ist, dass begrifflich ein „Moor“ bzw. ein „Moorstandort“ vorliegt. Vollzugsunsicherheiten und ggf. -defizite sind die Folge. Dies betrifft auch den gebietsbezogenen Schutz und die Landschaftsplanung. Je nach den Bedingungen des Einzelfalls können aus diesen Gründen agrarstrukturelle Belange und landwirtschaftliche Interessen den über die Eingriffsregelung vermittelten Integritätsschutz für ökologisch funktionierende Moorstandorte relativieren. Soweit danach Beeinträchtigungen im Einzelfall zulässig sind, wird es überdies zweifelhaft sein, ob über Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen eine vollständige Kompensation der geschädigten Klimafunktion des Moorbodens erreicht werden kann.

6.1.2 Gebietsbezogener Schutz und Landschaftsplanung

Intakte Moore unterfallen gem. § 30 Abs. 2 Nr. 2 BNatSchG dem Biotopschutz.¹³⁴ Wie oben erwähnt, richten sich Auswahl und räumlicher Zuschnitt der naturschutzrechtlich geschützten Landschaftsbestandteile an den entsprechenden Schutzgütern der belebten Natur aus. So bezieht sich der auch ohne spezielle Ausweisung geltende Biotopschutz auf Biotope als Lebensraum einer Lebensgemeinschaft wild lebender Tiere und Pflanzen (§ 7 Abs. 2 Nr. 4 BNatSchG).

Hochmoorflächen sind auch bei intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und Entwässerung schutzwürdig und schutzbedürftig im Sinne des Naturschutzrechts (vgl. § 23 BNatSchG). Sie zählen zu den besonders geschützten Biotopen (§ 30 Abs. 2 Nr. 2 BNatSchG). Die Erhaltung und Entwicklung degenerierter Hochmoore stellt ein vorrangiges naturschutzrechtliches Ziel dar, das die Einbeziehung dieser Flächen in ein Naturschutzgebiet rechtfertigen kann.¹³⁵ Eine

¹³² Vgl. *Gellermann*, in: Landmann/Rohmer, BNatSchG, § 14, Rn. 10.

¹³³ *Endres*, in: Berendes/Müggenborg, BNatSchG, § 5, Rn. 13.

¹³⁴ Laut Gesetzesbegründung zum Entwurf des BNatSchGNeuregG vom 20.06.2001 werden lediglich Moore in natürlichem oder naturnahem Zustand einschließlich bestimmter Degenerations- und Regenerationsstadien vom Biotopschutz nach § 30 BNatSchG erfasst, BT-Drs. 14/6378, S. 66.

¹³⁵ OVG Lüneburg, Urteil vom. 06.11.2002 – 8 KN 231/01 –, in Bezug auf § 24 Abs. 1 Nr. 1 und 3 NNatSchG (NatSchG ND).

Naturschutzgebietsverordnung (also die Festlegung eines Naturschutzgebiets) ist rechtlich nicht zu beanstanden, wenn es aufgrund der Wasserrückhaltung in ungenutzten Bereichen des Naturschutzgebiets wider Erwarten zu einer Vernässung landwirtschaftlich genutzter Flächen kommt, die deren Bewirtschaftung beeinträchtigt.¹³⁶

Der Erlass einer Landschaftsschutzgebietsverordnung dagegen ist für den Schutz eines Hochmoors nur eingeschränkt geeignet, da nur Nutzungen untersagt werden können, die den Charakter des Gebietes verändern, das Landschaftsbild beeinträchtigen oder den Naturgenuss schmälern. Zudem sind – anders als in einem Naturschutzgebiet – die Belange der Land- und Forstwirtschaft besonders zu beachten.¹³⁷

Gleiches gilt für Schutzgebietsausweisungen, die nach der FFH-Richtlinie zu erfolgen haben. Diese benennt bestimmte Moore als Lebensraumtypen, die folglich den besonderen Schutzbestimmungen zum Verbundnetz „NATURA 2000“ unterfallen und für die folglich das Verschlechterungsgebot nach § 33 Abs. 1 BNatSchG greift. Für die Zulassung von Vorhaben bedeutet dies, dass die Verträglichkeit anhand der Erhaltungsziele nach § 34 und § 36 BNatSchG zu überprüfen sind. Der Anhang I Nr. 7 der FFH-Richtlinie qualifiziert z.B. „lebende Hochmoore“ sowie „aktive Moore“ als prioritäre natürliche Lebensraumtypen. Bei Listung als prioritärer Lebensraum darf ein Projekt, das sich auf diesen prioritären Lebensraum auswirkt, nur im Wege einer Abweichungsprüfung als Ausnahmefall unter den Voraussetzungen des Art. 6 FFH-RL zugelassen werden.¹³⁸ Die planerische Hürde ist zwar überwindbar, aber dennoch sehr hoch.¹³⁹ Auf Landesebene bestehen zusätzliche Regelungen („Moorschutzgesetze“), in denen der Moorschutz und die Steuerung des Torfabbaus besondere Berücksichtigung für die Landesraumplanung erhalten sollen.¹⁴⁰

6.2 Wasserrecht

Moore – insbesondere diejenigen, die schon vom naturschutzrechtlichen Schutz (FFH- und Vogelschutzgebiete) erfasst sind¹⁴¹ – werden sowohl als vom Wasser abhängende Landökosysteme bzw. Feuchtgebiete nach § 6 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 WHG als auch vom integrierten Schutz des Bodens nach § 6 Abs. 1 S. 2 WHG erfasst.

Ähnlich der Regelvermutung des § 14 Abs. 2 BNatSchG, wonach bei Wahrung der „guten fachlichen Praxis“ kein Eingriff vorliegt (s.o., C6.1), gilt für die Bodenentwässerung im Rahmen des Wasserrechts eine vergleichbare „Privilegierung“ der Land- bzw. Forstwirtschaft. Erfolgt eine Grundwasserabsenkung als gewöhnliche Bodenentwässerung der landwirtschaftlichen bzw. forstwirtschaftlichen Nutzung und sind keine signifikanten nachteiligen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt zu besorgen, liegt eine erlaubnisfreie Benutzung des Grundwassers vor (§ 46 Abs. 1 Nr. 2 WHG). Unter nachteiligen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt sind zuvorderst Freisetzungen bzw. Verlagerungen von Schadstoffen gemeint. Die Signifikanz ist

¹³⁶ OVG Lüneburg, Urteil vom 06.11.2002 – 8 KN 231/01 –.

¹³⁷ OVG Lüneburg, Urteil vom 06.11.2002 – 8 KN 231/01 –.

¹³⁸ Siehe hierzu ausführlich *Stüer*, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 4. Aufl., Rn. 3099 ff.

¹³⁹ Vgl. SRU 2012, S. 411.

¹⁴⁰ SRU 2012, S. 411.

¹⁴¹ Erfasst sind in erster Linie die auch in der Liste in Teil A des Anhangs VI zur WR-RL aufgeführten Gebiete, siehe hierzu auch detailliert *Knopp*, in: Sieder/Zeitler/Dahme/Knopp, WHG § 1a WHG a.F., Rn. 7c.

dabei nicht mit dem Begriff der Erheblichkeit gleichzusetzen. Geringfügige Einleitungen von Schadstoffen können die Schwelle der Signifikanz erreichen.¹⁴²

Unter die gewöhnlichen Maßnahmen der Bodenentwässerung fallen Drainagerohre, das Anlegen von Entwässerungsgräben und das Betreiben von Pumpenanlagen.¹⁴³ Allerdings bedarf es für die Annahme einer gewöhnlichen Bodenentwässerung bereits einer bestehenden (landwirtschaftlichen bzw. forstwirtschaftlichen) Nutzung und die Entwässerung darf nicht auf eine in Zukunft geplante Aufnahme dieser Nutzungen gerichtet sein. Eine Trockenlegung von bisher land- bzw. forstwirtschaftlich ungenutzten Sümpfen, Mooren oder Feuchtgebieten unterfällt nicht dem Privilegierungstatbestand einer gewöhnlichen Bodenentwässerung.¹⁴⁴

Liegt keine gewöhnliche Bodenentwässerung in diesem Sinne vor, ist eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. Deren Erteilung richtet sich nach den Kriterien des § 12 WHG und liegt im pflichtgemäßen Ermessen (Bewirtschaftungsermessen) der zuständigen Behörde. Danach wäre eine Erlaubnis u.a. zu versagen, wenn schädliche, auch durch Nebenbestimmungen nicht vermeidbare oder nicht ausgleichbare Gewässerveränderungen zu erwarten wären.

6.3 Besondere Moorschutzprogramme

Der Moorschutz unterfällt – wie dargelegt – einem Querschnittsbereich verschiedener Regelungsmaterien. Um den Schutz der Moore vor Trockenlegung, Abtorfung und/oder schädigenden landwirtschaftlichen Nutzungsformen zu verbessern und auch zur Renaturierung von Mooren (s.o., B4.1-B4.3) wurden auf Landesebene Moorschutzprogramme entwickelt (vgl. B4.1).¹⁴⁵

Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Schleswig-Holstein und Bayern haben so als die fünf Bundesländer mit den größten Moorflächen eigene Moorschutzprogramme installiert bzw. bereiten diese derzeit vor.

Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein haben den Zusammenhang zwischen Klimaschutz deutlich hervorgehoben. Das Moorschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern erfasst z.B. die Klimarelevanz, den Wasserhaushalt und alternative, „nasse“ Moorbodennutzungsformen. Zudem wurde ein System der Monitarisierung bzw. Erschließung alternativer Einkommensquellen durch die Entwicklung einer Mooranleihe (moorFutures) etabliert, um finanzielle Anreize zur Verbesserung des Moorschutzes zu schaffen.

Niedersachsen legte den Schwerpunkt seines Programms darauf, dass Hochmoorflächen nicht mehr abgetorft werden dürfen. Zudem wurde ein Großteil der vorhandenen Moorflächen als Naturschutzgebiete ausgewiesen. Für Niedermoore wurde indes ein allgemeines Leitbild zum Schutz und dauerhaften Sicherung formuliert, was aber keine bindende Wirkung oder qualifizierten Ziele enthält.

Brandenburg hat sich mit seinem Programm „Moorschutz im brandenburgischen Wald“ Maßnahmen des Waldumbaus und Wasserbaus zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts verschrieben.

¹⁴² Vgl. *Knopp*, in: Sieder/Zeitler/Dahme/Knopp, WHG § 46 m.V.a die Kommentierung zu § 33 WHG a.F. Rn. 14; *Böhme*, in: Berendes/Frenz/Müggenborg, WHG § 46, Rn. 16 ff.

¹⁴³ *Böhme*, in: Berendes/Frenz/Müggenborg, WHG § 46, Rn. 14.

¹⁴⁴ *Böhme*, in: Berendes/Frenz/Müggenborg, WHG § 46, Rn. 15.

¹⁴⁵ Siehe hierzu ausführlicher und m.w.N: SRU 2012, S. 416 ff.

Diese Schutzkonzepte der einzelnen Länder unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihres Umfangs, ihrer Bindungswirkung und in ihrer Detailtiefe voneinander. So mangelt es an einer Verzahnung zwischen verschiedenen Aspekten und Beteiligten aus den Bereichen Naturschutzrecht, Wasser und Forst- und Landwirtschaft, als auch an einer Kooperation und Interaktion zwischen den Bundesländern.

6.4 Fazit

Der Schutz der Moore hat auch im Naturschutzrecht eine deutliche Priorität, wenngleich insoweit nicht die Bedeutung der Moore für den Klimaschutz im Vordergrund steht. Das Naturschutzrecht stellt auch prinzipiell geeignete Instrumente für einen effektiven Moorschutz bereit: die Eingriffsregelung und den Gebietsschutz. Ergänzend können wasserrechtliche Anforderungen und Moorschutzprogramme wirken.

Zwar sehen sowohl die Eingriffsregelung als auch der Gebietsschutz Ausnahmen und Befreiungsmöglichkeiten vor (vgl. z.B. § 67 BNatSchG). Sofern dem Moorschutz das ihm gebührende Gewicht beigemessen wird, sollten diese Ausnahme- und Befreiungstatbestände jedoch nicht zu einer problematischen Aufweichung des Moorschutzes in der Praxis führen, dies setzt aber auch die begriffliche bzw. definitorische Klärung voraus, was unter einem „Moor/Moorstandort“ zu verstehen ist. Es kommt insoweit auf einen effektiven Vollzug des geltenden Rechts an.

Ein absoluter Moorschutz in dem Sinne, dass die Integrität sämtlicher Moore in unbedingten Vorrang vor allen anderen Belangen hätte, wäre ohnehin weder zweckmäßig, noch verfassungsrechtlich zulässig.

Der Vollzug kann weiter effektiviert werden, wenn die Belange des Boden- und Klimaschutzes künftig verstärkt einbezogen werden. Hierzu kann die Verankerung der Klimafunktion des Bodens im BBodSchG einen Beitrag leisten, da dies Kraft Ausstrahlungswirkung des BBodSchG beim Vollzug des Naturschutzrechts zu berücksichtigen ist. Vollzugsdefizite können erfahrungsgemäß verringert werden, wenn die Verletzung von Umweltvorschriften vor den Gerichten gerügt werden kann. Bedeutung haben insoweit auch die Klagemöglichkeiten für Umweltverbände, wie sie im UmwRG¹⁴⁶ ausgestaltet sind. Allerdings bestehen Defizite der Umsetzung der maßgeblichen europa- und völkerrechtlichen Vorgaben im UmwRG.¹⁴⁷

Insgesamt ist davon auszugehen, dass der Rechtsrahmen für den Schutz der natürlichen Moore – und damit ihrer Klimafunktion ausreichend ist und die Anstrengungen eher darauf gerichtet werden sollten, für einen effektiven Vollzug in der Praxis zu sorgen.

Eine andere Beurteilung ergibt sich für die wichtige Zielsetzung, die Regeneration oder Wiederherstellung beeinträchtigter Moorlandschaften herbeizuführen oder wenigstens zu unterstützen. Hierfür fehlt es an zielgenauen und wirksamen rechtlichen Instrumenten. Eine nähere Erörterung soll in diesem Rahmen allerdings nicht vorgenommen werden. Als wichtigstes Handlungsfeld in diesem Zusammenhang wurde die landwirtschaftliche Bodennutzung identifiziert. Änderungen der landwirtschaftlichen Benutzungsformen können

¹⁴⁶ Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz vom 07. 12.2006 (BGBl. I S. 2816), das zuletzt durch Art. 5 Abs. 32 des Gesetzes vom 24.02.2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.

¹⁴⁷ Vgl. *Verstey/Buchsteiner*, Investitions- und Planungssicherheit im Spannungsfeld von erweiterten Klagerechten für Umweltverbände I+E 2/2012, 73-83.

einen wesentlichen Beitrag wenigstens zur teilweisen Regeneration von Moorlandschaften leisten.

7 Landwirtschaftliche Bodennutzung

Von den in Deutschland bestehenden Moorflächen werden ca. 32 % als Ackerland und ca. 40 % als Grünland genutzt. Nur etwa 6 % sind Feuchtgebiete und ca. 14% bewaldet (s.o., B4.3).

Aus diesen Zahlen folgt, dass es aus fachlicher Sicht notwendig ist, die landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsweisen an die Erfordernisse des Schutzes der Klimafunktion des Bodens und darüber hinaus allgemein an die Belange des Bodenschutzes (z.B.: Verringerung der Erosionsgefährdung) anzupassen.¹⁴⁸ Neben der Nutzung selbst sind insbesondere Landnutzungsänderungen, wie die Umwandlung von Mooren in Ackerflächen aber auch die Umwandlung von Waldflächen oder Grünland zu Ackerland als potentiell klimaschädliches landwirtschaftliches Handeln zu identifizieren (vgl. oben, B4.3).¹⁴⁹

In rechtlicher Hinsicht geht es um geeignete, vollzugsfähige, aber auch im Hinblick auf die landwirtschaftlichen Gegebenheiten angemessene „Grundsätze der guten fachlichen Praxis“ (nachfolgend C7.1). Unter C7.2 werden sonstige rechtliche Instrumente behandelt, insbesondere die Begrenzung des Grünlandumbruches.

7.1 Grundsätze der guten fachlichen Praxis

Die gute fachliche Praxis ist ein Schlüsselbegriff im Boden- und Naturschutzrecht im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Nutzung (vgl. §§ 5 Abs. 2 und 14 Abs. 2 BNatSchG, 17 Abs. 2 BBodSchG). Das geltende Recht bestimmt, dass die bodenschutzrechtlichen Anforderungen zur Vorsorge bei Einhaltung dieser Grundsätze erfüllt werden. Zudem gilt nach § 14 Abs. 2 BNatSchG die Regelvermutung, dass bei Wahrung der guten fachlichen Praxis nach § 5 Abs. 2 bis 4 BNatSchG sowie nach § 17 Abs. 2 BBodSchG kein Eingriff in Natur und Landschaft vorliegt.

Die Kritik an den so rechtlich verankerten Grundsätzen der guten fachlichen Praxis bezieht sich auf:

- ihre umweltfachliche Ausrichtung (s.u., C7.1.1),
- ihren Konkretisierungsgrad und Vollzugsdefizite (s.u., C7.1.2).

7.1.1 Einbeziehung von Klimaschutzbelangen

Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis in ihrer gesetzlichen Ausprägung im BBodSchG und BNatSchG lassen bislang nicht explizit erkennen, dass Klimaschutzbelange einfließen. Das BNatSchG berücksichtigt zwar den Klimaschutz als ein „Teilanliegen“¹⁵⁰, Klimaschutzbelange werden jedoch bei den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis nach § 5 Abs. 3 BNatSchG nicht angesprochen.

¹⁴⁸ Zu diesem Komplex siehe insbesondere *Peine*, Landwirtschaft und Klimaschutz, NuR 2012, 611 – 618.

¹⁴⁹ So auch *Peine*, Landwirtschaft und Klimaschutz, NuR 2012, 611 (612).

¹⁵⁰ Vgl. *Rehbinder*, Biodiversitäts- und Klimaschutz in der Landwirtschaft: Reichen die gesetzlichen Rahmenbedingungen?, NuR 2011, 241 (244).

Mittelbar werden Belange des Klimaschutzes lediglich durch den Erosionsschutz und das Gebot der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit abgedeckt.

Möglicherweise kann man die Belange des Klimaschutzes im Wege systematischer und zweckorientierter Auslegung in die Grundsätze der guten fachlichen Praxis „hineinlesen“. Solange im BBodSchG weder die Bezüge zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung noch die Klimafunktion des Bodens verankert ist, wäre dies jedoch mit erheblichen Rechtsunsicherheiten verbunden. Angesichts der normativen Funktion dieser Grundsätze, als handlungsleitende Orientierung in der Praxis zu dienen, wäre es nicht angebracht, sich hiermit zu begnügen. Erst wenn das hier maßgebliche Schutzziel (Schutz der Klimafunktion des Bodens und Unterstützung seiner Anpassungsfähigkeit) verankert sind, können auf dieser Grundlage konkrete Regeln für die fachliche Praxis entwickelt werden.

7.1.2 Konkretisierungsgrad und Durchsetzbarkeit

Es wird zu Recht kritisiert, dass die Grundsätze der guten fachlichen Praxis und die dazugehörigen Rechtsbegriffe und Relationen zu unbestimmt formuliert sind und dass zugleich ein gesetzlicher Konkretisierungsauftrag fehlt, der dieses Manko beheben könnte.¹⁵¹ Eine Ausnahme bildet beispielsweise § 3 Abs. 2 das LNatSchG Schleswig-Holstein, wonach die oberste Naturschutzbehörde durch Verordnung die Grundsätze der guten fachlichen Praxis nach § 5 Abs. 2 Nr. 3 und 5 BNatSchG näher konkretisieren kann. Es hat lediglich rechtlich unverbindliche Konkretisierungsbemühungen auf Bundes- und auch auf Landesebene gegeben. So hat das Bundeslandwirtschaftsministerium 1999 eine Broschüre zu den „Grundsätzen und Handlungsempfehlungen zur guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung“¹⁵² herausgegeben. In einigen Bundesländern gibt es „Leitlinien für eine ordnungsgemäße Landbewirtschaftung“.¹⁵³

Zudem fehlt weitgehend eine behördliche Überwachung der landwirtschaftlichen Nutzung, die wiederum durch die fehlende Konkretisierung von „Standards“ erschwert wird. Die landwirtschaftliche Bodenbewirtschaftung ist grundsätzlich genehmigungsfrei, und es besteht keine behördliche Anordnungsbefugnis zur Konkretisierung der Vorsorgeanforderungen im Einzelfall. Weiter fehlen Instrumente der Eigenüberwachung der landwirtschaftlichen Betriebe und eine Sanktionierung von Verstößen gegen die Grundsätze der guten fachlichen Praxis.

Diese Defizite beeinträchtigen auch die Funktionsfähigkeit anderer Instrumente, mit denen die gute fachliche Praxis in einem Wirkungszusammenhang zu sehen ist. Da die Grundsätze der guten fachlichen Praxis nur erschwert einen vollziehbaren Standard setzen, kann auch die Schwelle eines naturschutzrechtlichen Eingriffs (§ 14 Abs. 2 BNatSchG) und die Schwelle eines Verstoßes gegen die bodenschutzrechtliche Vorsorgepflicht (§ 17 Abs. 1 BBodSchG), kaum hinreichend vollzugstauglich bestimmt werden.

¹⁵¹ Vgl. *Peine*, Landwirtschaft und Klimaschutz, NuR 2012, 611 (617); *Rehbinder*, Biodiversitäts- und Klimaschutz in der Landwirtschaft: Reichen die gesetzlichen Rahmenbedingungen?, NuR 2011, 241 (244).; *Möckel*, NuR 2008, 831 (833).

¹⁵² Bundesanzeiger Nr. 73 v. 20.04.1999.

¹⁵³ *Möckel*, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 285 mit Hinweis auf Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein. In Niedersachsen gibt es auch entsprechende Leitlinien herausgegeben von der Landwirtschaftskammer Hannover.

In der umweltrechtlichen Literatur werden die Grundsätze der guten fachlichen Praxis deshalb als Fall der „symbolischen Gesetzgebung“ bzw. als Regeln lediglich mit „Appellcharakter“ charakterisiert.¹⁵⁴

Weiter wird kritisiert, das gesetzlich fixierte Niveau der guten fachlichen Praxis bleibe deutlich unterhalb der verfassungsrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle, die angesichts der weitreichenden nachteiligen Einwirkungen der landwirtschaftlichen Nutzung auf den Boden mehr ausgeschöpft werden könne.¹⁵⁵

Die Schwächen der bodenschutzrechtlichen Regelung – z.B. fehlender Klimabezug, unzureichende Konkretisierung und behördliche Überwachung, fehlende Anordnungsbefugnisse und Instrumente der Eigenüberwachung – werden durch die naturschutzrechtliche Gesetzgebung und Vollzugspraxis nicht ausgeglichen. Verstöße gegen die Grundsätze der guten fachlichen Praxis können zwar ein Eingriff im naturschutzrechtlichen Sinne sein, so dass die entsprechenden Verbote, Pflichten und behördlichen Handlungsmöglichkeiten greifen. Die naturschutzrechtlichen und naturschutzfachlichen Kriterien scheinen sich in der Kombination von § 5 Abs. 2 BNatSchG und § 17 Abs. 2 BBodSchG allerdings dahingehend konkretisieren zu lassen, dass klare Bewirtschaftungsvorgaben mit Gebzw. Verbotscharakter begründet werden können.¹⁵⁶ Dieses Potential wird jedoch nicht ausgeschöpft. Es fehlt auch im Naturschutzrecht an einer an den Belangen des Bodenschutzes orientierten, hinreichenden Konkretisierung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis, und zwar sowohl im früheren, wie im geltenden Naturschutzrecht (vgl. § 5 Abs. 2 BNatSchG). Auf Grundlage des nach der Verfassungsreform 2009 novellierten BNatSchG¹⁵⁷ haben die Bundesländer nicht nur die Kompetenz, die Grundsätze der guten fachlichen Praxis nach § 5 Abs. 2 BNatSchG zu konkretisieren, sie können nunmehr auch durch Landesrecht hiervon abweichen.¹⁵⁸ Die bisher von den Bundesländern getroffenen Regelungen in den Landesnaturschutzgesetzen haben allerdings eher die Tendenz, die – unbefriedigenden - bundesrechtlichen Vorgaben, weiter aufzuweichen, statt wirksame und vollziehbare Standards zu setzen (vgl. zu einzelnen Landesregelungen betreffend den Grünlandumbruch nachfolgend C7.2.1).

Diese allgemeinen Defizite der gesetzlichen Regelung der guten fachlichen Praxis und Vollzuges schlagen sich auch bei den hier interessierenden Klimaschutzaspekten verstärkt nieder. Es kommt hinzu, dass die spezifische Klimafunktion des Bodens weniger im Fokus des Wirtschafters stehen wird, als die anderen Schutzzwecke der Grundsätze der guten fachlichen

¹⁵⁴ *Ekardt/Heym/Seidel*, Die Privilegierung der Landwirtschaft im Umweltrecht, ZUR 2008, 169 (176); *Hafner*, Rechtliche Rahmenbedingungen für eine an der Klimawandel angepasste Landwirtschaft, UPR 2010, S. 371 (374); m.w.N.

¹⁵⁵ Vgl. *Möckel*, NuR 2008, S. 831 (833).

¹⁵⁶ *Agona*, „Grundsätze der guten fachlichen Praxis“ nach § 5 Abs. 2 BNatSchG, NuR 2012, 297 (307).

¹⁵⁷ BNatSchG in der Fassung vom 29.07.2009, BGBl. I S. 2542.

¹⁵⁸ Das Gebiet des Naturschutzrechts und der Landschaftspflege unterfällt nicht mehr der Rahmengesetzgebung des Bundes, sondern nunmehr der konkurrierenden Gesetzgebung, wobei die Bundesländer nach Art. 72 Abs. 3 Grundgesetz abweichende Regelungen treffen können; vgl. *Agona*, „Grundsätze der guten fachlichen Praxis“ nach § 5 Abs. 2 BNatSchG, NuR 2012, 297 (298).

Praxis (etwa der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit). Dies erschwert die Mobilisierung des Eigeninteresses hinsichtlich klimaverträglicher Wirtschaftsweisen.¹⁵⁹

7.2 Sonstige Instrumente

Im Folgenden wird auf die Begrenzung des Grünlandumbruchs (C7.2.1), die landwirtschaftliche Fachplanung (C7.2.2) und die Flurbereinigung (C7.2.3) eingegangen.

7.2.1 Begrenzung des Grünlandumbruchs

Der Grünlandumbruch hat unter dem Gesichtspunkt des Klimaschutzes auch außerhalb von Moorstandorten (dazu s.o., C6) erhebliche Relevanz.

7.2.1.1 Naturschutzrecht

Auf Moorstandorten, erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten und auf Standorten mit hohem Grundwasserstand ist Grünlandumbruch zu unterlassen (Grundsatz der guten fachlichen Praxis nach § 5 Abs. 2 Nr. 5 BNatSchG).

Der Grünlandumbruch auf den aufgeführten Standorten ist ein naturschutzrechtlicher Eingriff¹⁶⁰ und keine von der guten fachlichen Praxis abgedeckte Maßnahme. Infolgedessen kann die landwirtschaftliche Privilegierung nach § 14 Abs. 2 BNatSchG nicht greifen. Erfasst werden durch diese Regelung auch besonders kohlenstoffreiche und damit klimarelevante Böden. Allerdings werden nur Überschwemmungsgebiete besonders ausgewiesen. Zudem zeigt sich in der Praxis, dass die Prüfung, ob im Einzelfall ein Moorstandort vorliegt, mit Unsicherheiten verbunden ist und so zu Vollzugsdefiziten führen kann (s.o., C6.1.1 und C6.4). Darüber hinaus wird der Grünlandschutz auf den in § 5 Abs. 2 Nr. 5 BNatSchG genannten Standorten teilweise durch Landesrecht auf Grundlage der Abweichungskompetenz des Landesgesetzgebers (vgl. oben, C7.1.2) aufgeweicht.¹⁶¹

Der Grünlandumbruch auf anderen, nicht von § 5 Abs. 2 Nr. 5 BNatSchG erfassten Standorten, wird nach überwiegender Meinung in der Literatur¹⁶² wie in der Rechtsprechung¹⁶³ ebenfalls regelmäßig als Eingriff eingestuft, da die Maßnahme allgemein nicht der Regelvermutung der ordnungsgemäßen Bodennutzung nach § 14 Abs. 2 BNatSchG unterfällt. Ein Grünlandumbruch

¹⁵⁹ *Peine*, Landwirtschaft und Klimaschutz, NuR 2012, 611 (617).

¹⁶⁰ Vgl. *Endres*, in: Berendes/Müggenborg, BNatSchG, § 5, Rn. 13.

¹⁶¹ Vgl. Art. 2b Abs. 3 S. 1 BayNatSchG: „Auf erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten, auf Standorten mit hohem Grundwasserstand sowie auf Moorstandorten soll Grünland erhalten bleiben.“ (Hervorhebung durch den Verfasser).

¹⁶² Vgl. *Gellermann*, in: Landmann/Rohmer, BNatSchG, § 14, Rn. 20; Möckel, NuR 2008, S. 834; *Cybulka*, in: Schumacher/Fischer/Hüftle BNatSchG 2010, § 14 Rn. 65; vgl. auch *Möckel*, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 301 f; *ders.*, Klimaschutz und Anpassung bei landwirtschaftlichen Böden, DVBl. 2012, S. 408 (411); vgl. ebenfalls *Rehbinder*, Biodiversitäts- und Klimaschutz in der Landwirtschaft: Reichen die gesetzlichen Rahmenbedingungen?, NuR 2011, S. 241 (244).

¹⁶³ Siehe: BVerwG, Beschluss vom 04.06.2003 – 4 BN 27/03; OVG Münster, Urteil vom 15.09.1999 – 7 A 1017/98; OVG Münster, Beschluss vom 10.02.1998 – 10 B 2439/97, Rn. 16-22; Rn. 63; VGH Kassel, Beschluss vom 06.09.1991, NuR 1992, 86; VG Schleswig-Holstein, Beschluss vom 22.12.2006 – 1 B 34/06.

stellt regelmäßig keine Maßnahme der täglichen Bewirtschaftung dar, so dass die landwirtschaftliche Privilegierung nicht greifen kann und folglich eine Genehmigungspflicht nach § 17 Abs. 3 BNatSchG besteht. Allerdings sind auch hier Aufweichungen durch Landesrecht auf Grundlage der Abweichungsbefugnisse des Landesgesetzgebers (vgl. oben, C7.1.2) zu verzeichnen. So wird in einzelnen Landesnaturschutzgesetzen teils die Eingriffsschwelle erst bei flächenmäßig erheblich ausgedehnten Umbruchmaßnahmen festgelegt¹⁶⁴, teils scheint der Grünlandumbruch doch als Maßnahme der landwirtschaftlichen Praxis privilegiert zu sein.¹⁶⁵ Dies mag insbesondere dann der Fall sein, wenn der Umbruch nicht erstmalig erfolgt.¹⁶⁶ Nach herrschender und zutreffender Meinung stellt die Umwandlung von Grünland in Ackerland auch außerhalb der oben aufgeführten Standorte regelmäßig keine Maßnahme der Bewirtschaftung dar, die von der landwirtschaftlichen Privilegierungsklausel des § 14 Abs. 2 BNatSchG abgedeckt ist,¹⁶⁷ sondern einen naturschutzrechtlichen Eingriff. Diese Sicht folgt aber aus dem Naturschutzrecht – gerade auch im Hinblick auf Landesrecht¹⁶⁸ – nicht zwingend. Die Bundesländer könnten von Ihrer Kompetenz zu abweichenden Regelungen zu § 5 Abs. 2 BNatSchG auch in der Weise Gebrauch machen, dass sie Grünlandumbruch auf wertvollen Flächen bzw. von einer gewissen flächenmäßigen Relevanzschwelle an generell als nicht vereinbar mit der guten fachlichen Praxis einstufen. Dies hätte zur Folge, dass bei solchen Umbrüchen regelmäßig die Eingriffsregelung greift.

7.2.1.2 Agrar-Subventionsrecht

§ 3 Abs. 1 des DirektZahlVerpflG sieht vor, dass der Teil des Dauergrünlandes an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche (bezogen auf das Referenzjahr 2003) nicht erheblich abnimmt. Die Länder werden ermächtigt, Verordnungen zu erlassen, die Genaueres regeln (§ 5 Abs. 3 DirektZahlVerpflG). Die einschlägigen Verordnungen der Länder sehen eine Genehmigungspflicht von Umbrüchen vor, wenn sich der Anteil des Dauergrünlandes an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche um 5 % verringert, teilweise liegt die Grenze bei 8 % (Sachsen-Anhalt). Andere Länder, so z.B. Niedersachsen, lassen den Umbruch nur zu, wenn der Verlust unverzüglich durch Neuanlage von Dauergrünland im gleichen Umfang ersetzt wird (vgl. § 3 der niedersächsischen Verordnung zur Erhaltung von Dauergrünland¹⁶⁹). Im Beispielsfall Niedersachsen¹⁷⁰ entscheidet die zuständige Landwirtschaftskammer als Genehmigungsbehörde über einen Antrag zum Grünlandumbruch. Im Rahmen der

¹⁶⁴ In Sachsen gilt gem. § 8 Abs. 2 Nr. 10 SächsNatSchG ein Grünlandumbruch erst ab 5000 m² ein Eingriff.

¹⁶⁵ Vgl. § 7 des Niedersächsischen Naturschutzgesetzes (NNatSchG). Dieser bestimmt die landwirtschaftliche Privilegierung dahin, dass diese auch für die Änderung der Nutzungsart landwirtschaftlich genutzter Flächen im Rahmen einer landwirtschaftlichen Bodennutzung gilt. (Vorbehaltlich einer Rechtsänderung nach dem Regierungswechsel in Niedersachsen 2012)

¹⁶⁶ OVG Münster, Urteil vom 15.09.1999 – 7 A 1017/98 –, Rn. 63.

¹⁶⁷ Siehe: VG Schleswig-Holstein, Beschluss vom 22.12.2006 – 1 B 34/06 –.

¹⁶⁸ Siehe bereits oben § 7 NNatG; § 13 Abs. 3 Nr. 4 HessNatSchG; zum Streitgegenstand: *Möckel*, Land und Forstwirtschaft im Umweltgesetzbuch – Wird der Referentenentwurf den ökologischen Herausforderungen gerecht? NuR 2008, 831 ff.

¹⁶⁹ Verordnung zur Erhaltung von Dauergrünland vom 6. Oktober 2009 (Nds.GVBl. Nr.21/2009 S. 362).

¹⁷⁰ Siehe dazu im Detail: Antwort auf eine Große Anfrage - Drs. 16/4210 - der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im niedersächsischen Landtag vom 15.11.2011, Drs. 16/4550.

vorgegebenen Benehmenserstellung mit der unteren Naturschutzbehörde prüft diese, ob eine anderweitige Beschränkung des Umbruchs, wie beispielsweise durch § 5 Abs. 2 Nr. 5 BNatSchG, besteht. Unter der Maßgabe, dass Ausgleichsflächen geschaffen werden, wird dem Genehmigungsantrag auf Grünlandumbruch allerdings in der Mehrzahl der Fälle entsprochen.¹⁷¹ Die Wirkweise der „Cross Compliance-Anforderungen“, wonach bei Verstößen Zuwendungen bei landwirtschaftlichen Direktzahlungen gekürzt werden können, sind neben der Genehmigungspflicht an sich zwar geeignet, um den Grünlandumbruch einzuschränken und Landschaftselemente zu schützen (u.a. Feldstreifen, Einzelbäume).

Allerdings liegt diesem Finanzierungsinstrument ein überregionales Schutzkonzept zugrunde, das sich im Wesentlichen damit begnügt, dass in der Gesamtbilanz keine erhebliche Abnahme des Dauergrünlandes stattfindet. Zudem greift dieses Instrument gem. § 4a DirektZahlVerpflV nur in Überschwemmungsgebieten, gesetzlich geschützten Biotopen und Naturschutzgebieten. Außerhalb dieser Gebiete kommt es bei einem Grünlandumbruch auch nicht zu Beihilfekürzungen. Aus fachlicher Sicht geht es dagegen speziell und zuvorderst darum, bestimmte hochwertige Flächen mit einem hohen Anteil an organischer Substanz zu schützen.¹⁷² Hierauf ist das Agrarsubventionsrecht nicht ausgerichtet und so werden auch Böden, die in Hinblick auf ihren Humusgehalt und die Treibhausgasemissionen berücksichtigungswürdig sind, nicht erfasst.

In ihrer bisherigen Ausrichtung – auch in der nationalen Umsetzung – sind diese finanziellen Instrumente nicht hinreichend zielgenau, um gerade die Böden zu schützen, die im Hinblick auf ihre Klimafunktion hochwertig bzw. durch den Klimawandel besonders betroffen sind.

7.2.1.3 Wasserrecht

Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) schützt die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts. Auch im Wasserrecht wird dieser Begriff umfassend unter Einschluss des Klimas und seiner Wechselwirkungen mit den Umweltmedien Wasser, Boden und Luft sowie Tieren und Pflanzen verstanden.¹⁷³ Ziel der Gewässerbewirtschaftung ist jedoch primär, die Gewässer in ihren Funktionen zu schützen.

Das wasserrechtliche Instrumentarium sieht infolge dessen lediglich auf einigen Handlungsfeldern explizit bodenbezogene Maßnahmen vor, die – mittelbar – auch dem Schutz der Klimafunktionen des Bodens dienen können.

So können beispielsweise unter bestimmten Voraussetzungen Grünlandumbruchverbote in Schutzzonen erlassen werden (Grundlage: § 51 WHG). Auch das Umwandlungsverbot von Grünland in Ackerland in Gewässerrandstreifen (§ 38 Abs. 4 Nr. 1 WHG und § 78 Abs. 1 Nr. 8 WHG) im Rahmen des vorbeugenden Hochwasserschutzes streift die Klimarelevanz der Kohlenstoffspeicherfunktion des jeweils betroffenen Bodens, der beim Umbruch Kohlenstoff freisetzt.¹⁷⁴ Diese dienen jedoch dem Gewässerschutz, nicht dem Schutz des Bodens oder gar spezifischer Bodenfunktionen im Kontext des Klimawandels.

¹⁷¹ Antwort auf eine Große Anfrage - Drs. 16/4210 - der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im niedersächsischen Landtag vom 15.11.2011, Drs. 16/4550, S. 8.

¹⁷² Vgl. oben B sowie *Rehbinder*, Biodiversitäts- und Klimaschutz in der Landwirtschaft: Reichen die gesetzlichen Rahmenbedingungen?, NuR 2011, 241 (244).

¹⁷³ *Guckelberger*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK, Stand: Januar 2012, § 1 WHG, Rn. 5.

¹⁷⁴ *Czychowsky/Reinhardt*, WHG, 10. Aufl. 2010, § 38, Rn. 36.

Insofern mögen wasserrechtliche Instrumente mittelbar auch dem Schutz der Klimafunktionen von Böden dienen. Allerdings greift dieser Schutz wirksam nur sektoral auf bestimmten Flächen, deren Auswahl durch wasserwirtschaftliche Belange bestimmt ist.

Im Übrigen lassen sich spezifische Maßnahmen zur Erhaltung der Klimafunktion des Bodens – soweit sie über wasserwirtschaftlich motivierte Maßnahmen hinausgreifen – auch nicht auf das wasserrechtliche Instrumentarium stützen.

Zudem bleibt zu berücksichtigen, dass das Verbot einer Landnutzungsänderung – wie das Verbot des Grünlandumbruchs – in einem Wasserschutzgebiet nach § 51 WHG zumindest einzelfallabhängig zur Anwendbarkeit von § 52 Abs. 5 WHG und damit zu einer angemessenen Ausgleichspflicht führen könnte.¹⁷⁵ Hierfür müsste das Verbot des Grünlandumbruchs eine erhöhte Anforderung darstellen, die die ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung eines Grundstücks einschränkt. Das Bayerische Wasserrecht trifft mit dem BayWG¹⁷⁶ eine von § 52 Abs. 5 WHG abweichende Regelung indem nach Art. 32 S. 1 BayWG die Ausgleichspflicht für jedes ein Wasserschutzgebiet betreffendes Verbot, also auch das Verbot des Grünlandumbruchs, vorsieht. Die Ausgleichspflicht ist sicherlich nicht dienlich, die Bereitschaft der zuständigen (bayerischen) Behörde zu fördern, ein entsprechendes Verbot auszusprechen.¹⁷⁷

7.2.1.4 Zwischenergebnis

Der Grünlandschutz hat Schwachstellen: Zum einen gilt kein generelles Verbot des Grünlandumbruchs. Zudem sind wohl Vollzugsdefizite anzunehmen. Umbrüche finden auch „unter dem Radar“ der zuständigen (Naturschutz-) Behörden statt. Darüber hinaus beziehen die bestehenden Regeln zum Grünlandumbruch auch andere Böden, die hinsichtlich ihrer Klimafunktion wertvoll sind, nicht ein. Es ist weiterhin darauf hinzuweisen, dass ein Verstoß gegen ein vergleichsweise konkretes „Verbot“, wie nach § 5 Abs. 2 Nr. 2 i.V.m. § 14 BNatSchG, keine Ordnungswidrigkeit darstellt, sondern allenfalls 3% Verlust an landwirtschaftlichen Beihilfen (Direktzahlungen nach dem DirektZahlVerpflG s.o.) nach sich ziehen kann.¹⁷⁸ Im Rahmen der vor allem auf Landesebene erlassenen Genehmigungsvorbehalte des Grünlandumbruchs bedarf es also Konkretisierungen und auch schärferer Sanktionsmöglichkeiten. Die Bundesländer schöpfen ihre Gesetzgebungsbefugnisse zum Grünlandschutz nicht aus, es zeigen sich im Gegenteil Tendenzen, von den bundesrechtlichen Regelungen „nach unten“ abzuweichen.

Es besteht auch nicht die Möglichkeit, im Bebauungsplan nach § 9 Abs. 1 Nr. 18 lit. a) BauGB Festsetzungen zu treffen, ob nur Grünlandwirtschaft oder Ackerbau zulässig ist, um damit Grünland zu erhalten. Die Festsetzungsmöglichkeit nach § 9 Abs. 1 Nr. 18 lit. a) BauGB dient dem Ziel, die Landwirtschaft wegen besonderer Gegebenheiten zu sichern und zu fördern, nicht aber jegliche andere Nutzung unabhängig von § 35 Abs. 1 und 2 BauGB zu verhindern.

¹⁷⁵ So *Peine*, Landwirtschaft und Klimaschutz, NuR 2012, 611 (617).

¹⁷⁶ Bayerisches Wassergesetz (BayWG), v. 25.02.2010 (GVBl. S. 66, ber. S. 130, BayRS 753-1-UG), geändert durch Gesetz v. 16.02.2012 (GVBl. S. 40).

¹⁷⁷ *Peine*, Landwirtschaft und Klimaschutz, NuR 2012, 611 (617).

¹⁷⁸ *Möckel*, NuR 2008, 831 (833).

7.2.2 Regeneration landwirtschaftlich genutzter Moorböden

Zu prüfen ist zunächst, ob eine Wiedervernässung oder zumindest Reduzierung der Entwässerung trotz bestehender landwirtschaftlicher Nutzung erreichbar ist. Hierbei geht es um die Reduzierung oder Aufgabe von Drainagen bzw. von anderen Entwässerungsformen, wie Gräben oder Pumpanlagen und mögliche Verbote der Neuanlage von diesen.

Das Wasserrecht lässt gem. § 46 Abs. 1 Nr. 2 WHG die gewöhnliche Entwässerung im Rahmen der land- bzw. forstwirtschaftlichen (und gärtnerischen) Nutzung als erlaubnisfreie Benutzung des Grundwassers zu (s.o.). In diesem Rahmen kann die Entwässerung des Bodens zum Zwecke der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung weder unterbunden, noch in Abhängigkeit von der Klimafunktion des Bodens oder seiner Empfindlichkeit gesteuert werden.

Die Regeneration eines landwirtschaftlich genutzten Moorbodens kann wohl auch nicht als Anforderung der guten fachlichen Praxis angesehen werden, da gerade die Entwässerung des Bodens dem Zweck dient, Nässestau und damit Anfälligkeit für Fäulnis etc. der Feldfrüchte zu verhindern.

Möglich erscheint jedoch der Weg einer Unterschutzstellung über eine Naturschutzverordnung, so dass die Privilegierung bei der Eingriffsregelung in Hinblick auf Beeinträchtigungen nicht greift, (s.o., C5.2.2). Allerdings müssen im Rahmen von Naturschutzverordnungen Nutzungsinteressen der Grundeigentümer bei der Umweltschutzstellung und der Ausgestaltung des Schutzes unter Verhältnismäßigkeitsgesichtspunkten berücksichtigt werden.

Zudem könnten Moore auch im Wege der Planfeststellung revitalisiert werden.¹⁷⁹ Wenn es um die Wiedervernässung eines Moores geht, kann dies eine wasserrechtliche Planfeststellung gem. § 68 WHG sein. Ist das Vorhaben nicht UVP-pflichtig, ist eine Plangenehmigung ausreichend. Die im Planfeststellungsbeschluss verfasste Verpflichtung der Eigentümer eines Hochmoores, die Entwässerungsmulden und -gräben der Staubbauwerke und der Aufwallungen zu unterhalten, ist keine unangemessene Belastung.¹⁸⁰

Besteht allerdings bereits ein Schutzrahmen (Beispiel: FFH-Gebiet) für eine Moorfläche, die revitalisiert werden soll, kann die Revitalisierungsmaßnahme selbst auch einen Eingriff nach § 14 Abs. 1 BNatSchG darstellen.¹⁸¹

7.2.2.1 Landwirtschaftliche Fachplanung

Zur Umsetzung der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) und der im GAK-Gesetz (GAKG)¹⁸² dargestellten Grundsätze werden projektbezogene Fördermittel für die Land- und Forstwirtschaft ausgeschüttet. Ziel ist eine nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft. Die Vorplanung der Förderziele und die Verteilung bereitgestellter Mittel erfolgt durch das konkretisierende Planungsinstrument der Aufstellung von „Integrierten ländlichen Entwicklungskonzepten“ (ILEK). Ihre lenkende Wirkung der ILEK ist auf die finanzielle Förderung beschränkt und ist nicht auf die

¹⁷⁹ VG Frankfurt, Urteil vom 16.08.2012 – 5 K 833/10 –.

¹⁸⁰ VG Bremen, Urteil vom 14.09.2006 – 5 K 1916/05 –.

¹⁸¹ VG Frankfurt, Urteil vom 16.08.2012 – 5 K 833/10 –, Rn. 93 ff.

¹⁸² GAK-Gesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Juli 1988 (BGBl. I S. 1055), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 9. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1934) geändert worden ist.

flächendeckende Steuerung der landwirtschaftlichen Bodennutzung ausgerichtet.¹⁸³ Die Klimaanpassung des Bodens ist als Teilbereich der nachhaltigen Landwirtschaft zu verstehen. In diese Richtung leisten die GAK und die ILEK bereits ihren Beitrag.

7.2.2.2 Flurbereinigung

Bei der Flurbereinigung handelt es sich um die rechtliche Neuordnung und Umgestaltung des ländlichen Raumes. Diese erfolgt auf Grundlage und im Rechtsrahmen des Flurbereinigungsgesetzes (FlurbG).¹⁸⁴ Obschon sowohl negative als auch positive Auswirkungen auf die Klimaschutzfunktion des Bodens durch Flurbereinigungen erzielt werden können, ist weder der Aspekt des Klimaschutzes noch der Klimaanpassung deutlich verankert.¹⁸⁵

7.3 Fazit

Der Klimaschutzaspekt ist bislang in den Regelungen zur guten fachlichen Praxis nicht verankert (s.o., C7.1). Allerdings würde eine Verankerung der Klimaschutzaspekte im Rahmen der guten fachlichen Praxis allein nicht ausreichen, da sich an den geschilderten Vollzugshemmnissen der Vorschrift nichts ändern würde. Die Wirkungen für den Boden und die Folgewirkungen für das Klima werden nur mit erheblichem Zeitverzug und sehr mittelbar spürbar.

Soweit der Privilegierungstatbestand für die Landwirtschaft wirkt und nicht besondere Genehmigungserfordernisse, wie in Hinblick auf den Grünlandumbruch greifen, bestehen keine Genehmigungspflichten bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung. Diese folgen weder aus dem BNatSchG noch aus dem BBodSchG. Allerdings können wohl zumindest die Naturschutzbehörden Anordnungen treffen. Notwendig bleiben aber Konkretisierungen der Anforderungen an die gute fachliche Praxis und ein wirkungsvolles Instrumentarium, das den zuständigen Behörden in die Hand gegeben wird, um den Vollzug dieser Anforderungen sicherzustellen.

Entsprechende Festlegungen im Bodenschutzrecht könnten dann auch bei der Bestimmung der Schwelle dessen, was noch als privilegierte landwirtschaftliche Nutzung anzusehen ist, dienlich sein und auf das Naturschutzrecht ausstrahlen.

8 Schutz wertvoller Böden vor Überbauung, Verdichtung und anderen Beeinträchtigungen

Abgesehen vom Moorschutz bedarf es Instrumente, um die in Hinblick auf ihre Klimafunktion weiteren wertvollen Böden zu schützen.

¹⁸³ Siehe hierzu m.w.N. *Möckel*, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 261 f.

¹⁸⁴ Flurbereinigungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. März 1976 (BGBl. I S. 546), das zuletzt durch Artikel 17 des Gesetzes vom 19. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2794) geändert worden ist.

¹⁸⁵ Vgl. *Möckel*, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 273.

8.1 Naturschutzrecht

Der gebietsbezogene Schutz ist – wie oben dargelegt (vgl. oben C5.2) - an der belebten Umwelt ausgerichtet. Das Naturschutzrecht kann Potenzial zur Eindämmung des Flächenverbrauchs/Versiegelung durch die Eingriffsregelung gemäß § 14 BNatSchG entfalten.

Im Außenbereich ist eine geringere Bodenversiegelung für das Vorliegen eines Eingriffs ausreichend als im Innenbereich.¹⁸⁶ Weiter ist anerkannt, dass die Errichtung eines geschotterten Parkplatzes sowie die befestigte Zufahrt in einem Feuchtgebiet naturschutzrechtliche Eingriffe sind.¹⁸⁷

8.2 Wald- und Forstrecht

Mit mittelbarer Schutzrichtung auf den auch klimatechnisch wertvollen Waldboden bestehen die Möglichkeit der Ausweisung als Schutzwaldgebiet nach § 12 BWaldG und die Berücksichtigung in einer forstrechtlichen Rahmenplanung durch die Länder. Letztere sind auf den Erhalt der Funktionsfähigkeit des Waldes ausgerichtet, allerdings geschieht dies ohne die Verbindlichkeit, wie sie einer Schutzwaldausweisung zukommt.

Bereits die forstrechtliche Rahmenplanung durch die Länder ermöglicht es ebenfalls die Klimafunktion des Waldbodens zu berücksichtigen. Allerdings kommt auch dieser Planung keine Außenverbindlichkeit zu, sondern sie wirkt nur gegenüber den staatlichen Forstbetrieben.¹⁸⁸

8.3 Raumordnungsrecht und Bauplanungsrecht

Eine Umweltverträglichkeitsprüfung ist bei bestimmten öffentlichen und privaten Vorhaben (Projekt-UVP) sowie bei bestimmten Plänen und Programmen (SUP) vorgehen. Die Pflicht zur SUP schließt unter anderem auch Raumordnungsplanung und Bauleitplanungen ein (Anlage 3 Liste SUP-pflichtiger Pläne und Programme, Nr. 1.5, 1.6, 1.8).

Gem. § 2 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 UVPG dient eine Umweltverträglichkeitsprüfung auch der Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der unmittelbaren oder mittelbaren Auswirkung eines Vorhabens auf Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft. Allerdings ist eine förmliche Qualitätssicherung nicht vorgesehen.

8.3.1 Allgemeine Bodenschutzklauseln

Die Bodenschutzklausel in § 1a Abs. 2 Satz 1 BauGB, wonach mit Grund und Boden sparsam und schonend umgegangen und die Bodenversiegelung begrenzt werden soll, wird sowohl als Schonungsgebot als auch als Optimierungsgebot verstanden.¹⁸⁹

¹⁸⁶ OVG Lüneburg, Urteil vom 21.11.1996 – 7 L 5352/95 – NuR 1997, 301.

¹⁸⁷ VGH Kassel, Beschl. v. 06.11.1991 – 3 TH 2207/91 – NuR 1993, 91; VGH Mannheim, Urteil vom 09.09.1992 – 5 S 3088/90 – (VG Karlsruhe), NuR 1993, 140.

¹⁸⁸ Vgl. *Möckel*, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 265 f.

¹⁸⁹ *Stüer*, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 4. Aufl., Rn. 1315.

Aus dem schonenden Umgang folgt, dass eine Inanspruchnahme von Boden möglichst gering zu halten ist.¹⁹⁰ Neben der Vermeidung der Versiegelung zielt diese Vorschrift auf die Wiedernutzbarmachung von Flächen, sowie auf Nachverdichtung und andere Maßnahmen zur Innenentwicklung, um den Flächenverbrauch zu steuern. Die Bodenschutzklausel entfaltet ihre Optimierungswirkung allerdings nicht allgemein, sondern nur in Hinblick auf die jeweiligen städtebaulichen Ziele.¹⁹¹

Als Optimierungsgebot setzt sie dabei keine strikte und unüberwindbare Grenze für die planerische Abwägung¹⁹², verlangt wohl aber eine qualifizierte und möglichst weitgehende Berücksichtigung.¹⁹³ § 1a Abs. 2 Nr. 1 BauGB fordert demnach keinen absoluten Vorrang und formuliert weder ein Versiegelungsverbot, noch eine Sperre für die Ausweisung von Bauland.¹⁹⁴ Dies gilt auch für die erstmalige Inanspruchnahme ehemals unberührter Natur und Landschaft.

Das Raumordnungsrecht enthält keine derart präzise Formulierung einer Bodenschutzklausel wie § 1a Abs. 2 Satz 1 BauGB. Allerdings lassen sich einige der bundesgesetzlichen Grundsätze nach Themen geordnet entsprechend als „Bodenschutzklauseln“ interpretieren. Zu nennen wären hier § 2 Abs. 2 Nr. 2 und Nr. 6 ROG. Während es in Nr. 2 auch um das Beziehungsgefüge zwischen Siedlung und Freiraumstruktur geht, dienen die in Nr. 6 verankerten Grundsätze der Gewährleistung der ökologischen Funktion des Raumes.¹⁹⁵

¹⁹⁰ *Krautzberger*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg, BauGB, § 1a, Rn. 52.

¹⁹¹ *Stüer*, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 4. Aufl., Rn. 1318.

¹⁹² BVerwG, Beschl. V. 16.06.2008 – 4 BN 8.08 -.

¹⁹³ Grundlegend hierzu: *Hoppe*, „Ziele“ und „Grundsätze“ der Raumordnung, DVBl. 1992, 853, mit Hinweis auf den Unterschied zwischen der durch Abwägung nicht überwindbaren Regel und dem der Abwägung zugänglichen Prinzip; vgl. auch *Bartelsberger*, DVBl. 1996, 1.

¹⁹⁴ *Krautzberger*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg, BauGB, § 1a, Rn. 57.

¹⁹⁵ Vgl. *Spannowsky*, in: Spannowsky/Runkel/Goppel, ROG, § 2, Rn. 46.

8.3.2 Freiflächenschutz, Flächenrecycling, Steuerung der Innenentwicklung

Der Freiflächenschutz ist ein Grundsatz der Raumordnung (§ 2 Abs. 2 Nr. 1 und Nr. 6 ROG).

Grundsätze der Raumordnung sind nach § 4 ROG lediglich zu „berücksichtigen“ und haben damit eine eher schwache Bindungswirkung.¹⁹⁶ Daher hat die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten diesbezüglich keine größere steuernde Wirkung.

Eine höhere Bindungswirkung hätte der Freiflächenschutz, wenn er in den jeweiligen Raumordnungsplänen als Ziel der Raumordnung vereinbart wäre. Allerdings besteht eine Beachtungspflicht und damit strikte Bindung der Ziele der Raumordnung gem. § 4 ROG im Wesentlichen nur bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen sowie Entscheidungen öffentlicher Stellen über die Zulässigkeit raumbedeutsamer Planungen und Maßnahmen anderer öffentlicher Stellen.

Dem Schutz von Freiflächen vor baulicher Inanspruchnahme dienen die entsprechenden Erschwernisse und Begrenzungen für das Bauen im Außenbereich (§ 35 BauGB). Auch die Festsetzungsmöglichkeiten nach § 9 Abs. 1 Nr. 16, 18, 20, 24 und § 9 Abs. 2a BauGB dienen dem Schutz vor Inanspruchnahme von Flächen durch bauliche Nutzung.

In Ergänzungen von § 1a BauGB soll nach dem Gesetzentwurf der Bundesregierung für eine weitere Städtebaurechtsnovelle künftig für die Umwandlung bisher land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen zudem eine Begründungspflicht bestehen:

„Die Notwendigkeit der Umwandlung landwirtschaftlich oder als Wald genutzter Flächen soll begründet werden; dabei sollen Ermittlungen zu den Möglichkeiten der Innenentwicklung zugrunde gelegt werden, zu denen insbesondere Brachflächen, Gebäudeleerstand, Baulücken und andere Nachverdichtungsmöglichkeiten zählen können.“¹⁹⁷

Das Bauplanungsrecht entfaltet eine geringe klimaschützende Wirkung auf den Boden folglich zuvorderst im Bereich von Städten und Gemeinden, also mit Wirkung auf urbane Böden. Hierzu dienen die Instrumente des Flächenrecyclings und der Steuerung der Innenentwicklung.

Zudem ist die Abgrenzung von Innen- und Außenbereich, also der abgrenzenden Flächennutzungssteuerung durch verbindliche Bauleitpläne Kernaspekt der kommunalen Planungshoheit und damit auch ein Bereich für interkommunale Konkurrenzen. Kommunen wetteifern oftmals untereinander um den Zuzug neuer Einwohner und Unternehmen und orientieren hieran auch ihre Flächenausweisungsstrategien.¹⁹⁸ Dies hängt mit dem kommunalen Einnahmesystem in Deutschland zusammen, das sich stark an den Bevölkerungszahlen orientiert. Aus diesem Grunde sind Gemeinden bemüht, den Zuzug neuer Einwohner zu fördern. Dies geschieht in der Regel durch entsprechende Flächen(neu)Ausweisungen, wie beispielweise neue Bau- oder Gewerbegebiete.

Durch § 5 Abs. 2 Nr. 1 und Nr. 10 BauGB kann die Förderung der Brachflächennutzung im Rahmen der Flächennutzungsplanung berücksichtigt werden. Dies gilt auch auf noch

¹⁹⁶ Vgl. Goppel, in: Spannowsky, Runkel/Goppel, ROG, 2010, § 4, Rn. 51 ff.

¹⁹⁷ Entwurf eines Gesetzes zur Stärkung der Innenentwicklung in den Städten und Gemeinden und weiteren Fortentwicklung des Städtebaurechts, vom 14.11.2012, BT-Drs. 17/11468.

¹⁹⁸ Lieber/Preuß, Informationen zur Raumentwicklung, 2010, 59 (60).

konkreterer und verbindlicher Stufe für die Bebauungsplanung, indem die Reaktivierung von Brachen in Bebauungsplänen festgesetzt wird und u.a. Freiraum- und Flächenschutz mitverankert werden. Möglich erscheint zudem eine Brachflächenreaktivierung mittels städtebaulicher Sanierungsmaßnahmen nach den §§ 136 ff. BauGB. Hierfür käme es darauf an, dass die Brachfläche als Grundlage eines Substanz- bzw. Funktionsmangels angesehen werden kann. Ein derartiger Missstand würde u.a. dann vorliegen, wenn das zu sanierende Gebiet seine funktionalen Aufgaben nicht mehr erfüllen kann (§ 136 Abs. 2 Nr. 2 BauGB). In der Bauleitplanung kann so mittels Entsiegelungsfestsetzungen einem Gebiet entsprechende Freiflächenfunktion zugewiesen werden.

Der Innenentwicklung und dem Freiflächenschutz dient auch die Erhaltung und Entwicklung von Zentralen Versorgungsbereichen (§ 1 Abs. 6 Nr. 4 BauGB) im Aufgabenbereich der kommunalen planerischen Feinsteuerung. Mittels der Ausweisung von bestimmten Konzentrationsflächen für den Einzelhandel kann so die Beschränkung von Einzelhandelsunternehmen in anderen Bereichen (also auch auf Freiflächen) mit verbunden werden. Dies soll im Rahmen der neuen Städtebaurechtsnovelle (s.o.) durch eine Darstellungsmöglichkeit im Flächennutzungsplan (§ 5 Abs. 2 Nr. 2 BauGB) weiter gestärkt werden.

8.3.3 Genehmigungsvorbehalte

Das Bodenschutzrecht normiert keine spezifischen Zulassungsvorbehalte für Handlungen, die geeignet sind, die Bodenfunktionen zu beeinträchtigen. Wie die vorstehenden Ausführungen zeigen, greifen jedoch die naturschutzrechtlichen und die baurechtlichen Kontrollinstrumente bei den hier relevanten Beeinträchtigungen (Bodenversiegelung, Grundwasserabsenkung, Umwandlung von Grünland). Allerdings ist deren Wirkungsweise begrenzt. Lediglich die landwirtschaftliche Nutzung bereits entsprechend vorgenutzter Flächen unterliegt keinem Genehmigungsvorbehalt. Insoweit wären allerdings Genehmigungsvorbehalte auch nicht sachgerecht, es bedarf vielmehr entsprechend konkreter und durchsetzungsfähiger Regeln der guten fachlichen Praxis. Im Übrigen sind sämtliche Beeinträchtigungen entweder von den baurechtlichen Genehmigungsvorbehalten und/oder von der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung erfasst.

8.3.4 Entsiegelung

Der Beschränkung der Bodenversiegelung auf das notwendige Maß, wie es sich aus den vorstehend beschriebenen Instrumenten des Bauplanungsrechts ergibt, dient auch das Rückbau- und Entsiegelungsgebot des § 179 BauGB. Unter dem Begriff „Entsiegelung“ ist die teilweise oder vollständige Entfernung von Baumaterialien oder ähnlichen versiegelnden Materialien, also der Deckenbeläge und versiegelnder Fremdmaterialien, zu verstehen.¹⁹⁹ Zielen die Flächenrecyclingsstrategien darauf ab, früher genutzte, funktionslos gewordene Flächen wieder nutzbar zu machen, geht es bei der Entsiegelung um die Renaturierung des Bodens, also auch die Wiederherstellung von Bodenfunktion nach Entsiegelung.

Die Renaturierung bietet sich insbesondere auch in Hinblick auf Böden als Teil des städtischen Ökosystems, also urbane Böden (bzw. urban-industrielle Böden) an. Voraussetzung für das Entsiegelungsgebot nach § 179 BauGB ist, dass eine bauliche Anlage der Festsetzung des Bebauungsplans widerspricht oder nicht behebbare Mängel aufweist. In diesem Falle kann die

¹⁹⁹ Siehe hierzu *Becker*, BBodSchG, Stand: Mai 2009, § 5, Rn. 4 und 5.

Gemeinde nach § 179 BauGB ein Abbruchgebot in Form des Rückbaugesuches erlassen.²⁰⁰ § 179 Abs. 1 Nr. 1 BauGB bezieht sich dabei auf den Abbruch einer baulichen Anlage im Widerspruch mit Festsetzung des Bebauungsplans, während § 179 Abs. 1 Nr. 2 BauGB sich auf eingetretene Missstände, die es zu beseitigen gilt, bezieht. In § 179 Abs. 1 Satz 2 BauGB ist dieses Rückbaugesuch um ein allgemein anwendbares Entsiegelungsgebot erweitert worden. Allerdings greift diese Entsiegelungspflicht gemäß § 179 Abs. 1 Satz 2 BauGB im Geltungsbereich eines Bebauungsplanes nur, wenn auch die Voraussetzungen des § 179 Abs. 1 Satz 1 BauGB erfüllt sind (insbesondere: Widerspruch zu bauplanerischer Festsetzung).²⁰¹

Unter den planungsrechtlichen Festsetzungen, zu denen die Versiegelung im Widerspruch zu stehen hat, sind insbesondere und vor allem jene des BauGB zu verstehen, also Flächennutzungspläne oder Bebauungspläne.

Das Rückbaugesuch bzw. Entsiegelungsgebot bedarf der Rechtfertigung mittels überwiegender städtebaulicher Gründe. Es richtet sich an die jeweiligen Eigentümer der Grundstücke, ist aber auch – wie die anderen städtebaulichen Gebote der §§ 175 bis 179 BauGB – auf Grund ihrer hohen rechtlichen Anforderungen in ihrer Rolle eher unbedeutend.²⁰² Zudem sind neben Rechtsunsicherheiten und folglich langwierigen Rechtsstreitigkeiten²⁰³ hohe Kosten und eventuell anfallende Entschädigungsleistungen zu berücksichtigen. Diese Aspekte schmälern die Bereitschaft der Kommunen, den städtebaulichen Geboten Gewicht beizumessen und von den entsprechenden Instrumenten Gebrauch zu machen.

Das BBodSchG enthält in § 5 ebenfalls eine Entsiegelungsregelung, die aber im Verhältnis zu den Vorschriften des BauGB lediglich subsidiär anzuwenden ist.²⁰⁴ Der Anwendungsbereich der bodenschutzrechtlichen Entsiegelungsregelung ist beschränkt auf Flächen, die sich außerhalb des Geltungsbereichs eines Bebauungsplans befinden, dann allerdings wohl auch auf bauliche Anlagen anwendbar.²⁰⁵ § 5 Satz 1 BBodSchG enthält eine bisher nicht genutzte Verordnungsermächtigung für die Bundesregierung, Grundstückseigentümer dahingehend zu verpflichten, dass bei dauerhaft nicht mehr genutzten Flächen die Versiegelung beseitigt wird. Zwar enthält § 5 BBodSchG in Satz 2 eine Auffanglösung bis zum Inkrafttreten der Verordnung, wonach Behörden im Einzelfall Entsiegelungsvorgaben machen können. Die Vorschrift ist

²⁰⁰ *Stüer*, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 4. Aufl., Rn. 2022.

²⁰¹ *Krautzberger*, in: *Battis/Krautzberger/Löhr*, BauGB, § 179 Rn. 9; *Hendler*, Zum rechtlichen Verhältnis der Entsiegelungsvorschriften des § 5 BBodSchG und des § 179 Abs. 1 Satz 2 BauGB, *Bodenschutz* 2000, 12 (13).

²⁰² *Stüer*, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 4. Aufl., Rn. 2024.

²⁰³ *Schimansky*, Die Entsiegelung von Boden nach Erlass des § 5 BBodSchG, NuR 2001, 611 (617) m.V.a Gutachten 2000 des Rates von Sachverständigen in Umweltfragen beim BMU, Bt-Drs. 14/3363, Nr.2.4.2, Punkt 90.

²⁰⁴ Siehe hierzu ausführlich *Schimansky*, Die Entsiegelung von Boden nach Erlass des § 5 BBodSchG, NuR 2001, 611-618.

²⁰⁵ Im Ergebnis ebenso *Hasche*, Die Pflichten des Bundes-Bodenschutzgesetzes, DVBl. 1999, 91 (101); vgl. auch *Hendler*, Zum rechtlichen Verhältnis der Entsiegelungsvorschriften des § 5 BBodSchG und des § 179 Abs. 1 Satz 2 BauGB, *Bodenschutz* 2000, 12 (15); Andere Ansicht mit Verweis auf die Gesetzesbegründung (BT-Drs. 13/6701, S. 36) *Schönfeld*, in: *Oerder/Numberger/Schönfeld* BBodSchG, § 5, Rn. 4; *Hilger*, in: *Holzwarth/Radtke/Hilger*, BBodSchG, § 5, Rn. 1; *Vierhaus*, Das Bundes-Bodenschutzgesetz, NJW 1998, 1262, 1264.

jedoch im Vollzug ohne praktische Bedeutung geblieben.²⁰⁶ Dies zeigte sich auch in einem Planspiel.²⁰⁷

8.4 Abstufung des Schutzes entsprechend der Wertigkeit und Empfindlichkeit des Bodens

Die Wechselwirkung von Bodenschutz und Klimaschutz erfordert – neben dem allgemeinen Erfordernis der Verringerung der Flächeninanspruchnahme – einen abgestuften Schutz entsprechend der Wertigkeit und Empfindlichkeit der Böden. Dies kann etwa bedeuten, dass besonders wertvolle Böden einer Bebauung ganz entzogen sind (abwägungsfestes Bauverbot), bzw. dass Böden, die unter Klimaschutzaspekten wertvoll sind, bei der planerischen Abwägung ein entsprechend höheres Gewicht zukommt.

Das Baurecht enthält für eine derartige Abstufung bislang keine Grundlage. Wenn ein entsprechend abgestufter Schutz im BBodSchG ausgestaltet ist, kann dies allerdings in die Anwendung der einschlägigen bauplanungsrechtlichen Regelungen ausstrahlen. Dies allein wird allerdings angesichts der bisherigen Erfahrungen mit der Praxis der Bauleitplanung hinsichtlich eines wirksamen Bodenschutzes nicht genügen.

8.5 Fazit

Zur Effektivierung des Schutzes der Klimafunktion müsste der Bodenschutz in planerischen Abwägungen höheres Gewicht erfahren. Mit Blick auf die Ausstrahlungswirkung des Bodenschutzrechts könnte der Belang des Schutzes der Klimafunktion zumindest auch Signalwirkung entfalten.

Die baurechtlichen Instrumente zum Bodenschutz – insbesondere das Gebot des sparsamen Umgangs mit Boden, die Begrenzung der Bodenversiegelung und die Entsiegelung (s.o., C2.3.4) – verfügen unter Berücksichtigung der obigen Ausführungen und nach den bisherigen Erfahrungen nur über ein begrenztes Wirkungspotenzial. Sie haben eher Appellcharakter als praktische Wirkung bei der Abwägung unterschiedlicher Belange. Auch in der Rechtsprechung führt die Bodenschutzklausel bisher ein Schattendasein und liefert über den allgemeinen Programmsatz hinaus keinen juristischen Ertrag.²⁰⁸ Der BORA kommt im Ergebnis zutreffend zu der Einschätzung, dass das geltende Recht gerade in Hinblick auf das Planungsrecht eine bereits stärkere Berücksichtigung der Klimafunktion des Bodens ermöglichen könnte.²⁰⁹ Nach Erkenntnissen aus der Vollzugspraxis setzen sich die Belange des Bodenschutzes im Rahmen der Abwägung aber meistens nicht durch.

Auch die Umweltprüfung der Bauleitpläne (§ 2 Abs. 4 BauGB) und andere bauplanungsrechtliche Instrumente (z.B. der Freiraumschutz nach § 35 BauGB) haben bislang

²⁰⁶ *Schimansky*, Die Entsiegelung von Boden nach Erlass des § 5 BBodSchG, NuR 2001, 611 (617).

²⁰⁷ *Gaßner/Willand* et al., Anforderungen an die Wiederherstellung von Bodenfunktionen nach Entsiegelung, Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2001.

²⁰⁸ *Stüer*, Städtebaurechtsnovelle 2012, DVBl. 2012, 1017 (1018).

²⁰⁹ Ständiger Ausschuss Recht (BORA) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), Möglichkeiten der rechtlichen Verankerung des Klimaschutzes im Bodenschutzrecht, 31.03.2011, S. 30.

die Zunahme der Bodenversiegelung und die Inanspruchnahme der „grünen Wiese“ für Gewerbegebiete und Siedlungszwecke nicht erheblich vermindern können.²¹⁰

Was die Begrenzung der Flächeninanspruchnahme (Versiegelung) insgesamt anbelangt, ergeben sich aus dem vorliegenden Forschungsvorhaben bzw. aus dem Maßnahmenkatalog (vgl. B) keine spezifischen oder neuen Anforderungen. Insofern ist Bezug zu nehmen auf die bereits vielfältig diskutierten Vorschläge für Instrumente zur Begrenzung der Flächeninanspruchnahme.²¹¹

Die Bedeutung natürlicher Böden für den Klimaschutz ist allerdings ein wichtiger umweltpolitischer Grund im Rahmen des Verfassungsauftrags aus Art. 20a GG, nunmehr wirksame Instrumente zur Begrenzung der Bodeninanspruchnahme auf Grundlage der bekannten Vorschläge zu implementieren. Die Belange des Klimaschutzes treten insofern zu den bisher diskutierten, allgemeinen Belangen des Boden- und Naturschutzes hinzu.

9 Gesetzgebungsaufgaben

9.1 Schlussfolgerungen aus der Defizitanalyse

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Umsetzung der aus fachlicher Sicht notwendigen Maßnahmen zur Verbesserung des Bodenschutzes im Klimawandel in den ausgewählten Schwerpunktbereichen weisen Defizite auf.

- Daraus ergeben sich – zusammenfassend – folgende Schlussfolgerungen: Die Klimafunktion des Bodens ist als Schutzgut im BBodSchG zu verankern. So sollen diese spezifischen Bodenschutzbelange verstärkt kraft Ausstrahlungswirkung des Bodenschutzes auch im Bereich der Bauleitplanung und den anderen Handlungsfeldern berücksichtigt werden.
- Im BBodSchG sollte eine Grundlage zu einer abgestuften Schutzintensität entsprechend der Wertigkeit des Bodens (auch unter dem Aspekt der Klimafunktion) geschaffen werden.
- Die Begriffsbestimmung der „schädlichen Bodenveränderung“ (§ 2 Abs. 3 BBodSchG) sollte so angepasst werden, dass Beeinträchtigungen der Klimafunktion des Bodens zweifelsfrei durch Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes erfasst werden können; durch die Definition sollte auch sichergestellt werden, dass solche Beeinträchtigungen der Klimafunktion des Bodens, die im Einzelfall relevante und zurechenbare Auswirkungen auf die örtlichen Klimaverhältnisse haben (z.B. Kühlfunktion des Bodens im urbanen Raum), als schädliche Bodenveränderung eingeordnet werden können.

²¹⁰ Vgl. zur Zunahme der Flächenversiegelung o., E.; zur Wirksamkeit des baurechtlichen Instrumentariums zum Bodenschutz und zu den Vollzugsdefiziten vgl. zusammenfassend Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), Empfehlungen zum Fortschrittsbericht 2012 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, Kommentar zur Umweltpolitik, September 2011;

²¹¹ Vgl. LABO Strategiepapier zur Begrenzung der Flächeninanspruchnahme in ländlichen Räumen; LABO, Reduzierung der Flächeninanspruchnahme, 2010; BfN, Stärkung des Instrumentariums zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme, 2008.

- Die vorsorgebezogenen Regelungen des BBodSchG sind so anzupassen, dass Maßnahmen zum Schutz der Klimafunktion des Bodens ergriffen und durchgeführt werden können. Insbesondere ist die Ermächtigungsgrundlage für die Festlegung von Werten und Anforderungen in § 8 Abs. 2 BBodSchG so zu ergänzen, dass bodenbezogene Werte und Kriterien festgelegt werden können, bei deren Überschreiten bzw. Nichteinhalten nutzungsbezogene Vorsorgepflichten zum Schutz der Klimafunktion des Bodens ausgelöst werden.
- Die vorhandenen Planungsinstrumente sind dahingehend zu ergänzen, dass
 - die unter Klimaschutzaspekten besonders wertvollen sowie vom Klimawandel besonders empfindlich betroffenen Böden sowie die relevanten Nutzungen überörtlich erfasst werden;
 - der Schutz des Bodens und insbesondere seiner Klimafunktion und seiner Anpassung an den Klimawandel künftig angemessen berücksichtigt wird;
 - die Instrumente zur Durchsetzung von Vorsorgepflichten sowie zur Anordnung von Maßnahmen im Einzelfall zweckmäßig durch planerische Vorgaben unterstützt und gesteuert werden können.²¹²
- Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis (§ 17 BBodSchG, § 5 Abs. 2 BNatSchG sowie die einschlägigen Vorschriften des Landesnaturschutzrechts) sind
 - zu ergänzen um das Ziel, die Klimafunktion des Bodens zu schützen sowie seine Anpassung an den Klimawandel zu fördern;
 - begrifflich so zu konkretisieren, dass sie zur Verhaltenssteuerung tatsächlich geeignet und vollziehbar sind und
 - zu flankieren durch Instrumente der Eigen- und Fremdüberwachung und ggf. Sanktionen.

Die Regelungen zur Gefahrenabwehr bei Wassererosion sollten um den Schutz vor Winderosion ergänzt werden (§ 8 BBodSchV)²¹³.

9.2 Diskussion und Auswahl handlungsfeldbezogener Gesetzgebungsvorschläge

9.2.1 Moorschutz

Wie in C6 dargelegt, ist der gesetzliche Rahmen für den Schutz der Moore ausreichend. Die vorhandenen Regelungen bedürfen lediglich des effektiven Vollzuges. Hierzu gehört auch eine länderübergreifende Abstimmung unter den Vollzugsbehörden, unter welchen Voraussetzungen rechtlich von einem „Moor“ bzw. einem „Moorstandort“ im Sinne des Naturschutzrechts auszugehen ist. Diesbezüglich wird etwa vorgeschlagen, die auf Länderebene etablierten Schutzkonzepte in eine „Bundesinitiative Moorschutz“ zu integrieren. Hiermit

²¹² Vgl. Möckel, in: Reese/Möckel/ Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 285 f.

²¹³ Möckel, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 285 f.

könnten verstärkt sowohl Synergien mit dem Schutz der Biodiversität und dem Wasserhaushalt erreicht werden.²¹⁴

Es empfiehlt sich, die Unterschützstellung von Moorgebieten voranzutreiben. Zum Zwecke der Erzielung von Synergieeffekten bietet es sich zudem an, bei der Eingriffsregelung nach § 14 BNatSchG im Hinblick auf Renaturierungsmaßnahmen nachzusteuern. Es ist kontraproduktiv, wenn eine Renaturierungsmaßnahme, die ein Moorgebiet in eine höherwertige Qualitätsstufe versetzen soll, selbst als Eingriff in Natur und Landschaft eingestuft wird. Es bietet sich daher an, einen entsprechenden Privilegierungstatbestand im BNatSchG einzuführen.

9.2.2 Landwirtschaftliche Bodennutzung

Zur Diskussion stehen verschiedene Überlegungen, die im Folgenden stichpunktartig wiedergegeben werden sollen²¹⁵:

1. Eine Kategorisierung von Gefährdungsklassen, Vorsorge- und Gefahrenwerten (wie sie bei Cross Compliance Ansätzen schon bei der Erosion erfolgt).
2. Eine Verpflichtung zur regelmäßigen Begutachtung der Flächen durch den Land- und Forstwirt im Hinblick auf Erosion, Humusgehalt, Nähr- und Schadstoffgehalt und Verdichtung (z.B. alle drei Jahre). Die Untersuchung könnte behördlich unterstützt und durch Agrarbeihilfen aufwandsneutral ausgestaltet werden.
3. Eine planerische Ausweisung und Klassifizierung gefährdeter Flächen z. B. in Landschaftsplänen oder Flächennutzungsplänen, die auf regelmäßige Zustandsermittlungen aufbaut.
4. Gesetzlich differenzierte Anforderungen an die Vorsorge- bzw. Gefahrenwerte für einzelne Gefährdungsklassen (z.B. Pflugverbote für bestimmte Zeiträume, konservierende Bodenbearbeitung, Zwischenfruchtanbau, Düngegrenzen, ökologischer Landbau, Schaffung und Erhalt von Bodenschutzstrukturen und Elementen) (vgl. § 2 DirektZahlVerpflV).
5. Die Erfassung dieser Erwägungen könnte im Rahmen der Konkretisierung der Vorsorgeanforderungen im Rahmen der guten fachlichen Praxis (C7.1) erfolgen. Dies trifft auch auf die Nrn. 5, 7 bis 9 zu. Die materiellen Grundsätze der guten fachlichen Praxis haben – wie oben gezeigt – kaum praktische Wirkung, wenn es darum geht, die Klimafunktion des Bodens zu erhalten oder eine Anpassung an die Klimawandel zu ermöglichen. Insofern wären behördliche Anordnungsbefugnisse ein Ansatz, um den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis zu mehr Gewicht zu verhelfen. Die Aufnahme der materiellen Pflichten in den Katalog der Ordnungswidrigkeiten ein weiterer Schritt sein, um die herausgearbeiteten Defizite aufzufangen und entsprechend auszugleichen.
6. Ein Verbot des Grünlandumbruchs auf wertvollen Flächen (ohne Befreiungsmöglichkeit) bzw. von einer bestimmten (flächenmäßigen) Relevanzschwelle

²¹⁴ SRU 2012, S. 421

²¹⁵ Zu den Ziffern 1-9 vgl. die Vorschläge von *Möckel*, in: Reese/Möckel/ Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 285.

- an. Eine solche Regelung könnten auch die Bundesländer in ihren Landesnaturschutzgesetzen treffen. In Betracht käme auch ein generelles Verbot mit Erlaubnisvorbehalt für den Umbruch von Dauergrünland mit engen Genehmigungsvoraussetzungen. Dies könnte mit der gesetzlichen Verpflichtung zur Ausweisung von speziellen Flächen in der Landschaftsplanung verknüpft werden.
7. Ein Gebot zur Umwandlung in mehrjährige Kulturen (z.B. Grünland, Wald, Kurzumtriebsplantagen) für besonders gefährdete Gebiete.
 8. Ein Bewirtschaftungsgrundsatz zum Landschaftswasserhaushalt, wonach Böden nicht neu oder stärker entwässert werden dürfen, soweit andere land- oder forstwirtschaftliche Nutzungen (z.B. konservierende Bodenbearbeitung, Grünland, ökologischer Landbau, Sonderkulturen, Wald) möglich und zumutbar sind.
 9. Behördliche Anordnungsbefugnisse zur Durchsetzung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis.
 10. Aufnahme der Pflichten in den Katalog der Ordnungswidrigkeiten
 11. Neue Agrarumweltmaßnahmen (AUM) für den Klimaschutz²¹⁶.
 12. Die Ausgestaltung der Agrarumweltmaßnahmen erfolgt als Teil der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur des Küstenschutzes“ (GAK). Hierfür sind die rechtlichen Vorgaben der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 des Rates vom 20.09.2005 (ELER – Entwicklung ländlicher Räume) maßgebend. Derzeit ist eine Nachfolgeverordnung in Ausarbeitung.
 13. Bereits heute sind verschiedene Klimaschutzmaßnahmen Bestandteile von ELER. So finden sich z. B. die Agrarumweltmaßnahmen in Art. 36 a) ELER. Diesem unterfallen der Erhalt des Dauergrünlands, die Grünlandsaat, die Vermeidung von Bodenschadverdichtung, räumlich zeitlich angepasste Düngung ökologischer Landbau.
 14. Unter Art. 36 b) ELER finden sich auch Hinweise z.B. auf die Moorrenaturierung, die Baumartenwahl und auch auf die Umtriebszeit. Die Moorrenaturierung betrifft aber in diesem Fall nur die Wiedervernässung von Moorwäldern, für andere Moorstandorte greift der Schwerpunkt 3 der ELER (Art. 52 b ELER). Zudem findet die Klimaschutzmaßnahme Moorrenaturierung nur in Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein Anwendung, während die Baumartenwahl in Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen eine Rolle spielt.²¹⁷.
 15. Optimierung der Direktzahlungsverpflichtungsverordnung im Hinblick auf Cross Compliance Anforderungen *oder* Ergänzung der BBodSchV durch entsprechende Konkretisierung der guten fachlichen Praxis. Spezielle Ausrichtung auch der

²¹⁶ V. Haaren/Saathoff, Landnutzung und Klimaschutz: Synergien mit dem Naturschutz und Umsetzungsbedingungen aus : Naturierungsökologie und Agrarökologie, Tagungsband zur GFÖ Jahrestagung, 2010, S. 57, siehe hierzu aber auch bereits die Vorschläge des SRU 2009, Tz. 23 f.

²¹⁷ V. Haaren/Saathoff, Landnutzung und Klimaschutz: Synergien mit dem Naturschutz und Umsetzungsbedingungen aus : Naturierungsökologie und Agrarökologie, Tagungsband zur GFÖ Jahrestagung, 2010, S. 58.

Direktzahlungsverpflichtungsverordnung, insbesondere § 3 nicht nur auf die Fruchtfolge, sondern speziell auf die Klimafunktion ausgerichtet.

9.2.3 Schutz wertvoller Böden vor Überbauung, Verdichtung und anderen Beeinträchtigungen

9.2.3.1 Planungsinstrumente

Es hat sich gezeigt, dass die Instrumente zur Reduktion der Flächeninanspruchnahme insgesamt, aber besonders zum Schutz der unter Klimagesichtspunkten wertvollen Böden unzureichend sind. Neben dem Schutz der Moore geht es einerseits um den Schutz von Böden mit hoher Kohlenstoffspeicherfunktion und andererseits Böden mit Kühlfunktion im urbanen Raum.

Für eine Verbesserung des Schutzes dieser wertvollen Böden ist zweierlei erforderlich:

- eine rechtliche Grundlage für abgestufte Schutzintensität verschiedener Böden;
- die Erfassung der besonders wertvollen Böden in der jeweiligen Region;
- eine Steuerung der Maßnahmen zu solchermaßen erfassten Böden.

Hierfür sind entsprechende Planungsinstrumente erforderlich.

Potentiell geeignet zur Bewältigung dieser Planungsaufgabe wären:

- naturschutzrechtliche Landschaftsplanung;
- Bauleitplanung;
- Bodenschutzplanung.

Es sollte insoweit zwischen den verschiedenen aufgezeigten Aufgabenstellungen unterschieden werden. Die Erfassung der besonders schutzwürdigen Böden sollte zweckmäßigerweise auf Grundlage des Bodenschutzes von den Bodenschutzbehörden vorgenommen werden. Bei der Erfassung der besonders schutzwürdigen Böden in einem Gebiet (Gemeinde, Landkreis, Stadt) kommt es nicht nur auf die Klimafunktionen bzw. Betroffenheit des Bodens vom Klimawandel an, sondern auch auf die anderen Bodenfunktionen und Bodennutzungen. Es ist daher sinnvoll, diese Aufgabe der Erfassung, Bewertung und Darstellung der schützenswerten Böden im Regime des Bodenschutzes vorzunehmen. So könnten entsprechende Flächenkataster erstellt werden (hierzu existieren in den Bundesländern bereits vielfältige Ansätze, die um die Aspekte des Klimaschutzes ergänzt werden könnten).

Dagegen wäre es nicht sinnvoll, auch die Steuerung der Maßnahmen und Instrumente zum Schutz der (wertvollen) Böden im bodenschutzrechtlichen Rahmen bewältigen zu wollen. Wegen seiner Subsidiarität ist das Bundesbodenschutzgesetz auf maßgebliche Bodennutzungen nicht unmittelbar anwendbar. Wenn neben der Bauleitplanung und der Landschaftsplanung noch eine eigenständige Bodenschutzplanung entwickelt wird, entstehen neue Koordinationsaufgaben, die Bodenschutzbehörden müssten zudem erst eigenes Planungs-Know-how aufbauen.

Es scheint daher vorzugswürdig, die Landschaftsplanung entsprechend durch Festlegung gesetzlicher Mindestinhalte und damit auch präzise Schutzanforderungen zu stärken.²¹⁸ Die Bauleitplanung ist zwar (im Hinblick auf Bebauungspläne) außenverbindlich und ist auch auf

²¹⁸ Vgl. Köck, NuR 2010, 530/537 f.

eine flächendeckende örtliche Gesamtplanung ausgerichtet, allerdings auf die Steuerung der baulichen Nutzung beschränkt. Sie ist, wie aus dem Namen schon folgt, eine „bauleitende“ Planung. Es wird allerdings erwogen, in der Bauleitplanung auch eine Steuerung der nicht baulichen Nutzung, wie z. B. der landwirtschaftlichen Bodennutzung, zu etablieren.²¹⁹ Dies würde allerdings den Charakter der Bauleitplanung verändern und neuartige fachliche Aufgaben für die Träger der Bauleitplanung bringen. Die Landschaftsplanung ist im Kern eine naturschutzrechtliche Planung und keine überörtliche allgemeine Gesamtplanung. Sie ist zwar bislang primär auf die belebte Natur ausgerichtet, eine stärkere Berücksichtigung der Bodenschutzbelange ist jedoch gerade für diese Zielsetzung zweckmäßig. Die Erfassung der besonders schutzwürdigen Böden nach den Kriterien des Bodenschutzes könnte dann in die Landschaftsplanung einfließen. Dies schließt die Erfassung der Böden bei denen sich eine Regeneration am besten anbieten würde („Gebiete mit Handlungsbedarf“)²²⁰ ein.

9.2.3.2 Vorschläge für Instrumente zur Reduktion des Flächenverbrauchs

Wie bereits ausgeführt, folgen aus der Zielsetzung, die Klimafunktion des Bodens zu schützen und seine Klimaanpassung zu unterstützen, hinsichtlich der Begrenzung der Flächeninanspruchnahme keine spezifischen Handlungserfordernisse oder -strategien. Der Schutz der Klimafunktion des Bodens und seine Klimaanpassung sind vielmehr zusätzliche Gründe, bereits seit langem vorgeschlagene und diskutierte Instrumente zur Reduktion der Flächeninanspruchnahme zu ergreifen. Hierzu geben wir nachfolgend lediglich einen kurzen Überblick über die diskutierten Instrumente²²¹:

Planungsrecht

- Verankerung von Mengenzielen (z.B. Mindestfreiflächen/Einwohner oder Waldanteil einer bestimmten Region):
 - Verpflichtung von Mengenzielen oder Verpflichtung zu ihrer Fixierung im ROG und in den Landesplanungsgesetzen
 - Erweiterung der Festsetzungsmöglichkeiten in Bauleitplänen betreffend quantitative Umweltqualitätsziele (BauGB, BauNVO)
- Verbesserung der institutionellen und verfahrensmäßigen Rahmenbedingungen:
 - Kompetenzverlagerung für die Flächennutzungsplanung auf die regionale Ebene (BauGB)
 - Verpflichtung zur Öffentlichkeitsbeteiligung bei Raumordnungsplänen und -verfahren (ROG, Landesplanungsgesetze).

Steuerrecht

²¹⁹ So auch *Möckel*, in: Reese/Möckel/Bovet/Köck, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, 2010, S. 274.

²²⁰ Vgl. *Rehbinder*, Biodiversitäts- und Klimaschutz in der Landwirtschaft: Reichen die gesetzlichen Rahmenbedingungen? NuR 2011, 241 (250).

²²¹ Siehe hierzu bereits die Aufstellung von *Willand*, in: Nachhaltigkeit durch Rechtsgestaltung, UBA-Texte 13/2005, S. 112 f.

- Schaffung von Anreizen für flächensparendes Bauen durch eine Bodenwert- oder eine Flächennutzungssteuer (oder Kombination)
- entsprechende Änderung des Steuerrechts.

Stärkung der Entsiegelungspflichten

- Ausweitung des Anwendungsbereiches der Entsiegelungsvorschriften (§ 5 BBodSchG, § 179 Abs. 1 BauGB)
- Erweiterung der behördlichen Befugnisse zur Durchsetzung einer Entsiegelung bei allen nicht mehr genutzten Flächen, deren Versiegelung für die ausgeübte oder eine künftig zulässige Nutzung nicht benötigt wird.

Kommunalabgabenrecht

- Flächendeckende Einführung des „gespaltenen“ Abwassergebührenmaßstabs (Anreizwirkung für Entsiegelungen und flächensparendes Bauen)
- Kommunalabgabengesetze der Länder

Einrichtung eines Systems handelbarer Flächenausweisungsrechte

Für die Kommunen bedeutet ein System des Flächenhandels eine Flexibilisierung im Vergleich zu fixen Zielvorgaben und eröffnet ihnen die Möglichkeit, neue Flächen dort auszuweisen, wo es unter Berücksichtigung von Naturschutzbelangen aber auch im Sinne dieses Vorhabens Klimaschutzbelangen am ökonomischsten erscheint und auch die angestrebten Flächenverbrauchsziele effektiv erreicht werden können.²²²

Das Bundesland Baden-Württemberg hat mit der Ökokonto-Verordnung (ÖKVO)²²³ ein eigenes System etabliert, wonach vorzeitig durchgeführte Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege anerkannt werden, die zu einem späteren Zeitpunkt der Kompensation von Eingriffsfolgen dienen sollen.

²²² Vgl. UBA-Texte 23/2009, Gestaltung eines Modells handelbarer Flächenausweisungskontingente unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer, rechtlicher und sozialer Aspekte, S. 2.

²²³ Verordnung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr über die Anerkennung und Anrechnung vorzeitig durchgeführter Maßnahmen zur Kompensation von Eingriffsfolgen (Ökokonto-Verordnung – ÖKVO) vom 19.12. 2010, GBl. 2010 S. 1089.

TEIL D: Gesetzgebungsvorschläge

Die Defizitanalyse unter C, die unter C9 in eine Darstellung der Gesetzgebungsaufgaben gemündet ist, bezieht neben dem Bodenschutzrecht auch andere relevante Rechtsgebiete ein. So ist dort auch dargelegt, welche Gesetzgebungsaufgaben sich im Bauplanungsrecht und im Naturschutzrecht stellen. Entsprechend dem Zuschnitt des Forschungsvorhabens – Integration der Klimaschutzbelange in das Bodenschutzrecht – beschränken wir uns jedoch im Folgenden auf konkrete Vorschläge für eine Ergänzung der maßgeblichen Vorschriften des BBodSchG und der BBodSchV.

Auf Grundlage des oben unter C identifizierten Gesetzgebungsbedarfs werden folgende Vorschläge zu Gesetzesänderungen und -ergänzungen unterbreitet:

1 Ergänzung des § 2 Abs. 2 Nr. 1 BBodSchG:

- „(2) *Der Boden erfüllt im Sinne dieses Gesetzes natürliche Funktionen als*
(...)
d) dem Klimawandel entgegenwirkendes Medium, insbesondere auf Grund seiner Fähigkeit, Kohlenstoff zu speichern und die bodennahen Luftschichten zu kühlen.“

2 Ergänzung des § 2 Abs. 3 BBodSchG:

- „(3) *Schädliche Bodenveränderungen im Sinne dieses Gesetzes sind Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen, ~~oder~~ die die Allgemeinheit oder das Klima herbeizuführen.*“

3 Ergänzung des § 8 Abs. 2 BBodSchG:

- „3. *Bodenbezogene Werte und Kriterien für die Klimafunktion des Bodens nach § 2 Abs. 2 Nr. 1 d), insbesondere bei leistungsfähigen Böden, sowie Anforderungen an die Nutzung des Bodens zum Schutz seiner Klimafunktion sowie zur Anpassung an den Klimawandel.*“

4 Ergänzung des § 17 Abs. 1 BBodSchG:

- „(1) *(...) Die zuständige Behörde kann Anordnungen im Einzelfall zur Durchsetzung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis sowie einer Verordnung nach Absatz 4 treffen.*“

5 Ergänzung des § 17 Abs. 2 BBodSchG:

- „(2) *Grundsätze der fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung sind die nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürlicher Ressource einschließlich seiner Klimafunktion. Zu den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis gehört insbesondere, dass*
(...)

7. ~~der die~~ standorttypischen Humusgehalt Kohlenstoffvorräte und die Wasserrückhaltungskapazität des Bodens, insbesondere durch eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz, durch Reduzierung der Bearbeitungsintensität und der Bodenentwässerung, erhalten wird.“

6 Einfügen eines § 17 Abs. 4 BBodSchG:

- „(4) Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 20) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates Anforderungen an die gute fachliche Praxis zu konkretisieren.“

7 Ergänzung des § 21 Abs. 3 BBodSchG:

- „(3) Die Länder können darüber hinaus Gebiete, in denen flächenhaft schädliche Bodenveränderungen auftreten oder zu erwarten sind, und die dort zu ergreifenden Maßnahmen bestimmen sowie weitere Regelungen, insbesondere zur Vorsorge vor schädlichen Bodenveränderungen, über gebietsbezogene Maßnahmen des Bodenschutzes.“

8 Ergänzung des § 8 BBodSchV:

- „§ 8 ~~Gefahren~~ Abwehr von schädlichen Bodenveränderungen auf Grund von Bodenerosion durch Wasser oder Wind

- (1) Von dem Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung auf Grund von Bodenerosion durch Wasser oder Wind ist insbesondere dann auszugehen, wenn
1. durch Oberflächenabfluss erhebliche Mengen Bodenmaterials aus einer Erosionsfläche geschwemmt oder durch Verwehung erhebliche Mengen Bodenmaterials von einer Erosionsfläche ausgeweht wurden (...)
 - (2) Anhaltspunkte für das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung auf Grund von Bodenerosion durch Wasser oder Wind ergeben sich insbesondere, wenn außerhalb der vermeintlichen Erosionsfläche gelegene Bereiche durch abgeschwemmtes oder verwehtes Bodenmaterial befrachtet wurden.
 - (3) Bestehen Anhaltspunkte nach Abs. 2, ist zu ermitteln, ob eine schädliche Bodenveränderung auf Grund von Bodenerosion durch Wasser oder Wind vorliegt. Ist feststellbar, auf welche Erosionsfläche die Bodenabschwemmung oder Verwehung zurückzuführen ist, und dass aus dieser erhebliche Mengen Bodenmaterials abgeschwemmt abgetragen wurden, (...)
 - (4) (...) Weitere Bodenabträge sind zu erwarten, wenn
 1. die Fläche durch die zuständige Behörde als erosionsgefährdet eingestuft ist,
 - 1.2. in den zurückliegenden Jahren bereits mehrfach erhebliche Mengen Bodenmaterials aus derselben Erosionsfläche geschwemmt oder verweht wurden oder

2.3. *sich aus den Standortdaten und den Daten über die langjährigen Niederschlags- oder Windverhältnisse des Gebietes ergibt, dass in einem Zeitraum von zehn Jahren mit hinreichender Wahrscheinlichkeit mit dem erneuten Eintritt von Bodenabträgen gemäß Abs. 1 Nr. 1 zu rechnen ist.*

(5) *Die weiteren Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von Flächen, bei denen der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung auf Grund von Bodenerosion ~~durch Wasser~~ vorliegt, sind in Anhang 4 bestimmt. (...)*

Hinweis: Die Änderungsvorschläge wurden größtenteils dem Referentenentwurf des BMU für eine Novellierung der BBodSchV (Stand: 31.10.2012) entnommen.

9 Ergänzung des § 9 Abs. 1 BBodSchV:

„(1) *Das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen nach § 7 des Bundesbodenschutzgesetzes ist in der Regel zu besorgen, wenn*

(...)

3. *die standorttypischen Kohlenstoffvorräte oder die Wasserrückhaltungskapazität des Bodens erheblich reduziert werden.*“

TEIL E: Literaturverzeichnis

A

Agena, Carl-August, Der Vollzug der landwirtschaftlichen Grundsätze der guten fachlichen Praxis nach § 5 Abs. 2 BNatSchG, NuR 2012, S. 297-307

Augustin & Chojnicki (2005): Untersuchung des Einflusses der Rücküberstauung degradierter Niedermoorstandorte des Peenetales auf die Dynamik der Kohlenstoff-Umsetzungsprozesse und die Emission klimarelevanter Spurengase. Leipzig-Centre for Agricultural Landscape Research. Kolloquium Landeslehrstätte für Naturschutz Mecklenburg-Vorpommern. Güstrow, 15 Dez. 2005

B

Bachmann, Günter; Holzwarth, Fritz; Radtke, Hansjörg; Hilger, Bernd, Kommentar zum BBodSchG/BBodSchV, 2. Auflage, 2000

Bartelsberger, Richard, Planungsrechtliche Optimierungsgebote, DVBl. 1996, S. 1 ff.

Batjes, N.H. 1996: Total carbon and nitrogen in the soils of the world. European Journal of soil science 47 (2), S. 151-163

Battis, Ulrich; Krautzberger, Michael; Löhr, Rolf-Peter (Hrsg.), Kommentar zum BauGB, 11. Auflage, München, 2009

Becker, Bernd (Hrsg.), Kommentar BBodSchG, Stand: Mai 2009, Starnberg

Beckmann, Martin; Durner, Wolfgang; Mann, Thomas; Röckinghausen, Marc, (Hrsg.) Landmann/Rohmer, Kommentar zum Umweltrecht in 4 Bänden, Loseblattsammlung, 66. Auflage, 2012

Berendes, Konrad; Frenz, Walter; Müggenborg, Hans-Jürgen (Hrsg.), Kommentar zum WHG, 1. Auflage, Berlin, 2011

Blanke, Rainer; Bundesamt für Naturschutz, BfN (2003): Moore in Deutschland – Schutz und Nutzung zwischen Anspruch und Wirklichkeit. Vortrag unter <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/moore.pdf>

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, BGR (2007): Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK 1000)

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.), BBR (2002): Nachhaltige Raumentwicklung im Spiegel von Indikatoren. Berichte des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung, Bd. 13

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.), BBR (2006): Perspektive Flächenkreislaufwirtschaft. Privatwirtschaftliche Akteure und Wiedernutzung von Brachflächen (Expertise). Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Bundesamt für Naturschutz, BfN (2010): Ökosystemdienstleistungen von Mooren – insbesondere Klimarelevanz. Pressehintergrundinfo. Bonn: BfN. http://www.bfn.de/fileadmin/NBS/documents/df_Presse2010_Hintergrund_Moore.pdf (14.07.2011)

Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), Ständiger Ausschuss Recht (BORA), Möglichkeiten der rechtlichen Verankerungen des Klimaschutzes im Bodenschutzrecht, 2011

Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung, LANA (2012): Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz. Positionspapier der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung

Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF (2011): Klimzug – Klimawandel in Regionen. Anpassungsstrategien für sieben Regionen, <http://www.klimzug.de>

Bundesregierung, Aktionsplan Anpassung (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. (vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen)

Bundesregierung, DAS (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (beschlossen vom Bundeskabinett am 17. Dez. 2008)

Bundesregierung, DAS-Hintergrundpapier (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel – Hintergrundpapier

D

Damm, E. (2011): Erfassungs- und Optimierungsmöglichkeiten des Kühlungspotentials von Böden, dargestellt an ausgewählten Wohn- und Parkflächen der Stadt Bottrop. BSC-Arbeit. RWTH-Aachen/ ahu AG Aachen

Damm, E.; S. Höke; P. Doetsch (2012): Erfassung und Optimierungspotential der Kühlleistung von Böden dargestellt an ausgewählten Beispielflächen der Stadt Bottrop. Bodenschutz – Erhaltung, Nutzung und Wiederherstellung von Böden. Heft 3, S. 94-98

Deutscher Bundestag (2010): Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage der Abgeordneten Undine Kurth (Quedlinburg), Nicole Maisch, Cornelia Brehm, weiterer Abgeordneter und der Fraktion Bündnis 90 /Die Grünen. Umsetzung des Moorschutzkonzeptes der Bundesrepublik. Berlin: Deutscher Bundestag. Bundestagsdrucksache 17/2076

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (Hrsg.), DWA-Merkblatt M910 (2010): Berücksichtigung der Bodenerosion bei der Maßnahmenplanung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. DWA-Regelwerk

Drösler, M.; A. Freibauer; W. Adelman; J. Augustin; L. Bergmann; C. Beyer; B. Chojnicki; C. Förster; M. Giebels; S. Görlitz; H. Höper; J. Kantelhardt; H. Liebersbach; M. Hahn-Schöfl; M. Minke; U. Petschow; J. Pfadenhauer; L. Schaller; P. Schägner; M. Sommer; A. Thuille; M. Wehrhan (2011): Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis – Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz – Moornutzungsstrategien 2006-2010“. Arbeitsberichte aus dem vTI-Institut für Agrarrelevante Klimaforschung 4/2011

Dütemeyer, D.; W. Kuttler (2011): Gegen die Hitze in Stadtquartieren. Kühle Luft und warme Böden. Vortrag E.4.3. Verbesserung des Stadtklimas. Session 3.2 im dynaklim- Symposium November 2011 (BMBF-Projekt dynaklim im Klimzug-Verbund). (Dütemeyer & Kuttler 2011)

E

Ekardt, Felix; Heym, Andreas; Seidel, Jan, Die Privilegierung der Landwirtschaft im Umweltrecht, ZUR 2008, S. 169 ff.

Erbguth, W., Stollmann, F., Grundlagen der Landschaftsplanung – Bundesrecht in: Riedel/Lange (Hrsg.), Landschaftsplanung, 2. Auflage, 2002

Europäische Kommission (2011): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen.

Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO₂-armen Wirtschaft bis 2050. KOM(2011). 112 endg. Brüssel: Europäische Kommission

Ewald Endres, Ewald; Krohn, Susanne, Markus, Till, (Hrsg.)
Kolodziejcok/Endres/Krohn/Markus, Naturschutz, Landschaftspflege und einschlägige Regelungen des Jagd- und Forstrechts, Kommentar, Loseblattsammlung, Stand: 2013, Berlin

F

Forstpraxis (2012): Stiftung UmWald startet Moor-Renaturierung im Mankmooser Holz
<http://www.forstpraxis.de/moor-renaturierungsprojekt-mankmooser-holz-beschlossen>

Frenz, Walter, BBodSchG-Kommentar, 2000

Frenz, Walter; Müggenborg, Hans-Jürgen, Kommentar zum BNatSchG, Berlin, 2011

Funk, R. (2011): Schutz vor Winderosion. - In: Handbuch des Bodenschutzes: Bodenökologie und -belastung; vorbeugende und abwehrende Schutzmaßnahmen: 578-581; Weinheim (Wiley-VCH) 4. Auflage 2011

G

Gassner, Erich; Bedomir-Kahlo, Gabriele; Schmidt-Räntsch, Annette, Kommentar zum BNatSchG (a.F.), 2. Aufl. 2003

Gaßner, Hartmut; Willand, Achim et al., Anforderungen an die Wiederherstellung von Bodenfunktionen nach Entsiegelung, Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2001

Giesberts, Ludger; Reinhardt, Michael, BeckOK, Stand: Oktober 2011

Groß, Thomas, Umweltstaatsprinzip und erneuerbare Energien, NVwZ 2011, S. 129 ff.

Groß, Thomas, Welche Klimaschutzpflichten ergeben sich aus Art. 20a GG?, ZUR 2009, S. 364 ff.

H

Hafner, Simone, Rechtliche Rahmenbedingungen für eine an der Klimawandel angepasste Landwirtschaft UPR 2010, S. 371 ff.

Harlaß, R. (2008): Verdunstung in bebauten Gebieten. Dissertation. Fakultät Bauingenieurwesen der Technischen Universität Dresden

Hasche, Frank, Die Pflichten des Bundes-Bodenschutzgesetzes, DVBl. 1999, S. 91 ff.

Hassenpflug, W. (2004): Schutz vor Winderosion. Handbuch des Bodenschutzes (2004)

Hendler, Zum rechtlichen Verhältnis der Entsiegelungsvorschriften des § 5 BBodSchG und des § 179 Abs. 1 Satz 2 BauGB, Bodenschutz 2000, S. 12 ff.

Herzog, Roman; Scholz, Rupert; Herdegen, Matthias; Klein, Hans H., (Hrsg.) Maunz-Dürig, Kommentar zum Grundgesetz, Loseblattsammlung, 66. Auflage, München, 2012

Höke, S., M. Denneborg, C. Kaufmann-Boll (2011): Klimabedingte Veränderung des Bodenwasser- und Stoffhaushaltes und der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet der Emscher. *dynaklim*-Publikation No. 11

Höke, S.; Kaufmann-Boll, C.; Lazar, S. (2011B): Environmental impact of urban soil consumption. URBAN Soil Management Strategies, Report EU / City of Stuttgart. Projekt-No 6.56

Höke, S.; M. Denneborg; C. Kaufmann-Boll (2012): Urbanes Bodeninformationssystem Emscherraum – eine Planungshilfe für die Wasserwirtschaft. Funktionen, Chancen und Risiken der Stadtböden im Klimawandel und Auswirkungen auf die Grundwasser- und Oberflächenwasserqualität. *dynaklim*-Publikation in Abstimmung

Höper, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 37, S. 85-116

Höper, H., W Schäfer (2012): Die Bedeutung der organischen Substanz von Mineralböden für den Klimaschutz. In: Bodenschutz, 17. Jahrgang 03.12, S. 72-79

Hoppe, Werner, „Ziele“ und „Grundsätze“ der Raumordnung, DVBl. 1992, S. 853 ff.

Hupfer, P., Das Klimasystem der Erde, Berlin, 1991

I

Immirzi, C.P., E. Maltby, R.S. Clymo (1992): The global status of peatlands and their role in the carbon cycling. London. Friend of the Earth

J

Jarass, Hans D.; Pieroth, Bodo, Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland, Kommentar , 12. Aufl. München, 2012

Jarvis (1989, aus: Smidt, S. (2011): Lexikon waldschädigende Luftverunreinigungen und Klimawandel. Tabellen- und Abbildungsanhang. Bundesforschungs- und Ausbildungs-zentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft. Österreich. (<http://www.luftschadstoffe.at>)

Jensen, R.; L. Landgraf; U. Lenschow, B. Paterak, T. Permien, U. Schiefelbein, U. Sorg, j. Thormann, M. Trepel, T. Wälter, H. Wreesmann, M. Ziebarth (2011): Positionspapier: Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz – Gemeinsame Position der Länderfachbehörden von Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame_position.pdf (21.02.2012)

Johann Heinrich von Thünen-Institut, vTI (2011): Verbundprojekt „Organische Böden“ Braunschweig, <http://www.ti.bund.de>

K

Kaufmann-Boll, C; Kappler, W.; Lazar, S.; Baritz, R.; Düwel, O.; Hoffmann, R.; Utermann, J.; Makeschin, F.; Abiy, M.; Rinklebe, J.; Schilli, C.; Beylich, A. & Graefe, U. (2011): BOKLIM – Bericht zum F+E-Vorhaben Anwendung von Bodendaten in der Klimaforschung. FKZ 3708 71 205 01

Kloepfer, Michael, Umweltrecht, 3. Auflage, München 2004

Krautberger, Michael (Hrsg.) Ernst/Zinkahn/Bielenberg, Kommentar zum BauGB, Loseblattsammlung, Stand 2013, München

Kunig, Philip (Hrsg.), v. Münch/Kunig, Grundgesetzkommentar: GG, 6. Auflage, München 2012

L

Länderfachbehörden der Bundesländer Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein (2011): Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz. Gemeinsame Position der Länderfachbehörden der Bundesländer Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein (2011)

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2011): Cross Compliance 2011. Informationen über die Einhaltung der anderweitigen Verpflichtungen. Bonn. Landwirtschaftskammer NRW

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, LBEG (2009): Auswirkungen des Klimawandels auf Böden in Niedersachsen, Hannover 2009

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen, LBEG (2012): Karte der Winderosionsgefährdung.

http://www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=826&psmand=4

Lehmann A.; S. David; K. Stahr (2008): TUSEC (Technique of Urban Soil Evaluation in City Regions) – Eine Methode zur Bewertung natürlicher und anthropogen überformter Böden. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, Bd 86., Universität Hohenheim, Stuttgart

Lieber, Manfred; Preuß, Thomas, Informationen zur Raumentwicklung, 2010, S. 59 ff.

Lütkes, Stefan; Ewer, Wolfgang, (Hrsg.), Kommentar zum BNatSchG, München, 2011

M

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz Nordrhein Westfalen, MKLNUV (2011): Klimawandel und Boden. Auswirkungen der globalen Erwärmung auf den Boden als Pflanzenstandort.

Ministerium für Landwirtschaft Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, MLUV (2009): Konzept zum Schutz und zur Nutzung der Moore.

Möckel, Stefan, Klimaschutz und Anpassung bei landwirtschaftlichen Böden – rechtliche Berücksichtigung und Instrumente, DVBl. 2012, S. 408-416

O

Oechtering, L.; T. Däumling (2012): Hamburger Projekte zum vorsorgenden Bodenschutz. Bodenschutz, 17. Jahrgang, H2, S. 50-58

Oerder, Michael; Numberger, Ulrich; Schönfeld Thomas, Kommentar zum BBodSchG, 1999

P

Peine, Franz-Joseph, Landwirtschaft und Klimaschutz, NuR 2012, S. 611 ff.

Poeplau, C., A. Don, L. Vesterdal, J. Leifeld, B. van Wesemael, J. Schumacher, A. Gensior (2011): Temporal dynamics of soil organic carbon after land use change in the temperate zone – carbon response function as a model approach. Global Change Biology 17, S. 2415-2427

R

Reese, Moritz; Möckel, Stefan; Bovet, Jana; Köck, Wolfgang, Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, UBA-Berichte 01/2010, 2010

Rehbinder, Eckard, Biodiversitäts- und Klimaschutz in der Landwirtschaft: Reichen die gesetzlichen Rahmenbedingungen?, NuR 2011, S. 241 ff.

Reinhardt, Michael, Czychowsky/Reinhardt, Kommentar zum WHG, 10. Auflage, München, 2010

S

Sachs, Michael (Hrsg.), Kommentar zum Grundgesetz, 6. Auflage, München, 2011

Scheffer, F. & Schachtschabel, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. 15. Auflage. Heidelberg, Berlin

Schimansky, Christian, Die Entsiegelung von Boden nach Erlass des § 5 BBodSchG, NuR 2001, S. 611 ff.

Schink, Alexander; Versteyl, Andrea, (Hrsg.), Kommentar zum KrWG, 1. Auflage, Berlin, 2012

Schlichting, E.; H.-P. Blume, K. Stahr (1995): Bodenkundliches Praktikum. Eine Einführung in pedologische Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte, und für Geowissenschaftler, 2. Aufl., Berlin/Wien

Schrader, Christian, Bodenschutz, Landwirtschaft und Klimaschutz – Zur Einbeziehung der Landwirtschaft in den Emissionshandel, NuR 2009, S. 747 ff.

Siedentop, S. & S. Kausch (2004): Die räumliche Struktur des Flächenverbrauchs in Deutschland. Eine auf Gemeindedaten basierende Analyse für den Zeitraum 1997 bis 2001. In: Raumforschung und Raumordnung, Heft 1, S. 36–49

Spannowsky, Willy; Runkel, Peter; Goppel, Konrad, Kommentar zum ROG, München 2010

Sachverständigenrat für Umweltfragen, SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Kapitel 7: Moorböden als Kohlenstoffspeicher

Statistisches Bundesamt (2010): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung Fachserie 3 Reihe 5.1

Strack, M. (Hrsg.) (2008): Peatlands and Climate Change. Jyväskylä, International Peat Society

Stür, Bernhard, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts, 4. Auflage, München 2009

Stür, Bernhard; Buchsteiner, Dirk, Einzelhandel und Planungsrecht, DVBl. 2011, S. 345-347

Succow, M; Joosten, H., (Hrsg.) (2001). Landschaftsökologische Moorkunde

U

Umweltbundesamt, UBA (2008) „Böden im Klimawandel - Was tun?!“ UBA-Texte 25/08

Umweltbundesamt (Hrsg.), BOKLIM-Themenblatt (2011): BOKLIM – Bericht zum F+E-Vorhaben Anwendung von Bodendaten in der Klimaforschung. FKZ 3708 71 205 01. In: http://www.umweltdaten.de/klimaschutz/kompass_themenblatt_boden.pdf

Umweltbundesamt, UBA (2011b) Inventartabellen im Common Reporting Format (CRF). Dessau-Roßlau, <http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm> (13.07.2011)

V

Versteyl, Andrea; Buchsteiner, Dirk, Investitions- und Planungssicherheit im Spannungsfeld von erweiterten Klagerechten für Umweltverbände, I+E 2/2012, S. 73-83

Versteyl, Ludger-Anselm; Sondermann, Wolf-Dieter, BBodSchG, Kommentar, 2. Aufl. 2005, § 3, Rn. 2

Vierhaus, Hans-Peter, Das Bundes-Bodenschutzgesetz, NJW 1998, S. 1262 ff.

W

Willand, Achim; Pippke, Nicole; Buchholz, Georg, Nachhaltigkeit durch Rechtsgestaltung, UBA-Texte 13/05

Wurbs, D.; M. Steininger (2011): Wirkungen der Klimaänderungen auf die Böden. Untersuchungen zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Wassererosion. UBA-Texte 16/2011. Förderkennzeichen 370871205, UBA-FB 001463

Z

Zeitler; Herbert; Dahme, Heinz (Hsrg.), Sieder/Zeitler/Dahme/Knopp, Kommentar zum WHG, Loseblattsammlung, 44. Auflage, München, 2012

Anhang 1 zu Teil B: Maßnahmensteckbriefe

Bewertungsrahmen

Nachfolgend sind die in den Maßnahmensteckbriefen verwendeten Bewertungsstufen erläutert.

¹⁾ Bewertungsstufen für die fachliche Priorisierung

Wert	Wirkung der Maßnahme
2	sehr positiv
1	positiv
0	kein maßgeblicher Beitrag
-1	negativ
-2	sehr negativ

Wert	Bewertbarkeit der Maßnahme
2	sehr gut möglich, messbar oder monetarisierbar mit geringem Aufwand
1	möglich, messbar
-1	sehr aufwändig / messbar, aber Aufwand unverhältnismäßig
-2	nicht möglich / nicht messbar nach heutigem Kenntnisstand

Wert	Datenverfügbar- und -vergleichbarkeit
1	Daten verfügbar und bundesweit vergleichbar
0,5	Daten verfügbar aber nicht vergleichbar
0	Daten vereinzelt verfügbar, Daten gemessen, aber nicht verfügbar
-0,5	keine Daten verfügbar
-1	keine Daten verfügbar und auch nicht erhebbar mit vertretbarem Aufwand

Die Datenverfügbar- und -vergleichbarkeit wird mit Werten zwischen 1 und -1 geringer gewichtet als die Wirkung und die Bewertbarkeit der Maßnahme, da Datendefizite behoben werden können.

2) Bewertung der Wirkung auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung

Wert EM (Einzelmaßnahme) = Mittelwert, d.h. Summe (1 bis n) / 6

Gesamtwert MG (Maßnahmengruppe) = Mittelwert, d.h. Summe (Wert EM) / Anzahl EM

Die Wirkungsbetrachtung auf die SUP-relevanten Schutzgüter zeigt auch umweltimmanente Zielkonflikte auf.

3) Gesamtwert der Maßnahmengruppe = Mittelwert, d.h. Summe EM-Werte / Anzahl EM

4) Bewertungsstufen gesellschaftliche und monetäre Kriterien

Wert	Synergien der Maßnahme
0,2	Synergien
0	Keine Synergien
-0,2	Konflikte

Die Synergien werden mit Werten zwischen 0,2 und -0,2 geringer gewichtet als die Nachhaltigkeit, da z.B. noch fehlende Politikziele nichts mit der fachlichen Qualität einer Maßnahme zu tun haben und neue Maßnahmen i.d.R. erst mit deutlicher zeitlicher Verzögerung in der Politik umgesetzt werden können.

Wert	Ökologische Nachhaltigkeit*
1	nachhaltig
0	sowohl als auch
-1	nicht nachhaltig

5) x = betroffen (ohne Wertung)

Maßnahmensteckbrief H1_M1

Maßnahme

Freihalten von Boden mit hohen Kohlenstoffpools von Überbauung, Abgrabung und Aufschüttung			
Ziele und Hintergrund			
<p>Ziele der Maßnahmen: Weitestgehender Schutz von kohlenstoffreichen terrestrischen Böden wie z.B. von Schwarzerden, Humus(para)braunerden, Hortisolen, Eschen und Kolluvisolen sowie von kohlenstoffreichem semiterrestrischen Böden wie der Marsch, einigen Auenböden und Gleyen sowie Moore von Überbauung und Abgrabung zur Bewahrung ihrer Kohlenstoffspeicherfunktion.</p> <p>Hintergrund: Schwarzerde und Humusbraunerde, aber auch Marschboden, (relikter) Moorboden und (relikter) Auen- und Gleyboden wird vor allem durch Flächenneuanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehr im Außenbereich bestehender Siedlungen zerstört. Dabei geht die hohe Speicherkapazität für Kohlenstoff durch die Überbauung komplett verloren, da die humosen Substrate i.d.R. vollständig ausgekoffert werden. Auch durch ihre hohen Gehalte an organischer Substanz gehören ein solcher Boden, mit Ausnahme der meisten Gleye und Moore, zudem zur Gruppe der Böden mit der höchsten natürlichen Fruchtbarkeit in Deutschland. Sie weisen hohe Kühlungsleistungen auf und sind robust gegen Klimaextreme. Besonders kohlenstoffreiche Böden in den Siedlungsräumen sind die Hortisole, entstanden durch langjährige intensive Gartenkultur. So zeigen verschiedene Hortisole aus dem Ruhrgebiet mit 28-57 kg m² 1m⁻¹ Tiefe an Kohlenstoff (n=4) ein Vielfaches im Vergleich zu den land- und forstwirtschaftlich Böden aus der Region, die 8 -13 kg m² 1m⁻¹ Tiefe C (n=4) aufweisen. Zum Erhalt ihrer Kohlenstoffspeicherungsfunktion sollten Hortisole daher ebenfalls vor Überbauung geschützt werden. Durch die hohen Gehalte an org. Substanz sowie die i.d.R. nicht verdichtete Bodenlagerung weisen die Hortisole auch gute Kühlleistungen (hohe Wasserspeicherefähigkeit) und eine schnelle Wasseraufnahmefähigkeit (Hochwasserschutz) auf. Die Hortisole gehören auch noch während längerer Trockenzeiten zu den besten Pflanzenstandorten in einer Bodenregion. Ihre Klimafunktionsgesamtleistung ist als sehr hoch anzusehen. Besonders im Norddeutschen Raum, aber auch noch bis nach Nordrhein-Westfalen hinein, finden sich verbreitet die Plaggengesche, entstanden durch lang andauernde Plaggenwirtschaft. Auch gut ausgebildete Plaggengesche sollten daher von Überbauung freigehalten werden.</p>			
Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)	
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)	Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre	2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre	2
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse	2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)	Bewertung¹⁾

a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							2
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: Siedlung und Erholung, sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen							2
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luft- qualität	Land- schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾
Hortisolschutz	1	1	2	0	0	0	0,7
Schutz von Schwarzerden, Humusbraun-erden und Eschen	1	1	1	0	0	0	0,5
Schutz von humosen Marschen, Auenböden und Gleyen	1	1	2	0	1	0	0,8
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,7
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) Hortisole durch die Flächennutzung Kleingartenanlagen							2
b) Alle benannten Böden durch Kartierung mit KA5-Mindestdatensatz							1
c) Alle benannten Böden durch Bodenkarten (1:10.000; 1:5.000)							1
d) Alle benannten Böden durch mittelmaßstäbige Bodenkarten \geq 1:50.000 (Suchräume)							1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,3
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Hortisole durch die Flächennutzung Kleingartenanlagen							1
b) Kartierung mit KA5-Mindestdatensatz							0
c) Bodenkarten (1:5.000 für landwirtschaftliche Flächen aus der Reichsbodenschätzung)							1
d) Alle benannten Böden durch mittelmaßstäbige Bodenkarten \geq 1:50.000 (Suchräume)							0
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,5
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
Alle benannten Böden durch Bilanzierung der C-Massen (Umrechnung in CO ₂ -Zertifikate)							2
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							2
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) Hortisole durch die Flächennutzung Kleingartenanlagen							1
b) Kartierung mit KA5-Mindestdatensatz							0
c) Bodenkarten (1:10.000; 1:5.000)							0
d) Alle benannten Böden durch mittelmaßstäbige Bodenkarten \geq 1:50.000 (Suchräume)							0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar							0,3
Überwachung der Maßnahme möglich							Bewertung¹⁾
a) Alle benannten Böden durch Bodenansprache vor Baugenehmigung und notwendige besonders zu begründende Ausnahmegenehmigung im Fall der Überbauung							2

Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	2
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	
a) Hortisole durch die Flächennutzung Kleingartenanlagen	1
b) Kartierung mit KA5-Mindestdatensatz	0
c) Bodenkarten (1:10.000; 1:5.000)	0
d) Alle benannten Böden durch mittelmaßstäbige Bodenkarten $\geq 1:50.000$ (Suchräume)	0
	0,3

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0,2
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	
Grundstücksbesitzer	
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	
Luftreinhaltung	
Naturschutz	
Raumplanung	x
Landschaftsplanung	
Stadtplanung	x
Bauamt	x
Landwirtschaftskammern	x
Wirtschaft	
Verkehr	x
Tourismus/Erholung	
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾

Wasserverbände	
Wasser- und Bodenverbände	
Naturschutzverbände	
Landwirtschaftsverbände	

x = betroffen (ohne Wertung)

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

Höke, S.; W. Burghardt (2004): Wiedervernässung der Emscheraue: Chancen, Probleme und Risiken aus bodenkundlicher Sicht. In: Workshop Umweltplan Ruhrgebiet, Abschlussbericht, Universität Duisburg Essen, S. 47-50.

Maßnahmensteckbrief H1_M2

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Freihalten von Böden mit hohen Kühlleistungen von Überbauung, Abgrabung und Aufschüttung			
Ziele und Hintergrund der Maßnahme			
<p>Ziele der Maßnahmen: Ziel ist der Schutz von terrestrischen Böden mit hohen pflanzennutzbaren Wasserspeicherkapazitäten sowie einige semiterrestrische Böden (= Böden mit Grund-, Stau-, Hang- oder Haftnässe) und Mooren zur Bewahrung ihrer potentiell hohen Bodenkühlleistungen. Diese Böden sind robust gegen trockene Witterungsphasen und wirken ausgleichend im Wasserhaushalt (Hochwasserschutz) von Überbauung, Abgrabung und Aufschüttung.</p> <p>Hintergrund: Die Kühlungsleistung der Böden liegt in ihrer Fähigkeit Wasser zu speichern und den Pflanzen zeitverzögert zur Verdunstung zur Verfügung zu stellen. Je mehr Wasser pflanzenverfügbar im Boden gespeichert werden kann, desto mehr Wasser steht den Pflanzen während trockener Witterungsphasen zur Verdunstung zur Verfügung. Die zur Verdunstung benötigte Energiemenge (= latente Wärme) wird nicht in die sog. fühlbare Wärme transformiert. Die Lufttemperatur wird daher durch die Verdunstung deutlich reduziert (Harlaß 2008, Lehmann et al. 2008, Höke et al. 2011, Damm 2011; Damm et al. 2012). So zeigen Klimamodellberechnungen für ein städtisches Quartier bis zu -5 K für einen feuchten Boden am Standort mit einer Abstrahlwirkung ins Umland von 25 m. Ein Boden mit geringer Feuchte führte zu Temperaturdifferenzen von +3 bis -1,5 K mit einer Abstrahlwirkung von 0-60 m (Dütemeyer & Kuttler 2011). Je weniger Wasser im Bodenwasserspeicher verfügbar ist, desto stärker reduzieren die Pflanzen ihre Verdunstung und desto stärker erwärmt sich die untere Atmosphäre.</p>			
Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)							
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)							Bewertung ¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre							2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre							1
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse							2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)							Bewertung ¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							2
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: Siedlung und Erholung, Land- und Forstwirtschaftliche Nutzung							2
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾

Schutz terrestrischer Böden	1	1	2	0	1	1	0,8
Schutz semiterrestrischer Böden	1	2	2	0	1	1	1
Schutz der Moore	1	2	2	0	1	1	1
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,9
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) Alle benannten Böden durch Bodenansprache							1
b) Alle benannten Böden durch großmaßstäbige Bodenkarten (1:10.000; 1:5.000)							2
c) alle benannten Böden durch mittelmaßstäbige Bodenkarten (\geq 1:50.000) (Suchräume Anhaltspunkte)							2
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,7
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Kartierung mit KA5-Mindestdatensatz							0
b) Großmaßstäbige Bodenkarten (1:10.000; 1:5.000)							0
c) Mittelmaßstäbige Bodenkarten (1:50.000 und kleiner) (Suchräume)							0,5
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,2
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) Alle benannten Böden durch Bilanzierung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers und der Kühlleistung (Umrechnung in Energiekosten) des IST-Zustands und des PLAN-Zustands							2
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							2
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) Bodenkarten (1:10.000; 1:5.000)							0
b) Mittelmaßstäbige Bodenkarten (1:50.000 und kleiner) (Übersicht/ Anhaltspunkte)							0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar							0,3
Überwachung der Maßnahme möglich							Bewertung¹⁾
a) Erhebung der überbauten, abgegrabenen oder aufgeschütteten Flächen im Bereich von Böden mit hohen potenziellen Kühlleistungen							1
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich							1
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) Erhebung der überbauten, abgegrabenen oder aufgeschütteten Flächen im Bereich von Böden mit hohen potenziellen Kühlleistungen							-0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar							-0,5

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0,2
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,8
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	x
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	
Naturschutz	
Raumplanung	x
Landschaftsplanung	
Stadtplanung	x
Bauamt	x
Landwirtschaftskammern	x
Wirtschaft	
Verkehr	x
Tourismus/Erholung	
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	
Wasser- und Bodenverbände	x
Naturschutzverbände	
Landwirtschaftsverbände	x

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

- Damm, E. (2011): Erfassungs- und Optimierungsmöglichkeiten des Kühlpotenzials von Böden, dargestellt an ausgewählten Wohn- und Parkflächen der Stadt Bottrop. BSC-Arbeit. RWTH-Aachen / ahu AG Aachen.
- Damm, E.; S. Höke; P. Doetsch (2012): Erfassung und Optimierungspotential der Kühlleistung von Böden dargestellt an ausgewählten Beispielflächen der Stadt Bottrop. Bodenschutz – Erhaltung, Nutzung und Wiederherstellung von Böden. Heft 3: 94-98.
- Dütemeyer, D.; W. Kuttler (2011): Gegen die Hitze in Stadtquartieren. Kühle Luft und warme Böden. Vortrag E.4.3. Verbesserung des Stadtklimas. Session 3.2 im dynaklim- Symposium November 2011 (BMBF-Projekt *dynaklim* im Klimzug-Verbund).
- Harlaß (2008): Verdunstung in bebauten Gebieten. Dissertation. Fakultät Bauingenieurwesen der Technischen Universität. Dresden.
- Höke, S., C. Kaufmann-Boll, S. Lazar (2011a): Entwicklung neuer Bodenmanagement-Strategien, Teil 1 im EU-Projekt URBAN SMS (Projekt- Nr. 6.56). WP6: Umweltauswirkungen der urbanen Bodeninanspruchnahme. Auftraggeber Stadt Stuttgart.
- Lehmann, A.; S. David, K. Stahr (2008): Technique of Urban Soil Evaluation in City Regions – Eine Methode zur Bewertung natürlicher und anthropogen überformter Böden. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, Bd. 86, Universität Hohenheim. Stuttgart.

Maßnahmensteckbrief H1_M3

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Bilanzierung des natürlichen Boden-Kohlenstoffvorrats			
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen			
<p>Geeignete Einzelmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entsigelung • Wiedervernässung oder Anlage von Gebieten mit hydromorphen Böden • Nutzungsumstellungen z.B. von Ackerland in Grünlandflächen oder Forst insbesondere auf hydromorphen Böden, konservierende Bodenbearbeitung <p>Ziele der Einzelmaßnahmen: Ziel der Bilanzierung ist der Erhalt bzw. das Verhindern einer Verschlechterung der natürlichen Boden-Kohlenstoffvorräte bei nicht vermeidbaren Eingriffen in den Naturhaushalt. Dadurch soll erreicht werden, dass:</p> <ul style="list-style-type: none"> • es durch den Eingriff zu keiner zusätzliche CO₂-, N₂O- oder CH₄-Freisetzung in die Atmosphäre kommt und • die zumeist guten Wasserspeicherkapazitäten (= Kühlleistung) der organischen Substanz erhalten bleiben. <p>Hintergrund: Bilanziert werden Boden-C-Verluste und -Gewinne durch den Eingriff (z.B. aufgrund von Nutzungsänderungen oder Bodenumlagerung). Entfällt z.B. durch Versiegelung die Bodenoberfläche komplett im Naturhaushalt oder wird durch Trockenlegung hydromorpher Böden Kohlenstoff abgebaut, muss andernorts die Menge an organischer Substanz im Boden dauerhaft erhöht werden. Der Ausgleich / die Wiederherstellung der C-Vorräte muss berücksichtigen, dass es nachfolgend nicht zu einem dauerhaften oder starkem Abbau der organischen Substanzen aufgrund maßnahmenbedingter Ungleichgewichte kommen darf.</p>			
Maßnahme zählt zum⁵⁾			
vorsorgenden Bodenschutz		nachsorgenden Bodenschutz	x

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)	
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel DAS)	Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre	1
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre	2
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse	1
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen	Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Org. Substanz ist Nährstoffquelle (Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen), beeinflusst den Nährstoff- und Wasserhaushalt positiv (Bestandteil des Naturhaushaltes), ist Schadstoffsorbent und wichtig für den Ab- oder Umbau org. Schadstoffe (Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen)	2
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: wirkt ggf. positiv auf die Land- und Forstwirtschaftliche Nutzung (höhere Erträge, reduziert durch die gute Wasserspeicherkapazität notwendige Beregnungsmengen/ -häufigkeiten, wirkt phytohygienisch und mindert daher den notwendigen Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln)	1
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)	

Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾
Bilanzierung zur Erhaltung des C-Vorrats	0	2	1	0	0	0	0,5
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,5
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete möglich							Bewertung¹⁾
durch C-Vorratsberechnungen (Ist- und Plan-Zustand) für den Eingriffsraum und die potentiellen Ausgleichsflächen							2
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							2
Daten zur räumliche Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) aus Bodenkarten 1:5.000 bis 1:10.000 oder aus Kartierung mit KA5-Mindestdatensatz							0
b) aus mittelmaßstäbigen Bodenkarten (1:25.000 bis 1:100.000) (für Anhaltspunkte)							0,5
c) aus Landnutzungsdaten 1:1.000 bis 1:5.000							1
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,5
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Bodenkarten 1:5.000 bis 1:10.000 oder aus Kartierung mit KA5-Mindestdatensatz + Verschneidung mit Landnutzungsdaten 1:1.000 bis 1:5.000							2
b) aus mittelmaßstäbigen Bodenkarten + Landnutzungsdaten (für Anhaltspunkte)							2
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							2
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) aus Bodenkarten 1:5.000 bis 1:10.000 oder aus Kartierung mit KA5-Mindestdatensatz							0
b) aus mittelmaßstäbigen Bodenkarten + Landnutzungsdaten (für Anhaltspunkte)							0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar							0,3
Überwachung der Maßnahme möglich							Bewertung¹⁾
durch Kartierung der (Ober)Böden mit Aufnahme der Humusgehalte							2
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich							2
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
durch Kartierung der (Ober)Böden mit Aufnahme der Humusgehalte							-0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar							-0,5

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2

Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	x
Grundstücksbesitzer	
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	
Luftreinhaltung	
Naturschutz	x
Raumplanung	
Landschaftsplanung	x
Stadtplanung	
Bauamt	
Landwirtschaftskammern	
Wirtschaft	
Verkehr	
Tourismus/Erholung	
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	
Wasser- und Bodenverbände	
Naturschutzverbände	(x)
Landwirtschaftsverbände	(x)

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

Die Maßnahmen werden im Rahmen des Forschungsprojektes vorgeschlagen.

Maßnahmensteckbrief H2_M1

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren				
Teil 1 - Wasserentnahmemanagement				
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen				
<p>Der Wasserhaushalt der Niedermoore ist oftmals durch mehrere lokale und regionale Einflüsse zugleich anthropogen degradiert. Erster Schritt muss daher stets eine Systemanalyse der Ursachen der Veränderung des Wasserhaushalts sein.</p> <p>Systemanalyse zur Ursachenermittlung für die Niedermoordegradation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wasserentnahmen (Trink-, Brauch- und Betriebswasser) (Teil 1 H1_M1) • Flussbegradigungen (Schifffahrtswege, Gewässerlauf- und Deichverkürzungen, Abflussregulierung) (Teil 2 H1_M2) • tiefere Grundwasserabsenkungen durch die Rohstoffindustrie (z.B. Kies-, Sandgruben) (Teil 3 H1_M3) • oberflächennahe Grundwasserabsenkungen durch die Landwirtschaft (Teil 4 H3_M3) • Grundwasserabsenkungen zum Schutz der Infrastruktur, die in die Auen hineingebaut wurden (Teil 5 H1_M4) <p>Auch sollte die Moorrevitalisierung entsprechend der jeweiligen Schwerpunktsetzung der Bundesländer zur dauerhaften Sicherung der <u>gesamten Vielfalt</u> an Moortypen beitragen (Jensen et al. 2011).</p>				
Teil 1 - Maßnahmen zum Wasserentnahmemanagement beim Erreichen kritischer Wasserstände				
<ul style="list-style-type: none"> • Drosselung der Wasserentnahme durch die Trink-, Brauch- oder Betriebswassernutzer bei Unterschreitung festgelegter Mindestwasserstände (bis die Zielwasserstände wieder erreicht sind) • Einspeisung von Roh- oder Trinkwasser als Notfallmaßnahme bei Unterschreitung festgelegter Mindestwasserstände 				
Ziele der Maßnahmen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung (Widererlangung) dauerhafter oberflächennaher Grundwasserstände (≤ 10 cm unter GOK) und/oder Überstau zur Minimierung des Kohlenstoffabbaus und ggf. auch Schaffung einer aktiven Kohlenstoffsenke • Erreichung einer maximalen Verdunstung (Bodenkühlleistung) durch ganzjährig hohe Wasserstände und natürliche Niedermoorvegetationsbestände 				
Hintergrund:				
<p>Die Tab. 1 zeigt, dass nicht entwässerte Niedermoore eine Kohlenstoffsenke darstellen. CO_2 wird aufgenommen und festgelegt, gleichzeitig lassen aber anaerobe Abbauprozesse Methan entstehen. Insgesamt wird das globale Treibhauspotential der Niedermoorstandorte gegen Null bilanziert (vgl. Tab. 1).</p>				
<p>Tab. 1: Emissionsfaktoren für Niedermoorstandorte^{a)}, globales Treibhauspotential auf der Basis von 500 Jahren (Quelle: Höper 2007)</p>				
Nutzung	CO_2 ^{b)} [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	CH_4 [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	N_2O [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	Gesamt [kg C-Äquiv. ha ⁻¹ a ⁻¹]
naturnah	-460	236	0	101
extensiv / ungenutzt	4.000	-0,3	6	4.415
Grünland	4.600	-0,3	14	5.618
Acker	11.200	-0,2	8	11.809
Forst	4.600	-0,2	2	4.746
<p>^{a)} Mediane umfangreiche Datensammlung (vgl. Höper 2007)</p> <p>^{b)} Netto CO_2-Freisetzung. Die DOC-Auswaschung wurde nicht einbezogen und wird damit als CO_2-Emission betrachtet.</p>				

Bei Entwässerung und Nutzung dieser Standorte werden diese Kohlenstoffvorräte in die Atmosphäre freigesetzt. Wird neben dem natürlichen Stickstoffgehalt auf genutzten Moorböden zusätzlich Stickstoff durch Düngung eingetragen, entsteht neben CO₂ auch Lachgas (N₂O) (SRU 2012).

Durch die ganzjährig hohen Grundwasserstände wird bei einem Erlenwald eine maximale Verdunstung (Bodenkühlleistung) auf Niedermoorboden erreicht. Dann folgen die Nutzungen Fichtenwälder und Großseggenriedbestände und mit Abstand die Nutzungen Wiese, Kleinseggen-Ried, Weide, Brache und wiederum mit größerem Abstand Acker (Edom 2001).

Durch Maßnahmen zum Wasserentnahmemanagement beim Erreichen kritischer Wasserstände wird sichergestellt, dass die Wasserstände in dem Niedermoor ‚nur kurzzeitig‘ unter den Zielwasserständen liegen und somit Kohlenstoff-Mineralisierungen (= Klimagasfreisetzungen) und Höhenverluste der Oberfläche in der Regel nicht auftreten können. Die Höhenverluste in Niedermooren bei Entwässerung sind auf Sackung, Schrumpfung und Mineralisierung der Torfe zurückzuführen. Diese Prozesse sind zum Teil irreversibel.

In komplexen Systemen müssen möglicherweise weitere ‚Sicherungsvereinbarungen‘ für das zum Erhalt und Regeneration des Niedermoors notwendigen Wassers getroffen werden. Dies muss im Einzelfall anhand der jeweiligen Systemanalyse festgelegt werden und eventuell auch durch praktische Erfahrungen ergänzt werden. Generell ist zu beachten, dass im Bereich der Moorböden Maßnahmen zur Emissionsreduktion erst mit zeitlichem Vollzug greifen. Bedingt durch den Ablauf biotischer Prozesse kann es einige Jahre nach den Renaturierungsmaßnahmen noch zu – aus Klimaschutzsicht – suboptimalen Entwicklungen (CH₄-Emissionen) kommen (SRU 2012).

Schwerpunkte der Moorverbreitung liegen in der norddeutschen Tiefebene (78 %) und im Alpenvorland (20 %) (2011). Etwa 76,3 % der ehemaligen Moorflächen zählen zu den Niedermooren (Jensen et al. 2011). Nach Angaben der Nationalen Berichtserstattung (NIR 2010) umfasst die Moorfläche insgesamt 1.800.000 ha.

Die größte Vielfalt an Niedermoorotypen entstand in den Jungmöränengebieten des norddeutschen Tieflandes und im Alpenvorland. Die hierfür typischen Quell-, Durchströmungs-, Verlandungs- und Kesselmoore treten vor allem in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein auf (Jensen et al. 2011). Einen zweiten Schwerpunkt gibt es im voralpinen Hügel- und Moorland Bayerns. Hier existieren auch noch größere, wachsende Plateau-, Durchströmungs-, Hang- und Verlandungsmoore (Ringler & Dingler 2005, aus: Jensen 2011).

Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz		nachsorgenden Bodenschutz	x

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)	
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)	Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre	2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre	2
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse	2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)	Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen	2

b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen							-1
<ul style="list-style-type: none"> • Rohstofflagerstätte + Erholung positiv • Land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Siedlungsnutzung sowie wirtschaftliche Nutzungen negativ 							
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾
Drosselung / Einstellung der Wasserentnahme	0	2	2	0	1	1	1
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							1
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Bodenkarten (mindestens ≤ 1:50.000)							1
b) durch Moorkarten							2
c) durch Grundwasserstandmessungen							1
d) durch Niedermoorsystemanalysen							1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,3
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) durch Bodenkarten							0,5
b) durch Moorkarten							0
c) durch Grundwasserstandsmessungen							0
d) durch Niedermoorsystemanalysen							0
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,1
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandmessungen							1
b) durch Niedermoorsystemanalysen							1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							1
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch Grundwasserstandsmessungen							0
b) durch Niedermoorsystemanalysen							0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar							0
Überwachung der Maßnahme möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandsmessungen							1
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich							1
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch Grundwasserstandsmessungen							0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar							0

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte

Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	(x)
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	(x)
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	
Naturschutz	x
Raumplanung	x
Landschaftsplanung	
Stadtplanung	
Bauamt	
Landwirtschaftskammern	x
Wirtschaft	x
Verkehr	
Tourismus/Erholung	x
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	x
Wasser- und Bodenverbände	x
Naturschutzverbände	x
Landwirtschaftsverbände	x

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

Edom, F. (2001): Moorlandschaften aus hydrologischer Sicht. In Succow & Joosten (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, E. Schweizerbartsch'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.

Höper, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 37: 85-116.

Jensen, R.; L. Landgraf; U. Lenschow, B. Paterak, T. Permien, U. Schiefelbein, U. Sorg, j. Thormann, M. Trepel, T. Wälter, H. Wreesmann, M. Ziebarth (2011): Positionspapier: Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz – Gemeinsame Position der Länderfachbehörden von Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame_position.pdf (21.02.2012).

NIR (2010): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2010 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2008.

Ringler, A.; B. Dingler (Baerb. 2005): Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK) – Moortypen in Bayern, Hrsg. BayLfU, Schriftenreihe Heft 180.

SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Kapitel 7: Moorböden als Kohlenstoffspeicher. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU).

Maßnahmensteckbrief H2_M2

Maßnahme / Maßnahmengruppe

<p>Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren Teil 2 - Gewässerrenaturierung</p>																														
<p>Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen</p> <p>Der Wasserhaushalt der Niedermoore ist oftmals durch mehrere lokale und regionale Einflüsse zugleich anthropogen degradiert. Erster Schritt muss daher stets eine Systemanalyse der Ursachen der Veränderung des Wasserhaushalts sein.</p> <p>Systemanalyse zur Ursachenermittlung für die Niedermoordegradation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wasserentnahmen (Trink-, Brauch- und Betriebswasser) (Teil 1 H1_M1) • Flussbegradigungen (Schifffahrtswege, Gewässerlauf- und Deichverkürzungen, Abflussregulierung) (Teil 2 H1_M2) • tiefere Grundwasserabsenkungen durch die Rohstoffindustrie (z.B. Kies-, Sandgruben) (Teil 3 H1_M3) • oberflächennahe Grundwasserabsenkungen durch die Landwirtschaft (Teil 4 H3_M3) <p>Grundwasserabsenkungen zum Schutz der Infrastruktur, die in die Auen hineingebaut wurden (Teil 5 H1_M4)</p> <p>Die Moorrevitalisierung sollte entsprechend der jeweiligen Schwerpunktsetzung der Bundesländer zur dauerhaften Sicherung der gesamten Vielfalt an Moortypen beitragen (Jensen et al. 2011).</p> <p>Teil 2 - Gewässerrenaturierungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fließstreckenverlängerung • Buhnenrückbau • Sohlenanhebung <p>Ziele der Maßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schaffung (Widererlangung) dauerhafter oberflächennaher Grundwasserstände (≤ 10 cm unter GOK) und/oder Überstau zur Minimierung des Kohlenstoffabbaus und ggf. auch Schaffung einer aktiven Kohlenstoffsenke • Erreichung einer maximalen Verdunstung (Bodenkühlleistung) durch ganzjährig hohe Wasserstände und natürliche Niedermoorvegetationsbestände <p>Hintergrund:</p> <p>Die Tab. 1 zeigt, dass nicht entwässerte Niedermoore eine Kohlenstoffsenke darstellen. CO_2 wird aufgenommen und festgelegt, gleichzeitig lassen aber anaerobe Abbauprozesse Methan entstehen. Insgesamt wird das globale Treibhauspotential der Niedermoorstandorte gegen Null bilanziert (vgl. Tab. 1).</p> <p>Tab. 1: Emissionsfaktoren für Niedermoorstandorte^{a)}, globales Treibhauspotential auf der Basis von 500 Jahren (Quelle: Höper 2007)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nutzung</th> <th>CO_2^{b)} [kg C ha⁻¹a⁻¹]</th> <th>CH_4 [kg C ha⁻¹a⁻¹]</th> <th>N_2O [kg N ha⁻¹a⁻¹]</th> <th>Gesamt [kg C-Äquiv. ha⁻¹a⁻¹]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>naturnah</td> <td>-460</td> <td>236</td> <td>0</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>extensiv / ungenutzt</td> <td>4.000</td> <td>-0,3</td> <td>6</td> <td>4.415</td> </tr> <tr> <td>Grünland</td> <td>4.600</td> <td>-0,3</td> <td>14</td> <td>5.618</td> </tr> <tr> <td>Acker</td> <td>11.200</td> <td>-0,2</td> <td>8</td> <td>11.809</td> </tr> <tr> <td>Forst</td> <td>4.600</td> <td>-0,2</td> <td>2</td> <td>4.746</td> </tr> </tbody> </table> <p>^{a)} Mediane umfangreiche Datensammlung (vgl. Höper 2007)</p> <p>^{b)} Netto CO_2-Freisetzung. Die DOC-Auswaschung wurde nicht einbezogen und wird damit als CO_2-Emission betrachtet.</p>	Nutzung	CO_2 ^{b)} [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	CH_4 [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	N_2O [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	Gesamt [kg C-Äquiv. ha ⁻¹ a ⁻¹]	naturnah	-460	236	0	101	extensiv / ungenutzt	4.000	-0,3	6	4.415	Grünland	4.600	-0,3	14	5.618	Acker	11.200	-0,2	8	11.809	Forst	4.600	-0,2	2	4.746
Nutzung	CO_2 ^{b)} [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	CH_4 [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	N_2O [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	Gesamt [kg C-Äquiv. ha ⁻¹ a ⁻¹]																										
naturnah	-460	236	0	101																										
extensiv / ungenutzt	4.000	-0,3	6	4.415																										
Grünland	4.600	-0,3	14	5.618																										
Acker	11.200	-0,2	8	11.809																										
Forst	4.600	-0,2	2	4.746																										

Bei Entwässerung und Nutzung dieser Standorte werden diese Kohlenstoffvorräte in die Atmosphäre freigesetzt. Wird neben dem natürlichen Stickstoffgehalt auf genutzten Moorböden zusätzlich Stickstoff durch Düngung eingetragen, entsteht neben CO₂ auch Lachgas (N₂O) (SRU 2012).

Durch die ganzjährig hohen Grundwasserstände wird bei einem Erlenwald eine maximale Verdunstung (Bodenkühlleistung) auf Niedermoorboden erreicht. Dann folgen die Nutzungen Fichtenwälder und Großseggenriedbestände und mit Abstand die Nutzungen Wiese, Kleinseggen-Ried, Weide, Brache und wiederum mit größerem Abstand Acker (Edom 2001).

Durch Flussbegradigungen und Buhnenbau usw. haben sich die Sohlagen der Bäche und Flüsse in der Vergangenheit zum Teil um mehrere Meter vertieft. Dieser Prozess hält an. Dadurch sinkt auch der Grundwasserstand in den umgebenden Grundwasserleitern und Boden ab. Wieweit diese Absenkung ins Flussumland reicht, ist abhängig von der Durchlässigkeit und den Gelände- und Grundwassergefällen. Die Flussbegradigungen haben den Wasserhaushalt vieler Niedermoore stark negativ beeinflusst. Die Folge waren und sind Kohlenstoff-Mineralisierungen (= Klimagasfreisetzungen) und Höhenverluste der Oberfläche. Die Höhenverluste sind auf Sackung, Schrumpfung und Mineralisierung der Torfe zurückzuführen. Diese Prozesse sind zum Teil irreversibel (Scheffer 1994).

Heutige Gewässerrenaturierungen beinhalten Maßnahmen, die das Erosionsniveau wieder anheben wodurch auch die Grundwasserstände wieder ansteigen. Diese Maßnahmen zur Gewässerrenaturierung bewirken eine Anhebung des Erosionsniveaus der Gewässer und somit auch höhere Grundwasserstände im gewässerbegleitenden Boden.

Ein Deichrückbau ist häufig Grundvoraussetzung für eine Fließstreckenverlängerung. Durch den Deichrückbau ist auch ein Schutz bzw. eine Wiederbelebung von Überflutungsmooren möglich.

Generell ist zu beachten, dass im Bereich der Moorböden Maßnahmen zur Emissionsreduktion erst mit zeitlichem Vollzug greifen. Bedingt durch den Ablauf biotischer Prozesse kann es einige Jahre nach den Renaturierungsmaßnahmen noch zu - aus Klimaschutzsicht - suboptimalen Entwicklungen (CH₄-Emissionen) kommen (SRU 2012).

Schwerpunkte der Moorverbreitung liegen in der norddeutschen Tiefebene (78 %) und im Alpenvorland (20 %) (2011). Etwa 76,3 % der ehemaligen Moorflächen zählen zu den Niedermooeren (Jensen et al. 2011). Nach Angaben der Nationalen Berichtserstattung (NIR 2010) umfasst die Moorfläche 1.800.000 ha.

Die größte Vielfalt an Niedermoorarten entstand in den Jungmöränengebieten des norddeutschen Tieflandes und im Alpenvorland. Die hierfür typischen Quell-, Durchströmungs-, Verlandungs- und Kesselmoore treten vor allem in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein auf (Jensen et al. 2011). Einen zweiten Schwerpunkt gibt es im voralpinen Hügel- und Moorland Bayerns. Hier existieren auch noch größere, wachsende Plateau-, Durchströmungs-, Hang- und Verlandungsmoore (Ringler & Dingler 2005, aus: Jensen 2011).

Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz		nachsorgenden Bodenschutz	x

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)	
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)	Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre	2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre	2
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse	2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)	Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen	2

b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen							-1
<ul style="list-style-type: none"> • Rohstofflager + Erholung positiv • Land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Siedlungs- & wirtschaftliche Nutzungen negativ 							
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾						Wert EM ²⁾
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	
Hebung Erosionsniveau	0	2	2	0	2	-1	0,8
Deichrücklegung	0	2	2	0	2	0	1
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,9
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Bodenkarten (mindestens ≤ 1:50.000) + Gewässersteckbriefe der WRRL + Grundwasserstandsmessungen							1
b) durch Moorkarten + Gewässersteckbriefe der WRRL + Grundwasserstandsmessungen							2
c) durch Niedermoorsystemanalysen							1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,3
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Bodenkarten							0,5
b) Moorkarten							0
c) Grundwasserstandsmessungen							0
d) Gewässersteckbriefe							1
e) Niedermoorsystemanalysen							0
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,3
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandsmessungen							1
b) durch Niedermoorsystemanalysen							1
c) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)							1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							1
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch Grundwasserstandsmessungen							0
b) durch Niedermoorsystemanalysen							0
c) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)							0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar							0,2
Überwachung der Maßnahme möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandsmessungen							1
b) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)							1
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich							1
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch Grundwasserstandsmessungen							0
b) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)							0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar							0,3

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	(x)
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	
Naturschutz	x
Raumplanung	x
Landschaftsplanung	x
Stadtplanung	
Bauamt	
Landwirtschaftskammern	x
Wirtschaft	x
Verkehr	(x)
Tourismus/Erholung	x
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	x
Wasser- und Bodenverbände	x
Naturschutzverbände	x
Landwirtschaftsverbände	x

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

- Edom, F. (2001): Moorlandschaften aus hydrologischer Sicht. In Succow & Joosten (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, E. Schweizerbartsch'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
- Höper, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 37: 85-116.
- Jensen, R.; L. Landgraf; U. Lenschow, B. Paterak, T. Permien, U. Schiefelbein, U. Sorg, j. Thormann, M. Trepel, T. Wälter, H. Wreesmann, M. Ziebarth (2011): Positionspapier: Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz – Gemeinsame Position der Länderfachbehörden von Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame_position.pdf (21.02.2012).
- NIR (2010): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2010 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2008.
- Ringler, A.; B. Dingler (Baerb. 2005): Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK) – Moortypen in Bayern, Hrsg. BayLfU, Schriftenreihe Heft 180.
- Scheffer, B. (1994): Zur Stoffdynamik von Niedermooren. NNA-Bericht 2/94: 67-73.
- SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Kapitel 7: Moorböden als Kohlenstoffspeicher. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU).

Maßnahmensteckbrief H2_M3

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren				
Teil 3 - Grundwassermanagement bei der Rohstoffgewinnung				
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen				
<p>Der Wasserhaushalt der Niedermoore ist oftmals durch mehrere lokale und regionale Einflüsse zugleich anthropogen degradiert. Erster Schritt muss daher stets eine Systemanalyse der Ursachen der Veränderung des Wasserhaushalts sein.</p> <p>Systemanalyse zur Ursachenermittlung für die Niedermoordegradation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wasserentnahmen (Trink-, Brauch- und Betriebswasser) (Teil 1 H1_M1) • Flussbegradigungen (Schiffahrtswege, Gewässerlauf- und Deichverkürzungen, Abflussregulierung) (Teil 2 H1_M2) • tiefere Grundwasserabsenkungen durch die Rohstoffindustrie (z.B. Kies,- Sandgruben) (Teil 3 H1_M3) • oberflächennahe Grundwasserabsenkungen durch die Landwirtschaft (Teil 4 H2_M3) <p>Grundwasserabsenkungen zum Schutz der Infrastruktur, die in die Auen hineingebaut wurden (Teil 5 H1_M4)</p> <p>Die Moorrevitalisierung sollte entsprechend der jeweiligen Schwerpunktsetzung der Bundesländer zur dauerhaften Sicherung der gesamten Vielfalt an Moortypen beitragen (Jensen et al. 2011).</p>				
Teil 3 - Maßnahmen zum Grundwassermanagement bei der Rohstoffgewinnung				
<ul style="list-style-type: none"> • Abstandsflächen • Infiltration in den Grundwasserleiter • Oberflächenvernässungen • Spundwandbau • Einstellung der Grundwasserabsenkungen während bestimmter Jahreszeiten oder Witterungsverläufe wenn Zielwasserstände unterschritten werden 				
Ziele der Maßnahmen:				
<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung (Widererlangung) dauerhafter oberflächennaher Grundwasserstände (≤ 10 cm unter GOK) und/oder Überstau zur Minimierung des Kohlenstoffabbaus und ggf. auch Schaffung einer aktiven Kohlenstoffsенке • Erreichung einer maximalen Verdunstung (Bodenkühlleistung) durch ganzjährig hohe Wasserstände und natürliche Niedermoorvegetationsbestände 				
Hintergrund:				
<p>Die Tab. 1 zeigt, dass nicht entwässerte Niedermoore eine Kohlenstoffsенке darstellen. CO_2 wird aufgenommen und festgelegt, gleichzeitig lassen aber anaerobe Abbauprozesse Methan entstehen. Insgesamt wird das globale Treibhauspotential der Niedermoorstandorte gegen Null bilanziert (vgl. Tabelle 1). Bei Entwässerung und Nutzung dieser Standorte werden diese Kohlenstoffvorräte in die Atmosphäre freigesetzt. Wird neben dem natürlichen Stickstoffgehalt auf genutzten Moorböden zusätzlich Stickstoff durch Düngung eingetragen, entsteht neben CO_2 auch Lachgas (N_2O) (SRU 2012).</p>				
<p>Tab. 1: Emissionsfaktoren für Niedermoorstandorte^{a)}, globales Treibhauspotential auf der Basis von 500 Jahren (Quelle: Höper 2007)</p>				
Nutzung	$\text{CO}_2^{\text{b)}$ [kg C ha⁻¹a⁻¹]	CH_4 [kg C ha⁻¹a⁻¹]	N_2O [kg N ha⁻¹a⁻¹]	Gesamt [kg C-Äquiv. ha⁻¹a⁻¹]
naturnah	-460	236	0	101
extensiv / ungenutzt	4.000	-0,3	6	4.415

Grünland	4.600	-0,3	14	5.618
Acker	11.200	-0,2	8	11.809
Forst	4.600	-0,2	2	4.746

a) Mediane umfangreiche Datensammlung (vgl. Höper 2007)

b) Netto CO₂-Freisetzung. Die DOC-Auswaschung wurde nicht einbezogen und wird damit als CO₂-Emission betrachtet.

Durch die ganzjährig hohen Grundwasserstände wird bei einem Erlenwald eine maximale Verdunstung (Bodenkühlleistung) auf Niedermoorboden erreicht. Dann folgen die Nutzungen Fichtenwälder und Großseggenriedbestände und mit Abstand die Nutzungen Wiese, Kleinseggen-Ried, Weide, Brache und wiederum mit größerem Abstand Acker (Edom 2001).

Niedermoorboden tritt häufig in Auen auf und diese können auch Gebiete zur Kies- und Sandgewinnung sein. Dabei kann der Grundwasserhaushalt negativ beeinflusst werden (Absenkung, Veränderung der Strömungsrichtungen, Veränderung der Verdunstung). Dies kann zu Grundwasserabsenkungen in benachbarten Niedermooren führen. Dadurch kann dem Niedermoorboden das nötige Wasser zum Erhalt der Bodenfunktionen entzogen werden. Dies wirkt sich besonders in den warmen Sommermonaten negativ aus. Die Folge sind Kohlenstoff-Mineralisierungen (= Klimagasfreisetzungen) und Höhenverluste der Oberfläche. Die Höhenverluste sind auf Sackung, Schrumpfung und Mineralisierung der Torfe zurückzuführen. Diese Prozesse sind zum Teil irreversibel (Scheffer 1994).

Liegt Niedermoorboden im Einflussbereich der Rohstoffgewinnungsflächen, sollte die Abbaugenehmigung gekoppelt sein an ein Grundwassermanagement, welches das Niedermoor für die Abbauezeit und darüber hinaus vor negativen Auswirkungen schützt, so dass keine irreversiblen Schäden auftreten können und die hochwertigen Bodenfunktionen dauerhaft erhalten bleiben.

Generell ist zu beachten, dass im Bereich der Moorböden Maßnahmen zur Emissionsreduktion erst mit zeitlichem Vollzug greifen. Bedingt durch den Ablauf biotischer Prozesse kann es einige Jahre nach den Renaturierungsmaßnahmen noch zu - aus Klimaschutzsicht - suboptimalen Entwicklungen (CH₄-Emissionen) kommen (SRU 2012).

Schwerpunkte der Moorverbreitung liegen in der norddeutschen Tiefebene (78 %) und im Alpenvorland (20 %) (2011). Etwa 76,3 % der ehem. Moorflächen zählen zu den Niedermooren (Jensen et al. 2011). Nach Angaben der Nationalen Berichtserstattung (NIR 2010) umfasst die Moorfläche 1.800.000 ha.

Die größte Vielfalt an Niedermoorstypen entstand in den Jungmöränengebieten des norddeutschen Tieflandes und im Alpenvorland. Die hierfür typischen Quell-, Durchströmungs-, Verlandungs- und Kesselmoore treten vor allem in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein auf (Jensen et al. 2011). Einen zweiten Schwerpunkt gibt es im voralpinen Hügel- und Moorland Bayerns. Hier existieren auch noch größere, wachsende Plateau-, Durchströmungs-, Hang- und Verlandungsmoore (Ringler & Dingler 2005, aus: Jensen 2011).

Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	x

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)	
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)	Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre	2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre	2
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse	2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)	Bewertung¹⁾

a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							2
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen							-1
<ul style="list-style-type: none"> • Rohstofflager Torf + Erholung positiv • Land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Siedlungsnutzung sowie wirtschaftliche Nutzungen negativ 							
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾
Abstandsflächen	0	2	2	0	1	-1	0,7
Bewässerung	0	2	2	0	1	0	0,8
Spundwandbau	0	2	2	0	1	0	0,8
Reduzierung / Einstellung der Grundwasserbeeinflussung	0	2	2	0	1	-2	0,5
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,7
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Bodenkarten (mindestens 1:50.000 und größer)							1
b) durch Moorkarten							2
c) durch Niedermoorsystemanalysen							1
d) durch Genehmigungsanträge, erteilte Genehmigungen nach dem WHG							1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,3
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Bodenkarten							0,5
b) Moorkarten							0
c) Grundwasserstandsmessungen							0
d) Niedermoorsystemanalysen							0
e) Genehmigungsanträge oder erteilte Genehmigungen nach WHG							0,5
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,2
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandsmessungen							1
b) durch Niedermoorsystemanalysen							1
c) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)							1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							1
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch Grundwasserstandsmessungen							0
b) durch Niedermoorsystemanalysen							0
c) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)							0,5

Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar	0,2
Überwachung der Maßnahme möglich	Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandsmessungen	1
b) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)	1
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	1
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	
a) durch Grundwasserstandsmessungen	0
b) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)	0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0,3

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	(x)
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	
Bauleiter	x
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	
Naturschutz	x
Raumplanung	x
Landschaftsplanung	
Stadtplanung	
Bauamt	
Landwirtschaftskammern	(x)
Wirtschaft	x
Verkehr	

Tourismus/Erholung	
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	x
Wasser- und Bodenverbände	x
Naturschutzverbände	x
Landwirtschaftsverbände	(x)

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

- Edom, F. (2001): Moorlandschaften aus hydrologischer Sicht. In Succow & Joosten (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
- Höper, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 37: 85-116.
- Jensen, R.; L. Landgraf; U. Lenschow, B. Paterak, T. Permien, U. Schiefelbein, U. Sorg, j. Thormann, M. Trepel, T. Wälter, H. Wreesmann, M. Ziebarth (2011): Positionspapier: Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz – Gemeinsame Position der Länderfachbehörden von Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame_position.pdf (21.02.2012).
- NIR (2010): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2010 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2008.
- Ringler, A.; B. Dingler (Baerb. 2005): Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK) – Moortypen in Bayern, Hrsg. BayLfU, Schriftenreihe Heft 180.
- Scheffer, B. (1994): Zur Stoffdynamik von Niedermooren. NNA-Bericht 2/94: 67-73.
- SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Kapitel 7: Moorböden als Kohlenstoffspeicher. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU).

Maßnahmensteckbrief H2_M4

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren																																		
Teil 5 - Rückzug von Infrastruktur und Nutzungen aus Niedermooren																																		
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen																																		
<p>Der Wasserhaushalt der Niedermoore ist oftmals durch mehrere lokale und regionale Einflüsse zugleich anthropogen degradiert. Erster Schritt muss daher stets eine Systemanalyse der Ursachen der Veränderung des Wasserhaushalts sein.</p> <p>Systemanalyse zur Ursachenermittlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wasserentnahmen (Trink-, Brauch- und Betriebswasser) (Teil 1 H1_M1) • Flussbegradigungen (Schifffahrtswege, Gewässerlauf- und Deichverkürzungen, Abflussregulierung) (Teil 2 H1_M2) • tiefere Grundwasserabsenkungen durch die Rohstoffindustrie (z.B. Kies,- Sandgruben) (Teil 3 H1_M3) • oberflächennahe Grundwasserabsenkungen durch die Landwirtschaft (Teil 4 H2_M3) • Grundwasserabsenkungen zum Schutz der Infrastruktur, die in die Auen hineingebaut wurden (Teil 5 H1_M4) <p>Die Moorrevitalisierung sollte entsprechend der jeweiligen Schwerpunktsetzung der Bundesländer zur dauerhaften Sicherung der gesamten Vielfalt an Moortypen beitragen (Jensen et al. 2011).</p> <p>Teil 5 - Rückzug von Infrastruktur und Nutzungen aus (ausgewählten) Niedermoorgebieten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterbindung des weiteren Ausbaus von Infrastruktur und anthropogenen Nutzungen (z.B. die Genehmigung neuer Stallanlagen usw.) auf Niedermoorboden mittels der Raum-, Flächennutzungs- und Baugenehmigungsplanung (Bauverbot auf Niedermoorboden) • Rückbau bestehender fester Infrastruktur auf ausgewählten, besonders zur Wiedervernässung geeigneten Niedermooren. <p>Ziele der Maßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schaffung (Widererlangung) dauerhafter oberflächennaher Grundwasserstände (≤ 10 cm unter GOK) und/oder Überstau zur Minimierung des Kohlenstoffabbaus und ggf. auch Schaffung einer aktiven Kohlenstoffsénke • Erreichung einer maximalen Verdunstung (Bodenkühlleistung) durch ganzjährig hohe Wasserstände und natürliche Niedermoorvegetationsbestände <p>Hintergrund:</p> <p>Die Tab. 1 zeigt, dass nicht entwässerte Niedermoore eine Kohlenstoffsénke darstellen. CO_2 wird aufgenommen und festgelegt, gleichzeitig lassen aber anaerobe Abbauprozesse Methan entstehen. Insgesamt wird das globale Treibhauspotential der Niedermoorstandorte gegen Null bilanziert (vgl. Tab. 1).</p> <p>Tab. 1: Emissionsfaktoren für Niedermoorstandorte^{a)}, globales Treibhauspotential auf der Basis von 500 Jahren (Quelle: Höper 2007)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nutzung</th> <th>CO_2^{b)} [kg C ha⁻¹a⁻¹]</th> <th>CH_4 [kg C ha⁻¹a⁻¹]</th> <th>N_2O [kg N ha⁻¹a⁻¹]</th> <th>Gesamt [kg C-Äquiv. ha⁻¹a⁻¹]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>naturnah</td> <td>-460</td> <td>236</td> <td>0</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>extensiv / ungenutzt</td> <td>4.000</td> <td>-0,3</td> <td>6</td> <td>4.415</td> </tr> <tr> <td>Grünland</td> <td>4.600</td> <td>-0,3</td> <td>14</td> <td>5.618</td> </tr> <tr> <td>Acker</td> <td>11.200</td> <td>-0,2</td> <td>8</td> <td>11.809</td> </tr> <tr> <td>Forst</td> <td>4.600</td> <td>-0,2</td> <td>2</td> <td>4.746</td> </tr> </tbody> </table> <p>^{a)} Mediane umfangreiche Datensammlung (vgl. Höper 2007)</p> <p>^{b)} Netto CO_2-Freisetzung. Die DOC-Auswaschung wurde nicht einbezogen und wird damit als CO_2-Emission betrachtet.</p>					Nutzung	CO_2 ^{b)} [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	CH_4 [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	N_2O [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	Gesamt [kg C-Äquiv. ha ⁻¹ a ⁻¹]	naturnah	-460	236	0	101	extensiv / ungenutzt	4.000	-0,3	6	4.415	Grünland	4.600	-0,3	14	5.618	Acker	11.200	-0,2	8	11.809	Forst	4.600	-0,2	2	4.746
Nutzung	CO_2 ^{b)} [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	CH_4 [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	N_2O [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	Gesamt [kg C-Äquiv. ha ⁻¹ a ⁻¹]																														
naturnah	-460	236	0	101																														
extensiv / ungenutzt	4.000	-0,3	6	4.415																														
Grünland	4.600	-0,3	14	5.618																														
Acker	11.200	-0,2	8	11.809																														
Forst	4.600	-0,2	2	4.746																														

Bei Entwässerung und Nutzung dieser Standorte werden diese Kohlenstoffvorräte in die Atmosphäre freigesetzt. Wird neben dem natürlichen Stickstoffgehalt auf genutzten Moorböden zusätzlich Stickstoff durch Düngung eingetragen, entsteht neben CO₂ auch Lachgas (N₂O) (SRU 2012).

Durch die ganzjährig hohen Grundwasserstände wird bei einem Erlenwald eine maximale Verdunstung (Bodenkühlleistung) auf Niedermoorboden erreicht. Dann folgen die Nutzungen Fichtenwälder und Großseggenriedbestände und mit Abstand die Nutzungen Wiese, Kleinseggen-Ried, Weide, Brache und wiederum mit größerem Abstand Acker (Edom 2001).

Vor allem im letzten Jahrhundert wurden durch die angestrebte Subsistenzwirtschaft und Neuland- sowie Siedlungsstättengewinnung für die Kriegsvertriebenen viele Niedermoorgebiete nicht nur landwirtschaftlich, sondern auch infrastrukturell erschlossen. Diese Straßen, Siedlungs- und Wirtschaftsstätten, häufig erst in den 30-50iger Jahren des letzten Jahrhunderts gebaut, erschweren heute eine Wiedervernässung bzw. stehen dieser entgegen. Oft sind die jüngsten Siedlungsstätten in die am schwersten zu entwässernden Gebiete hineingebaut. Viele dieser Hofstätten werden heute nur noch zu Wohnzwecken genutzt, da die zugehörigen landwirtschaftlichen Flächen zu klein sind für einen heutigen Landwirtschaftsbetrieb. Genau diese Gebiete lassen sich oft relativ einfach wiedervernässen. Da die Bevölkerungsentwicklung in Deutschland schon jetzt zu einem Leerstand vieler Siedlungsstätten führt und sich diese Entwicklung voraussichtlich weiter fortsetzt, können durch eine planerische Lenkung zum gesamtgesellschaftlichen Wohl ausgewählte Niedermoorgebiete bevorzugt wieder freigezogen werden. Dieses macht sicher nur im Einzelfall Sinn. So wird aber aktuell ein Abriss einiger ohnehin sehr schlecht gebauter Häuser im Zuge eines Niederländisch-Deutschen Moorrenaturierungsprojektes ernsthaft erwogen.

Generell ist zu beachten, dass im Bereich der Moorböden Maßnahmen zur Emissionsreduktion erst mit zeitlichem Vollzug greifen. Bedingt durch den Ablauf biotischer Prozesse kann es einige Jahre nach den Renaturierungsmaßnahmen noch zu - aus Klimaschutzsicht - suboptimalen Entwicklungen (CH₄-Emissionen) kommen (SRU 2012).

Moorverbreitung: Schwerpunkte der Moorverbreitung liegen in der norddeutschen Tiefebene (78 %) und im Alpenvorland (20 %) (2011). Etwa 76,3 % der ehem. Moorflächen zählen zu den Niedermooren (Jensen et al. 2011). Nach Angaben der Nationalen Berichtserstattung (NIR 2010) umfasst die Moorfläche 1.800.000 ha.

Die größte Vielfalt an Niedermoortypen entstand in den Jungmöränengebieten des norddeutschen Tieflandes und im Alpenvorland. Die hierfür typischen Quell-, Durchströmungs-, Verlandungs- und Kesselmoore treten vor allem in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein auf (Jensen et al. 2011). Einen zweiten Schwerpunkt gibt es im voralpinen Hügel- und Moorland Bayerns. Hier existieren auch noch größere, wachsende Plateau-, Durchströmungs-, Hang- und Verlandungsmoore (Ringler & Dingler 2005, aus: Jensen 2011).

Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	x

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)	
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)	Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre	2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre	2
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse	2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)	Bewertung¹⁾

a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							2
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen							-1
<ul style="list-style-type: none"> • Rohstofflager Torf + Erholung positiv • Land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Siedlungs- sowie wirtschaftliche Nutzungen negativ 							
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾						Wert EM ²⁾
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	
Rückzug von Infra- struktur	0	2	2	0	2	-2	0,7
Rückzug von Nutzungen	0	2	2	1	1	-1	0,8
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,8
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Bodenkarten (mindestens ≤ 1:10.000) in Kombination mit dem Siedlungsstättenalter							2
b) durch Moorkarten in Kombination mit dem Siedlungsstättenalter							2
c) durch Niedermoorsystemanalysen							1
d) durch Genehmigungsanträge, erteilte Genehmigungen nach dem WHG							1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,5
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Bodenkarten (1:10.000 und größer)							0
b) Moorkarten (1:10.000 und größer)							0
c) Grundwasserstandsmessungen							0
d) Niedermoorsystemanalysen							0
e) Genehmigungsanträge oder erteilte Genehmigungen nach WHG							0,5
f) Siedlungsstättenalter							0
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,1
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandsmessungen							1
b) durch Niedermoorsystemanalysen							1
c) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)							1
d) durch Vegetationskartierung							1
e) durch Besichtigung/Begehung während trockenerer Witterungsperioden							2
f) durch Ermittlung/Berechnung der CO ₂ -Äquivalentfreisetzung (Zertifikate)							-1
g) durch Berechnung der Ökosystemleistung Bodenkühlung in Energieäquivalenten							1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							0,9
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch Grundwasserstandsmessungen							0
b) durch Niedermoorsystemanalysen							0
c) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)							0,5

d) durch Vegetationskartierung	0
e) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden	0
f) durch Ermittlung/Berechnung der CO ₂ -Äquivalentfreisetzung (Zertifikate)	0
g) durch Berechnung der Ökosystemleitung Bodenkühlung in Energieäquivalenten	-0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar	0
Überwachung der Maßnahme möglich	Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandsmessungen	1
b) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)	1
c) durch Vegetationskartierungen	1
d) durch Besichtigung / Begehung während trockener Witterungsperioden	2
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	1,3
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	
a) durch Grundwasserstandsmessungen	0
b) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)	0,5
c) durch Vegetationskartierung	0
d) durch Besichtigung / Begehung während trockener Witterungsperioden	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0,1

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0,2
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,8
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	(x)
Forstwirte	
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	

Naturschutz	x
Raumplanung	x
Landschaftsplanung	x
Stadtplanung	
Bauleiter	
Landwirtschaftskammern	(x)
Wirtschaft	
Verkehr	
Tourismus/Erholung	x
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	x
Wasser- und Bodenverbände	x
Naturschutzverbände	x
Landwirtschaftsverbände	x

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

- Edom, F. (2001): Moorlandschaften aus hydrologischer Sicht. In Succow & Joosten (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
- Höper, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 37: 85-116.
- Jensen, R.; L. Landgraf; U. Lenschow, B. Paterak, T. Permien, U. Schiefelbein, U. Sorg, j. Thormann, M. Trepel, T. Wälter, H. Wreesmann, M. Ziebarth (2011): Positionspapier: Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz – Gemeinsame Position der Länderfachbehörden von Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame_position.pdf (21.02.2012).
- NIR (2010): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2010 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2008.
- Ringler, A.; B. Dingler (Baerb. 2005): Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK) – Moortypen in Bayern, Hrsg. BayLfU, Schriftenreihe Heft 180.
- Scheffer, B. (1994): Zur Stoffdynamik von Niedermooren. NNA-Bericht 2/94: 67-73.
- SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Kapitel 7: Moorböden als Kohlenstoffspeicher. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU).

Maßnahmensteckbrief H2_M5

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Bestandssicherung und Regeneration von Regenmooren/Hochmooren				
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen				
Geeignete Einzelmaßnahmen:				
<ul style="list-style-type: none"> • großräumige Wiederherstellung der Grundwasserfließverhältnisse / Verminderung der Grundwasserabsenkung • eine Kanal- und Grabenverfüllungen (partiell oder vollständig), mit Torf oder mittels massiver Holz-Spundwände) sowie eine Unterbrechung oder Pflegeaufgabe der Drainagen • die Anlage von Torfwehre für flache Überstauungen • ggf. die Anlage von Torfterrassen bei Torferosionsflächen • ggf. Sohlschwellenbau zur Anhebung der Vorfluter (LFU 2002) • die hydrologische Selbstregulation (Stauwirkung des durch Torfzersetzung hydraulisch verdichteten Moorbodens, Grabenverlandung mit torfbildender Vegetation, Senkung der Oberfläche infolge Moorschwundes, klimatische Effekte durch das Aufkommen höherwüchsiger Vegetation = Wind- und Strahlungsschutz) (Succow & Joosten 2001) • Reduzierung der Winderosion auf / der Nährstoffausträge durch Wind aus den landwirtschaftlichen Flächen im Staubquellbereich des zu regenerierenden Moores (vgl. Maßnahmensteckbriefe H2_M6 und H2_M7) • Kontinuierliche Reduzierung des flächigen Torfabbaus 				
<p>Die Moorrevitalisierung sollte entsprechend der jeweiligen Schwerpunktsetzung der Bundesländer zur dauerhaften Sicherung der gesamten Vielfalt an Moortypen beitragen (Jensen et al. 2011). Die Initiierung der Hochmoorrenaturierung soll möglichst durch einen einmaligen Maßnahmeneingriff erfolgen (LFU 2002).</p>				
Ziele der Einzelmaßnahmen:				
<p>Ziel ist, selbstregulierende möglichst durch Nährstoffarmut geprägte torfakkumulierende Regenmoore zu erhalten und Voraussetzungen für eine Regeneration gestörter oder zerstörter Regenmoore zu schaffen.</p>				
Hintergrund:				
<p>Durch dauerhafte oberflächennahe Wasserstände (5-10 cm über/unter GOK; nach dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (2010) saisonal auch bis zu 35 cm unter Flur) wird die Kohlenstoffmineralisierung minimiert und ggf. auch eine aktive Kohlenstoffsénke geschaffen. Dadurch kann das globale Treibhauspotential der Hochmoorstandorte unter Null absinken (vgl. Tab. 1).</p>				
<p>Tab. 1: Emissionsfaktoren für Hochmoorstandorte und Torfnutzung^{a)}, globales Treibhauspotential auf der Basis von 500 Jahren (Quelle: Höper 2007)</p>				
Nutzung	CO ₂ ^{b)} [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	CH ₄ [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	N ₂ O [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	Gesamt [kg C-Äquiv. ha ⁻¹ a ⁻¹]
naturnah/ Schwingrasen	-337	62	0	-189
schwach entwässerte, degenerierte Moore	3.770	5	0	3.782
Grünland	3.950	0	0	3.950
Ackerland	4.400	0	0	4.400
Forst	1.300	0	0,2	1.316
Abtorfung	18.890	5	0	18.903
davon Abtorfungsflächen	3.770	5	0	3.782
davon Torfnutzung	15.120	0	0	15.121

^{a)} Mediane umfangreiche Datensammlung (vgl. Höper 2007)

b) Netto CO₂-Freisetzung. Die DOC-Auswaschung wurde nicht einbezogen und wird damit als CO₂-Emission betrachtet.

Bei Entwässerung und Nutzung dieser Standorte werden diese Kohlenstoffvorräte in die Atmosphäre freigesetzt. Wird neben dem natürlichen Stickstoffgehalt auf genutzten Moorböden zusätzlich Stickstoff durch Düngung eingetragen, entsteht neben CO₂ auch Lachgas (N₂O) (SRU 2012).

Durch die ganzjährig hohen Grundwasserstände wird eine gute Bodenkühlleistung in Hochmooren erreicht. Diese bleibt in der Regel hinter der Waldverdunstung zurück, liegt aber höher als bei Weide-, Wiese- oder Ackernutzung. Sinkt in sphagnengeprägten Mooren der Wasserstand unter 25(-40) cm (= Untergrenze der lebenden Sphagenteile), nimmt die Verdunstung sprunghaft ab. Die Wasserstandsabhängigkeit der Verdunstung in Hochmooren ist ein grundlegender Prozess der hydrologischen Selbstregulation. Auch verdunsten Flechten immer weniger als Moose. Es wird angenommen, dass die in Mitteleuropa fast ausgestorbenen Flechten-Torfmoosrasen früher für eine höhere Wasserhaushaltsstabilität in den Hochmooren gesorgt haben. Sphagnum gedeiht besser wenn über Ihnen eine feuchte und wenig bewegt Luft steht. Gehölze können hier förderlich wirken (Edom 2001).

Da Moore oft mehr als ihre Umgebung verdunsten, wirkt der Oaseneffekt, d.h. die flächenbezogene Verdunstung ist umso größer, je kleiner die Feuchthfläche in einer trockenen Umgebung ist (Edom 2001).

Der sog. statische Wasserspeichervorrat in Hochmooren ist konstant bzw. nimmt in wachsenden Mooren entsprechend den Torfakkumulationsraten mit jährlich nur etwa 0,5 mm zu. Als dynamischer Wasserspeicher stehen zur Verfügung der:

- hydrodynamische Speicher, der sich aus entwässerten Poren, Wasserkissenbildungen im und unter dem Torf, dem Muldenspeicher zwischen den Mikroreliefelementen (Bulten- und Schlangeng) und ggf. dem Überflutungsspeicher zusammensetzt, sowie der
- pflanzenphysiologische Speicher: Torfmoose können mehr als das 30fache ihrer Trockenmasse an Wasser speichern. In Trockenzeiten reduzieren sie ihre Stoffwechsel-Vorgänge auf ein Minimum und nutzen das gespeicherte Wasser. Mit Hilfe ihrer Wasserzellen in den Blättern und Wassersäcken in den Stängeln können sie Wasser kapillar halten, so dass der Wasserspiegel über dem Grundwasserspiegel liegt. Die Saugspannung ist in trockenen Pflanzen so groß, dass eine Wasserleitgeschwindigkeit von rund 170 cm h⁻¹ erreicht werden kann.

Natürlicherweise wird der Wasserhaushalt in Regenmooren hauptsächlich über das Akrotelm reguliert. In Perioden hohen Niederschlags läuft das Wasser aus dieser durchlässigen Schicht zur Seite ab. In trockeneren Perioden und nach absinken des Wasserstandes hält das Katotelm mit seiner geringere hydraulische Leitfähigkeit das Wasser im Moor.

Regenmoore sind überwiegend für den Torfabbau und die landwirtschaftliche Nutzbarmachung trockengelegt worden. Der Wasser- und Stoffhaushalt der Regenmoore ist in der Regel degradiert durch:

- schiffbare Kanäle, große und tiefere Gräben, kleiner Gräben oder Schlitzgräben sowie Drainagen zur Entwässerung.
- Torfstiche (Handfräsfelder bis maschineller Abbau). Dadurch erfolgt eine Zerstörung der Akrotelm-/Katotelm-Schichtung. Akrotelm = Torfbildungshorizont, oberste Schicht der Hochmoorpflanzendecke, aus Torfmoosen aufgebaut und durchwurzelt, durch Moorwasserspiegelschwankungen betroffen. Besitzt eine hohe Wasserleitfähigkeit und Selbstregulierungseigenschaften. Katotelm = Torferhaltungshorizont, unter dem Akrotelm, ständig wassergesättigt mit stärker zersetztem, weniger wasserdurchlässigem Torf und geringer biologischer Aktivität (Succow & Joosten 2001).
- Moorbrandkultur (oberflächliches Entwässerung und abbrennen), Deutsche Hochmoorkultur (entwässern, düngen und nutzen), Sandmisch- und Sanddeckkultur (nach der Entwässerung geringmächtiger und nach Abtorfung mächtiger Moore wird tief gepflügt und die Torfe mit unterlagernden Sanden in einen Schrägschichtung gebracht (Sandmischkultur) oder unterlagernder Sand oberflächlich abgebracht (Sandeckkultur). Regenmoore können über Niedermooren entstehen aber auch über stauenden Bodenschichten wie z.B. Ortstein. Bei letzteren sog. nicht wurzelechten Hochmooren über Stauschichten erfolgte nach einer Abtorfung oder bei der Moorkolonisierung durch Tiefpflügen eine Zerstörung der unterlagernden Stauschicht (Ortstein), auch um über die Gräben eine weitreichendere Entwässerung zu erreichen. Vielerorts wurden die Ortssteinschichten auch für die Verhüttung abgebaut.
- Immissionseinträge. Regenmoore sind aufgrund der Niederschlagsspeisung und ologotrophen

Vegetationsausprägung besonders empfindlich gegen atmosphärische Stoffeinträge (NO_x, SO_x, Staub). Diese können zu Verschiebungen im Artenspektrum hin zu Arten mit geringerer oder keinen Torfbildungsraten führen. NO_x und SO_x lösen im anaeroben Bereich Zersetzungsprozesse (Oxidationsprozesse) aus. Dies führt zu verringerten Porengrößen und damit zu erhöhten Wasserspiegelschwankungen sowie einer Nivellierung des Mikroreliefs und damit einer Verringerung des Muldenspeichers. Auch führt eine Schädigung der in den Mooren lebenden Koniferen oder umgebend Waldbestände zu einem größeren Windangriff und Austrocknung (Succow & Joosten 2001)

Erster Maßnahmensschritt muss daher stets eine Analyse der Ursachen der Veränderung des Wasser- und Stoffhaushalts und die aktuelle Ausprägung des heutigen Wasser- und Stoffhaushalts sein, um die für eine Regeneration am besten geeigneten Gebiete festzulegen. Häufig erscheint die Regeneration wachsender Regenmoore unter den Bedingungen der veränderten Landschaftsstruktur, Wasserhaushaltes und Klimas und der veränderten physikalischen Struktur von Torf und Moorboden unrealistisch (Succow & Joosten 2001).

Zusammengesackte und verdichtete Torfe führen im Winter zu großflächigem Überstau und trocknen im Sommer oberflächlich aus. Dies stellt ein Wiederansiedlungsproblem für torfbildende Moose dar.

Generell ist zu beachten, dass im Bereich der Moorböden Maßnahmen zur Emissionsreduktion erst mit zeitlichem Vollzug greifen. Bedingt durch den Ablauf biotischer Prozesse kann es einige Jahre nach den Renaturierungsmaßnahmen noch zu, aus Klimaschutzsicht, suboptimalen Entwicklungen (CH₄-Emissionen) kommen (SRU 2012).

Regenmoore konzentrieren sich auf die niederschlagsreichen Gebieten im Nordwesten Deutschlands (Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Bremen, Hamburg) und im Alpenvorland (Bayern, Baden-Württemberg). Wertvolle Gebirgsregenmoore existieren kleinflächig noch im Schwarzwald (Baden-Württemberg), in der Eifel (Nordrhein-Westfalen & Rheinland-Pfalz), in den Alpen (Bayern) und in den Kammlagen des Erzgebirges (Sachsen). Etwa 23,7 % der ehem. Moorflächen zählen zu den Hochmooren (Jensen et al. 2011). Nach Angaben der Nationalen Berichtserstattung (NIR 2010) umfasst die Moorfläche 1.800.000 ha.

Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	x

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)	
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)	Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre	2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre	2
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse	1
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)	Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen	2
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen <ul style="list-style-type: none"> • Rohstofflager Torf + Erholung positiv • Land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Siedlungsnutzung sowie wirtschaftliche Nutzungen negativ 	-1
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)	
Einzelmaßnahme	Bewertung¹⁾

	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luft- qualität	Land- schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾
Flächenhafte Ein- stellung der Entwässe- rung	0	2	2	1	2	-2	0,8
Lokale Verfüllung oder Unterbrechung von Graben & Drainagen	0	2	1	0	1	-1	0,5
Anlage von Torfwehre, Torfterrassen	0	2	1	0	1	0	0,7
Sohlschwellen	0	2	1	0	0	-1	0,3
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,6
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Bodenkarten (1:10:000 und größer)							2
b) durch Moorkarten (1:10:000 und größer)							2
c) durch (historische) Systemanalysen Wasser- und Stoffhaushalt							1
d) durch Torfabbaugenehmigungen, erteilte Genehmigungen nach dem WHG							1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,5
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Bodenkarten							0
b) Moorkarten							0
d) Systemanalysen Wasser- und Stoffhaushalt							0
e) Torfabbaugenehmigungen und/oder erteilte Genehmigungen nach WHG							0,5
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,1
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Wasserstandsmessungen im zentralem ‚Moor‘							1
b) durch Vegetationskartierung							1
c) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden							2
d) durch Ermittlung/Berechnung der CO ₂ -Äquivalentfreisetzung (Zertifikate)							-1
e) durch Berechnung der Ökosystemleitung Bodenkühlung in Energieäquivalenten							1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							0,8
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch Wasserstandsmessungen im zentralem ‚Moor‘							0
b) durch Systemanalysen							0
c) durch Vegetationskartierung							0
d) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden							0
e) durch Ermittlung/Berechnung der CO ₂ -Äquivalentfreisetzung (Zertifikate)							0
f) durch Berechnung der Ökosystemleitung Bodenkühlung in Energieäquivalenten							0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar							0
Überwachung der Maßnahme möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Wasserstandsmessungen im zentralem ‚Moor‘							1
b) durch Vegetationskartierungen							1

c) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden	2
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	1,3
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	
a) durch Wasserstandsmessungen im zentralem ‚Moor‘	0
b) durch Vegetationskartierung	0
c) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	(x)
Forstwirte	
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	
Naturschutz	x
Raumplanung	x
Landschaftsplanung	x
Stadtplanung	
Landwirtschaftskammern	(x)
Wirtschaft	x
Verkehr	x
Tourismus/Erholung	x
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	x

Wasser- und Bodenverbände	X
Naturschutzverbände	X
Landwirtschaftsverbände	X

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

- Bayrischen Landesamt für Umwelt (2010): Moorrenaturierung kompakt - Handlungsschlüssel für die Praxis. Augsburg: Bayrisches Landesamt für Umwelt.
- Edom, F. (2001): Moorlandschaften aus hydrologischer Sicht. In Succow & Joosten (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, E. Schweizerbartsch'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
- Höper, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 37: 85-116.
- Jensen, R.; L. Landgraf; U. Lenschow, B. Paterak, T. Permien, U. Schiefelbein, U. Sorg, j. Thormann, M. Trepel, T. Wälter, H. Wreesmann, M. Ziebarth (2011): Positionspapier: Potentiale und Ziele zum Moor- und Kli-maschutz – Gemeinsame Position der Länderfachbehörden von Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame_position.pdf (21.02.2012).
- LFU (2002): Leitfaden der Hochmoorrenaturierung in Bayern für Fachbehörden, Naturschutzorganisationen und Planer. Bayrisches Landesamt für Umweltschutz.
- NIR (2010): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2010 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2008.
- Ringler, A.; B. Dingler (Baerb. 2005): Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK) – Moortypen in Bayern, Hrsg. BayLfU, Schriftenreihe Heft 180.
- Rosinski, E.; Tillmann, C. (2011): Evaluation der Hochmoorrenaturierung in Süd-Niedersachsen. Projektbericht (Westfälische Wilhelms-Universität Münster).
- Scheffer, B. (1994): Zur Stoffdynamik von Niedermooren. NNA-Bericht 2/94: 67-73.
- SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Kapitel 7: Moorböden als Kohlenstoffspeicher. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU).

Maßnahmensteckbrief H3_M1

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen auf terrestrischen Böden			
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen			
<p>Geeignete Einzelmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humusbilanzen: Fruchtfolge mit ausgewogenem Verhältnis zwischen humuszehrenden und humusmehrenden Fruchtarten. Ausreichende Versorgung des Bodens mit organischer Substanz durch verbleibenden Ernterückstände, den gezielten Anbau von Zwischenfrüchten und Wirtschaftsdünger, unter Beachtung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis bei Düngungsmaßnahmen, da sonst Lachgas entstehen kann (z.B. VDLUFA 2004). • Standort- und bedarfsgerechte (ggf. reduzierte oder konservierende) Bodenbearbeitung. Es wird geschätzt, dass das Minderungspotenzial innerhalb der EU bei 0,25 t CO₂-Äquivalenten für reduzierte Pflughäufigkeit und bei 0,95 t CO₂-Äquivalenten pro ha und Jahr bei völligem Verzicht auf Pflügen liegt (Frelih-Larsen u.a. in: Rodi & Sina 2011) <p>Ziel der Einzelmaßnahmen: Ziel ist eine Humusbewirtschaftung, die eine Erhöhung auf oder den Erhalt von standorttypischen Humusgehalten (vgl. LFL 2010) bei minimaler Freisetzung klimarelevanter Gase bedingt. Insbesondere auf terrestrischen Böden mit Humusanreicherungen (Schwarzerden, Humusbraunerden, Esche und Kolluvisole), sollte die ackerbauliche Bewirtschaftung hinsichtlich einer Vermeidung von CO₂, N₂O und CH₄-Emissionen angepasst werden.</p> <p>Hintergrund: Die in landwirtschaftlich genutzten, terrestrischen Böden gespeicherte organische Substanz unterliegt aufgrund der Bodenbearbeitung, dem Anbau von Nutzpflanzen und der Zufuhr organischer Substanzen einer ständigen Veränderung. Höper & Schäfer (2012) fassen in einer aktuellen Bestandsaufnahme zusammen, dass eine erhebliche und dauerhafte Kohlenstofffestlegung durch Bewirtschaftungsmaßnahmen oder durch den Verzicht auf Bodenbearbeitung ist nach jetzigem Stand der Kenntnis kaum zu erreichen. Sie sehen nur geringe Möglichkeiten den Kohlenstoffvorrat von Ackerböden durch ackerbauliche Nutzung zu beeinflussen. Eine Erhöhung der Gehalte an org. Substanz im Boden von Ackerflächen durch org. Düngung oder durch reduzierte Bodenbearbeitung ist möglich. Auf eine C-Zufuhr durch Düngung reagieren die Bodenorganismen aber mit zunehmender Aktivität. Der Humusgehalt im Boden verändert sich und stabilisiert sich nach 10-30 Jahren auf einem neuen Niveau. Mit Ausnahme regelmäßiger Stallmistgaben oder Kompost lässt sich der Kohlenstoffvorrat durch solche Maßnahmen aber nur um rund 10 % erhöhen, durch Stallmistgaben um 20-30 %. Derzeit werden gut 15 % der Deutschen Ackerflächen mit Stallmist oder Geflügelkot bestückt, eine Erhöhung dieser Fläche ist nicht in Sicht. Die zur Verfügung stehende Kompostmenge reicht rechnerisch gesehen für 1 % der Ackerfläche Deutschlands. Die reduzierte Bodenbearbeitung ist für den Vorrat an Kohlenstoff kaum erhöhend (Höper & Schäfer 2012). Nach der Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (DirektZahlVerpflV) von 2004 dürfen z.B. im Fall von Bodenuntersuchungen bei Tongehalten bis 13 Masse-% die Humusgehalte nicht unter 1 Masse-% und bei Tongehalten > 13 Masse-% die Humusgehalte nicht unter 1,5 Masse-% liegen. Das Humusbilanzsaldo als Ergebnis der Humusbilanzierung soll im Bereich zwischen -75 und + 125 kg C je ha und Jahr liegen und darf im Durchschnitt von 3 Jahren den Wert von -75 kg/ha und Jahr nicht unterschreiten. Die LFL (2006) stellt zur (DirektZahlVerpflV) von 2004 fest, dass diese Werte eine Mindestanforderung zur Erlangung von Direktzahlungen darstellt und keineswegs eine Beratungsempfehlung zum Erreichen und/oder Erhalten optimaler Bodenhumusgehalte in Bayern ist und hat daher standorttypische Humuskennwerte für bayrische Böden erarbeiten lassen (LFL 2010).</p>			
Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)							
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)							Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre							(1)
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre							1
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse							1
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)							Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							1
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: Landwirtschaftliche Nutzung, langfristig positiv							1
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾
Humuskreislaufbewirtschaftung	0	1	1	0	0	1	0,5
Standort- und bedarfsgerechte Bodenbearbeitung	0	1	1	0	0	(1)	0,5
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,5
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmenggebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Ermittlung standorttypischer Humuskennwerte							1
b) durch Humusbilanzen							2
c) durch Ermittlung der Humusgehalte							1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,3
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmenggebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Festlegung standorttypischer Humuskennwerte (Es liegt bundesweit die Karte Humusgehalt Oberböden Deutschlands auf Basis der BÜK1000 vor. Diese kann erste überregionale Anhaltspunkte liefern. Auf Länderebene lassen sich standorttypische Humusgehalte ermittelt, vgl. z.B. Bayern (LFL 2010))							0
b) durch Humusbilanzen							1
c) durch Humusgehaltsbestimmungen Stichworte: hier ist bundesweit eine Methode verfügbar							0
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,3
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Humusbilanzierung messbar							1
b) durch Humusgehaltsbestimmungen messbar							2

c) CO ₂ - Zertifikate monetarisierbar	2
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar	1,7
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	Bewertung¹⁾
a) durch Humusbilanzierung	1
b) durch Humusgehaltsbestimmungen	0
c) CO ₂ -Zertifikate monetarisierbar	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar	0,3
Überwachung der Maßnahme möglich	Bewertung¹⁾
a) durch Humusgehaltsbestimmungen	2
b) durch Prüfung von Humusbilanzen	1
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	1,5
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	
a) durch Prüfung von Humusbilanzen	1
b) durch Humusgehaltsbestimmungen	0,5
Stichworte: Landwirtschaftliche Dauerversuche, Boden-Dauerbeobachtung, künftig Bodenzustandserhebung Landwirtschaft	
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0,8

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	
Grundstücksbesitzer	
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	
Luftreinhaltung	

Naturschutz	
Raumplanung	
Landschaftsplanung	
Stadtplanung	
Landwirtschaftskammern	x
Wirtschaft	
Verkehr	
Tourismus/Erholung	
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	
Wasser- und Bodenverbände	
Naturschutzverbände	
Landwirtschaftsverbände	

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (DirektZahlVerpflV) (2004): Verordnung über die Grundsätze der Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand.

Höper, H., W Schäfer (2012): Die Bedeutung der organischen Substanz von Mineralböden für den Klimaschutz. In: Bodenschutz, 17. Jahrgang 03.12: 72-79.

LFL (2010): Standorttypische Humusgehalte in Ackerböden. Schriftenreihe Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft.

Rodi, M. & Sina, S. (2011): Das Klimaschutzrecht des Bundes – Analyse und Vorschläge zu seiner Weiterentwicklung. UBA TEXTE 17/2011, Reihe Climate Change.

VDLUFA (2004): Standpunkt Humusbilanzierung. Methode zur Beurteilung der Humusversorgung von Ackerland.

WESSOLEK, G. et al. (2008): Ermittlung von Optimalgehalten an organischer Substanz landwirtschaftlich genutzter Böden nach § 17 (2) Nr. 7 BBodSchG. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes FuE-Vorhaben. Förderkennzeichen 202 71 264. Berlin.

Maßnahmensteckbrief H3_M2

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen auf Mooren, Marschen und grundwasserbeeinflussten, humusreichen Böden				
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Maßnahmengruppe				
Geeignete Einzelmaßnahmen in dieser Maßnahmengruppe:				
<ul style="list-style-type: none"> • Humuskreislaufbewirtschaftung mit Humusbilanzen und einer standort- und bedarfsgerechten Bodenbearbeitung und Düngung (vgl. Steckbrief H2_M1 für die Bewirtschaftung terrestrischer Böden). Diese Maßnahme ist nur dann sinnvoll, wenn durch Fruchtfolge- und Düngemanagement sowie einer angepassten Bodenbearbeitung ein standorttypischer Humusgehalt erreichbar ist (dies wird nur bei Humusgehalten von < 15 % als realistisch eingeschätzt). Bei anmoorigen und torfigen Böden mit > 15 % Humus ist eine Bestandssicherung sinnvoller als Bewirtschaftungsmaßnahmen, da ein Ausgleich des Humusverlusts durch abbaubedingte Emissionen ausschließlich durch Humusreproduktion als schwierig eingeschätzt wird (siehe Tab. 1). • Grünlandschutz auf humusreichen und nassen bis wechselfeuchten Standorten (Erhalt von mindestens 5-jährigem Dauergrünland, Erhalt von Extensivgrünland mit 1- bis 2-schüriger Nutzung, kein Grünlandumbruch, keine Grünlanderneuerung durch Neueinsaat) • Grünlandextensivierung durch Reduzierung von Nutzungshäufigkeit und Düngung • Umwandlung von Ackerland in Grünland, keine Ackernutzung auf Moor- bzw. Torfstandorten • Vermeidung von Verdichtung (kein Befahren bei Nässe, angepasste Radlasten) • Reduzierung der künstlichen Entwässerung (keine Neuanlage von Gräben und Drainagen; Beseitigung von bestehenden Entwässerungsanlagen, keine Pflege bestehender Entwässerungsanlagen) • Anbau angepasster Pflanzen, z. B. Paladikulturen, die hohe Wasserstände vertragen bzw. benötigen (aber keine Anlage von Schnellwuchsplantagen auf Moor). 				
Ziel der Maßnahmengruppe:				
Die Einzelmaßnahmen haben zum Ziel die Bewirtschaftung von Mooren, Marschen und grundwasserbeeinflussten, humusreichen Böden so durchzuführen, dass eine Vermeidung von Treibhausgas-Emissionen, eine Stärkung der Robustheit der Oberflächengewässer gegen Starkniederschläge und eine Optimierung der Wasserrückhaltefunktion erfolgt.				
Hintergrund:				
In Mooren, Marschen und in grundwasserbeeinflussten Böden (Gleye, Auenböden) liegt eine Humusanreicherung aufgrund einer nässebedingten geringeren biologischen Aktivität und damit einem geringeren Abbau von organischer Substanz und einer geringeren Kohlenstoffmineralisierung vor. Intakte Niedermoorböden können sogar Kohlenstoffsinken sein. In der Tab. 1 ist dargestellt, welche hohen Treibhausgasemissionen unter verschiedenen Bewirtschaftungsformen auftreten, wenn in Niedermoores der Grundwasserstand gesenkt wird. Demnach ist die Klimagasfreisetzung auf Niedermoorböden am höchsten unter Ackernutzung. Etwa noch halb so schnell läuft die Treibhausgasemissionen beim Torfabbau unter einer Grünland- oder Waldnutzung ab.				
Tab. 1: Emissionsfaktoren für Niedermoorstandorte ^{a)} , globales Treibhauspotenzial auf der Basis von 500 Jahren (Quelle: Höper 2007)				
Nutzung	CO ₂ ^{b)} [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	CH ₄ [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	N ₂ O [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	Gesamt [kg C-Äquiv. ha ⁻¹ a ⁻¹]
naturnah	-460	236	0	101
extensiv / ungenutzt	4.000	-0,3	6	4.415

Grünland	4.600	-0,3	14	5.618
Acker	11.200	-0,2	8	11.809
Forst	4.600	-0,2	2	4.746

a) Mediane umfangreiche Datensammlung (vgl. Höper 2007)
 b) Netto-CO₂-Freisetzung. Die DOC-Auswaschung wurde nicht einbezogen und wird damit als CO₂-Emission betrachtet.

Auch die Umwandlung von Grünland in Ackerland allgemein führt zu einem Anstieg von CO₂- und N₂O-Emissionen (Rodi & Sina 2011). Dauergrünland auf humusreichen und moorigen Standorten hat eine bessere Klimabilanz als neu eingesätes Grünland, so dass eine Neueinsaat von Grünland Treibhausgas-Emissionen aus dem Verlust von Dauergrünland nicht kompensiert (Osterburg et al. 2009 in Rodi & Sina 2011). Nach Naumann & Frelih-Larsen (2010) besteht durch die Erhaltung/ Etablierung von Dauergrünland in Deutschland ein Reduktionspotenzial von 10 t CO₂ pro ha und Jahr, wobei sich die Einsparung bei Wiedereinsaat auf einen Zeitraum von 10 Jahren bezieht und diese standortabhängig ist.

Durch einen hohen Grundwasserstand wird auch die natürliche hohe Wasserrückhaltefunktion der Moore, Marschen und grundwasserbeeinflussten Böden (Gleye, Auenböden) gut genutzt. Dadurch wird die Robustheit der Oberflächengewässer gegen Starkniederschläge erhöht und eine maximale Bodenkühlleistung erreicht.

Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)							
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel DAS)							Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre							(1)
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre							2
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse							1
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen							Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							2
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen							0
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luft-qualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM²⁾
Humuskreislaufbewirtschaftung	0	1	1	0	0	1	0,5
Grünlandschutz	0	1	1	0	1	0	0,5
Grünlandextensivierung	0	2	1	0	2	0	0,8
Umwandlung von Acker in Grünland	0	1	1	0	1	0	0,5
Reduzierung von Entwässerungsmaßnahmen	0	1	2	0	1	-1	0,5

Vermeidung von Verdichtung	0	1	1	0	0	0	0,3
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,5
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe							
Räumliche Verortung der Maßnahmenggebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Ermittlung standorttypischer Humuskennwerte							1
b) durch Humusbilanzen							2
c) durch Ermittlung der Humusgehalte							1
d) durch Ermittlung von Flächenanteilen von Grünland an der landwirtschaftlichen Nutzfläche und deren Veränderung im Bereich von Mooren und hydromorphen, humusreichen Böden							2
e) durch Ermittlung von Flächenanteilen von extensivem Grünland an der landwirtschaftlichen Nutzfläche und deren Veränderung im Bereich von Mooren und hydromorphen, humusreichen Böden							2
f) durch Ermittlung der Verbreitung von Entwässerungsmaßnahmen und deren Veränderung im Bereich von Mooren und hydromorphen, humusreichen Böden							2
g) durch Ermittlung der Verbreitung von potenziell verdichtungsempfindlichen Standorten							1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,6
Daten zur räumliche Verortung der Maßnahmenggebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Festlegung standorttypischer Humuskennwerte (Es liegt bundesweit die Karte Humusgehalt Oberböden Deutschlands auf Basis der BÜK1000 vor. Diese kann erste überregionale Anhaltspunkte liefern. Auf Länderebene lassen sich standorttypische Humusgehalte ermittelt, vgl. z.B. Bayern (LFL 2010))							0
b) durch Humusbilanzen							1
c) durch Humusgehaltsbestimmungen (bundesweit ist Methode verfügbar)							0
d) Flächenanteile von Grünland an landwirtschaftlicher Nutzfläche und Veränderung (Destatis.de: Dauergrünland)							1
e) Flächenanteile von extensivem Grünland an landwirtschaftlicher Nutzfläche und Veränderung (Destatis.de: ertragsarmes Dauergrünland, aus d. Erz. gen. Dauergrünl. mit Beihilfe- / Prämienanspruch; ELER-Indikator „Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert“, beinhalten extensiv genutzte, artenreiche Grünland-, Acker-, Streuobst- und Weinbergsflächen sowie Brachen)							1
f) Verbreitung von Entwässerungsmaßnahmen auf humosen und moorigen Standorten und Veränderung							0
g) Verbreitung von potenziell verdichtungsempfindlichen Standorten (Es liegen bundesweit auf Basis der BÜK1000 N Karten der potenziellen mechanischen Verdichtungsempfindlichkeit von Unterböden der Ackerflächen bei unterschiedlichen Wassergehalten vor. Diese kann erste überregionale Anhaltspunkte liefern. Auf Länderebene liegen zum Teil Karten der potenziellen Verdichtungsgefährdung vor (NI, BB, MV, NW, SN).							0,5
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,5
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Humusbilanzierung messbar							1
b) durch Humusgehaltsbestimmungen messbar							2
c) durch CO ₂ -Zertifikate monetarisierbar							2
d) Umsetzungsgrad Grünlandschutz, Grünlandextensivierung, Umwandlung von Acker in Grünland und Reduzierung von Entwässerungsmaßnahmen anhand Flächenstatistiken							2
e) durch THG-Emissionen messbar							-1
f) durch Bodenwassergehalte oder Penetrometer messbar							-1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							0,8

Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	Bewertung¹⁾
a) Humusbilanzierung	1
b) Humusgehaltsbestimmungen	0
c) Umsetzungsgrad Grünlandschutz, Grünlandextensivierung, Umwandlung von Acker in Grünland und Reduzierung von Entwässerungsmaßnahmen anhand Flächenstatistiken	1
d) THG-Emissionen	0,5
e) Bodenwassergehalte oder Penetrometermessungen (gemessen)	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar	0,6
Überwachung der Maßnahme möglich	Bewertung¹⁾
a) durch Humusgehaltsbestimmungen	2
b) durch Prüfung von Humusbilanzierungen	1
c) Umsetzungsgrad Grünlandschutz, Grünlandextensivierung, Umwandlung von Acker in Grünland und Reduzierung von Entwässerungsmaßnahmen anhand Flächenstatistiken	2
d) anhand THG-Emissionen	-1
e) anhand Bodenwassergehalten (gemessen oder berechnet) und Penetrometermessungen	-1
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	0,6
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	Bewertung¹⁾
a) durch Prüfung von Humusbilanzen	1
b) durch Humusgehaltsbestimmungen Stichworte: Landwirtschaftliche Dauerversuche, Boden-Dauerbeobachtung, künftig Bodenzustandserhebung Landwirtschaft	0,5
c) Umsetzungsgrad Grünlandschutz, Grünlandextensivierung, Umwandlung von Acker in Grünland und Reduzierung von Entwässerungsmaßnahmen anhand Flächenstatistiken	1
d) anhand THG-Emissionen	0
e) anhand Bodenwassergehalten (gemessen oder berechnet) und Penetrometerdaten	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0,5

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	0
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x

Forstwirte	
Grundstücksbesitzer	X
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	X
Wasserschutz	X
Luftreinhaltung	
Naturschutz	X
Raumplanung	
Landschaftsplanung	
Stadtplanung	
Landwirtschaftskammern	X
Bauamt	
Wirtschaft	
Verkehr	
Tourismus/Erholung	X
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	X
Wasser- und Bodenverbände	X
Naturschutzverbände	X
Landwirtschaftsverbände	X

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

- Höper, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 37: 85-116.
- LABO (2010): LABO-Positionspapier – Klimawandel – Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes.
- Naumann, S. & Frelih-Larsen, A. (2010). Klimaschutz in der Landwirtschaft. Hrsg.: NABU-Bundesverband.
- Rodi, M. & Sina, S. (2011): Das Klimaschutzrecht des Bundes – Analyse und Vorschläge zu seiner Weiterentwicklung. UBATEXTE 17/2011, Reihe Climate Change.
- SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Kapitel 7: Moorböden als Kohlenstoffspeicher. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU).

Maßnahmensteckbrief H3_M3

Maßnahme / Maßnahmengruppe

<p>Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren Teil 4 - Reduzierung oder Aufgabe der landwirtschaftlichen Drainagen</p>
<p>Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen</p>
<p>Der Wasserhaushalt der Niedermoore ist oftmals durch mehrere lokale und regionale Einflüsse zugleich anthropogen degradiert. Erster Schritt muss daher stets eine Systemanalyse der Ursachen der Veränderung des Wasserhaushalts sein.</p> <p>Systemanalyse zur Ursachenermittlung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wasserentnahmen (Trink-, Brauch- und Betriebswasser) (Teil 1 H1_M1) • Flussbegradigungen (Schifffahrtswege, Gewässerlauf- und Deichverkürzungen, Abflussregulierung) (Teil 2 H1_M2) • tiefere Grundwasserabsenkungen durch die Rohstoffindustrie (z.B. Kies-, Sandgruben) (Teil 3 H1_M3) • oberflächennahe Grundwasserabsenkungen durch die Landwirtschaft (Teil 4 H2_M3) • Grundwasserabsenkungen zum Schutz der Infrastruktur, die in die Auen hineingebaut wurden (Teil 5 H1_M4) <p>Die Moorrevitalisierung sollte entsprechend der jeweiligen Schwerpunktsetzung der Bundesländer zur dauerhaften Sicherung der gesamten Vielfalt an Moortypen beitragen (Jensen et al. 2011).</p> <p>Teil 4 - Maßnahmen zur Reduzierung oder Aufgaben der landwirtschaftlichen Drainagen</p> <p>Die großflächige Entwässerung der Niedermoorböden durch die Landwirtschaft erfolgt in der Regel oberflächlich durch Graben- und unterirdisch durch Drainagenbau. Eine Wiederanstieg der Grundwasserstände kann erzielt werden durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grabenan- oder -einstau • Grabenüberstau • Überrieselung (vgl. Dietrich et al. 2001) • Flächenhafte Aufgabe anthropogener Pflegemaßnahmen der Entwässerungssysteme (Grabenräumung) • Unterbrechung oder Pflegeaufgabe der Drainagen (Succow & Joosten (2001)) <p>Ziele der Maßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schaffung (Widererlangung) dauerhafter oberflächennaher Grundwasserstände (≤ 10 cm unter GOK) und/oder Überstau zur Minimierung des Kohlenstoffabbaus und ggf. auch Schaffung einer aktiven Kohlenstoffsенке • Erreichung einer maximalen Verdunstung (Bodenkühlleistung) durch ganzjährig hohe Wasserstände und natürliche Niedermoorvegetationsbestände <p>Hintergrund:</p> <p>Die Tab. 1 zeigt, dass nicht entwässerte Niedermoore eine Kohlenstoffsенке darstellen. CO_2 wird aufgenommen und festgelegt, gleichzeitig lassen aber anaerobe Abbauprozesse Methan entstehen. Insgesamt wird das globale Treibhauspotential der Niedermoorstandorte gegen Null bilanziert (vgl. Tab. 1). Bei Entwässerung und Nutzung dieser Standorte werden diese Kohlenstoffvorräte in die Atmosphäre freigesetzt. Wird neben dem natürlichen Stickstoffgehalt auf genutzten Moorböden zusätzlich Stickstoff durch Düngung eingetragen, entsteht neben CO_2 auch Lachgas (N_2O) (SRU 2012).</p> <p>Durch die ganzjährig hohen Grundwasserstände wird bei einem Erlenwald eine maximale Verdunstung (Bodenkühlleistung) auf Niedermoorböden erreicht. Dann folgen die Nutzungen Fichtenwälder und Großseggenriedbestände und mit Abstand die Nutzungen Wiese, Kleinseggen-Ried, Weide, Brache und wiederum mit größerem Abstand Acker (Edom 2001).</p>

Tab. 1: Emissionsfaktoren für Niedermoorstandorte^{a)}, globales Treibhauspotenzial auf der Basis von 500 Jahren (Quelle: Höper 2007)

Nutzung	CO ₂ ^{b)} [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	CH ₄ [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	N ₂ O [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	Gesamt [kg C-Äquiv. ha ⁻¹ a ⁻¹]
naturnah	-460	236	0	101
extensiv / ungenutzt	4.000	-0,3	6	4.415
Grünland	4.600	-0,3	14	5.618
Acker	11.200	-0,2	8	11.809
Forst	4.600	-0,2	2	4.746

^{a)} Mediane umfangreiche Datensammlung (vgl. Höper 2007)

^{b)} Netto-CO₂-Freisetzung. Die DOC-Auswaschung wurde nicht einbezogen und wird damit als CO₂-Emission betrachtet.

Welche Einzelmaßnahmen zur Reduzierung oder Aufgaben der landwirtschaftlichen Drainagen eingesetzt und welche Zielwasserstände erreicht werden können muss standortindividuell festgelegt werden und ist stark abhängig von:

- der Durchlässigkeit des obersten Grundwasserleiters und die Einbindung der Gräben in den Grundwasserleiter und damit die Reichweite von Gräben und Dränagen. Dies hängt ab vom Substrattyp der Niedermoore (flachgründig mulde- oder ortsteinunterlagert, flachgründig sandunterlagert, tiefgründige Standorte)
- der Größe und Lage des wiedervernässbaren Gebietes. Je größer desto einfacher ist in der Regel eine Wiedervernässung durchzuführen, da als ein zentrales Problem die Beeinträchtigung benachbarter Flächen angesehen wird.
- den klimatischen Bedingungen
- dem Relief
- und den bereits erfolgte Gefügeschäden am Torf

Bereits bei mittleren Grundwasserständen (≤ 10 cm unter GOK) ist von einem deutlichen Abbau organischer Substanzen auszugehen. Maximale Abbauraten werden bei Grundwasserständen zwischen 60 - 90 cm unter GOK ermittelt, da dann durch den noch hohen Kapilaraufstieg auch während witterungsbedingter Trockenzeiten eine ungebremste Mineralisation erfolgen kann (Mundel 1976, Höper 2007).

Die durch das abgesenkte Grundwasser erfolgenden jährlichen Höhenverluste der Geländeoberfläche (durch Sackung, Schrumpfung und Torfmineralisation) von 20 bis 30 mm a⁻¹ unter Ackernutzung und rund 10 mm a⁻¹ unter Grünlandnutzung (Eggelsmann 1990, aus: Scheffer 1994) bedingen, dass die Landwirtschaft bereits nach wenigen Jahren der Niedermoorernutzung eine erneute Grundwasseransenkung fordert oder durchführt (= Teufelskreis eines nicht nachhaltigen Landnutzungssystem) bis die Niedermoore vollständig verschwunden sind.

Generell ist zu beachten, dass im Bereich der Moorböden Maßnahmen zur Emissionsreduktion erst mit zeitlichem Vollzug greifen. Bedingt durch den Ablauf biotischer Prozesse kann es einige Jahre nach den Renaturierungsmaßnahmen noch zu - aus Klimaschutzsicht - suboptimalen Entwicklungen (CH₄-Emissionen) kommen (SRU 2012).

Schwerpunkte der Moorverbreitung liegen in der norddeutschen Tiefebene (78 %) und im Alpenvorland (20 %) (2011). Etwa 76,3 % der ehem. Moorflächen zählen zu den Niedermooren (Jensen et al. 2011). Nach Angaben der Nationalen Berichtserstattung (NIR 2010) umfasst die Moorfläche 1.800.000 ha.

Die größte Vielfalt an Niedermoorarten entstand in den Jungmoränengebieten des norddeutschen Tieflandes und im Alpenvorland. Die hierfür typischen Quell-, Durchströmungs-, Verlandungs- und Kesselmoore treten vor allem in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein auf (Jensen et al. 2011). Einen zweiten Schwerpunkt gibt es im voralpinen Hügel- und moorland Bayerns. Hier existieren auch noch größere, wachsende Plateau-, Durchströmungs-, Hang- und Verlandungsmoore (Ringler & Dingler 2005, aus Jensen 2011).

Maßnahme zählt zum

vorsorgenden Bodenschutz		nachsorgenden Bodenschutz	x
--------------------------	--	---------------------------	---

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)							
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)							Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre							2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre							2
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse							2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)							Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							2
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen							-1
<ul style="list-style-type: none"> • Rohstofflager Torf + Erholung positiv • Land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Siedlungsnutzung sowie wirtschaftliche Nutzungen negativ 							
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luft-qualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM²⁾
Flächenhafte Einstel-lung der Entwässerung	0	2	2	1	2	-2	0,8
Grabenanstau, -einstau, oder -überstau	0	2	1	0	1	-1	0,5
Überrieselung	0	2	1	0	1	-1	0,5
Unterbrechung Drainagen	0	1	1	0	0	-1	0,2
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,5
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Bodenkarten (mindestens ≤ 1:10:000)							2
b) durch Moorkarten							2
c) durch Niedermoorsystemanalysen							1
d) durch Genehmigungsanträge, erteilte Genehmigungen nach dem WHG							1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,5
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Bodenkarten							0
b) Moorkarten							0
c) Grundwasserstandsmessungen							0
d) Niedermoorsystemanalysen							0

e) Genehmigungsanträge oder erteilte Genehmigungen nach WHG	0,5
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung	0,1
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar	Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandmessungen	1
b) durch Niedermoorsystemanalysen	1
c) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)	1
d) durch Vegetationskartierung	1
e) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden	2
f) durch Ermittlung/Berechnung der CO ₂ -Äquivalentfreisetzung (Zertifikate)	-1
g) durch Berechnung der Ökosystemleitung Bodenkühlung in Energieäquivalenten	1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar	0,9
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandmessungen	0
b) durch Niedermoorsystemanalysen	0
c) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)	0,5
d) durch Vegetationskartierung	0
e) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden	0
f) durch Ermittlung/Berechnung der CO ₂ -Äquivalentfreisetzung (Zertifikate)	0
g) durch Berechnung der Ökosystemleitung Bodenkühlung in Energieäquivalenten	-0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar	0
Überwachung der Maßnahme möglich	Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandsmessungen	1
b) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)	1
c) durch Vegetationskartierungen	1
d) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden	2
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	1,3
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	Bewertung¹⁾
a) durch Grundwasserstandsmessungen	0
b) durch Pegelmessungen (Oberflächengewässer)	0,5
c) durch Vegetationskartierung	0
d) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0,1

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2

Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	(x)
Grundstücksbesitzer	
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	
Naturschutz	x
Raumplanung	x
Landschaftsplanung	
Stadtplanung	
Bauamt	
Landwirtschaftskammern	x
Wirtschaft	x
Verkehr	
Tourismus/Erholung	x
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	x
Wasser- und Bodenverbände	x
Naturschutzverbände	x
Landwirtschaftsverbände	x

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

Dietrich, O.; J. Blankenburg, R. Dannowski, H. H. Hennings (2001): Vernässungsstrategien für verschiedene Standortverhältnisse. In: Kratz, Pfadenhauer [Hrsg.]. (2001).

Ökosystemmanagement für Niedermoore: Strategien und Verfahren zur Rekultivierung. Stuttgart: Ulmer, 53-57.

Edom, F. (2001): Moorlandschaften aus hydrologischer Sicht. In Succow & Joosten (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, E. Schweizerbartsch'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.

Höper, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 37: 85-116.

Jensen, R.; L. Landgraf; U. Lenschow, B. Paterak, T. Permien, U. Schiefelbein, U. Sorg, j. Thormann, M. Trepel, T. Wälter, H. Wreesmann, M. Ziebarth (2011): Positionspapier: Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz – Gemeinsame Position der

Länderfachbehörden von Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame_position.pdf (21.02.2012).

Mundel, G., 1976: Untersuchungen zur Torfmineralisation in Nieder-mooren. - Archiv Acker-, Pflanzenbau und Bodenkunde. H. 10, 20: 669-679.

NIR (2010): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2010 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2008.

Ringler, A.; B. Dingler (Baerb. 2005): Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK) – Moortypen in Bayern, Hrsg. BayLfU, Schriftenreihe Heft 180.

Scheffer, B. (1994): Zur Stoffdynamik von Niedermooren. NNA-Bericht 2/94: 67-73.

SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Kapitel 7: Moorböden als Kohlenstoffspeicher. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU).

Succow & Joosten (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.

Maßnahmensteckbrief H3_M4

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Bestandssicherung und Regeneration von Kleinmooren			
Einzelmaßnahme, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahme			
<p>Geeignete Einzelmaßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausreichend große Graslandstreifen oder Gehölzsäumen zwischen Nutzflächen und Kleinmooren • Maßnahme / Maßnahmengruppe H1_M6 und H2_M3 <p>Die Moorrevitalisierung sollte entsprechend der jeweiligen Schwerpunktsetzung der Bundesländer zur dauerhaften Sicherung der gesamten Vielfalt an Moortypen beitragen (Jensen et al. 2011).</p> <p>Ziel der Einzelmaßnahme:</p> <p>Ziel ist es, insbesondere kleine Moore wie Kesselmoore, Hangmoore oder Versumpfungsmoore vor schädlichen Nährstoffeinflüssen, Pflanzenbehandlungsmitteln und größeren Feststoffeintragen durch Bodenerosion aus der umgebenden Landschaft zu schützen.</p> <p>Hintergrund:</p> <p>Insbesondere Moore in der Ackerlandschaft oder bei Kahlschlägen in der Moorumgebung bei Forsten (Succow & Joosten 2001) sind dabei betroffen. Dadurch bleiben die klimarelevanten Bodeneigenschaften, hier insbesondere die Kohlenstoff- und Wasserspeicherfunktionen, aber auch die Kühlleistung erhalten.</p> <p>Generell ist zu beachten, dass im Bereich der Moorböden Maßnahmen zur Emissionsreduktion erst mit zeitlichem Vollzug greifen. Bedingt durch den Ablauf biotischer Prozesse kann es einige Jahre nach den Renaturierungsmaßnahmen noch zu - aus Klimaschutzsicht - suboptimalen Entwicklungen (CH₄-Emissionen) kommen (SRU 2012).</p>			
Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)	
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)	Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre	2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre	2
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse	2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)	Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen	2
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: Erholung positiv; Land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Siedlungsnutzung sowie wirtschaftliche Nutzungen negativ	-1
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)	
Einzelmaßnahme	Bewertung¹⁾

	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾
Graslandstreifen oder Gehölzsaum	0	2	2	0	1	-1	1,2
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							1,2
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmenggebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Bodenkarten (1:5.000 - 1:10:000), möglichst in Verbindung mit Erosions- und Abschwemmungsgefährdung							2
b) durch Moorkarten (1:5.000 - 1:10:000) , möglichst in Verbindung mit Erosions- und Abschwemmungsgefährdung							2
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							2
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmenggebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Bodenkarten (1:5.000 - 1:10:000)							0
b) Moorkarten (1:5.000 - 1:10:000)							0
c) Erosions- und Abschwemmungsgefährdung (1:5.000 - 1:10:000)							0
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch fortlaufend aktualisierte Vegetationskartierung							1
b) durch fortlaufend aktualisierte Landnutzungsdaten (1:5.000 - 1:10:000)							1
c) durch Besichtigung/Begehung während trockener und nach erosiven Witterungsperioden							2
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							1,3
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch fortlaufend aktualisierte Vegetationskartierung							0
b) durch fortlaufend aktualisierte Landnutzungsdaten (1:5.000 - 1:10:000)							0
c) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden							0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar							0
Überwachung der Maßnahme möglich							Bewertung¹⁾
a) durch fortlaufend aktualisierte Vegetationskartierung							1
b) durch fortlaufend aktualisierte Landnutzungsdaten (1:5.000 - 1:10:000)							1
c) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden							2
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich							1,3
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch fortlaufend aktualisierte Vegetationskartierung							0
b) durch fortlaufend aktualisierte Landnutzungsdaten (1:5.000 - 1:10:000)							0
c) durch Besichtigung/Begehung während trockener Witterungsperioden							0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar							0

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾

• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	(x)
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	
Naturschutz	x
Raumplanung	(x)
Landschaftsplanung	x
Stadtplanung	
Landwirtschaftskammern	x
Bauamt	
Wirtschaft	
Verkehr	
Tourismus/Erholung	x
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	x
Wasser- und Bodenverbände	x
Naturschutzverbände	x
Landwirtschaftsverbände	x

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

Jensen, R.; L. Landgraf; U. Lenschow, B. Paterak, T. Permien, U. Schiefelbein, U. Sorg, j. Thormann, M. Trepel, T. Wälter, H. Wreesmann, M. Ziebarth (2011): Positionspapier: Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz – Gemeinsame Position der Länderfachbehörden von Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame_position.pdf (21.02.2012).

NIR (2010): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2010 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2008.

Ringler, A.; B. Dingler (Baerb. 2005): Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK) – Moortypen in Bayern, Hrsg. BayLfU, Schriftenreihe Heft 180.

Scheffer, B. (1994): Zur Stoffdynamik von Niedermooren. NNA-Bericht 2/94: 67-73.

SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Kapitel 7: Moorböden als Kohlenstoffspeicher. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU).

Succow & Joosten (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.

Maßnahmensteckbrief H3_M5

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Flurgestaltung zum Erosionsschutz der Böden gegen Wind			
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Maßnahmengruppe			
<p>Geeignete Einzelmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Je nach Hauptwindrichtung zu relevanten Jahreszeiten die Flur im Rahmen der Flurneuordnung verändern (Flurgestaltung). • Windschutzstreifen außerhalb der landwirtschaftlichen Flächen, z.B. an Straßen, Wegen und Gräben und als Saumbiotope (Feldraine, Gewässerrandstreifen). Die Zonen reduzierter Windgeschwindigkeiten bewegen sich um das 5fache der Wuchshöhe für die Luv-Seite und das 25fache der Wuchshöhe für die Lee-Seite. Windschutzstreifen bedürfen für eine optimale Wirkungsentfaltung der Pflege. • Windschutzzäune (haben in mitteleuropäischen Agrarlandschaften bisher keine Bedeutung) <p>Ziel der Einzelmaßnahmen: Bei den genannten Maßnahmen ist das Ziel die Reduktion der Erosionskraft des Windes.</p> <p>Hintergrund: Durch die Anlage von Windschutzhecken und der Verkürzung der Nutzungslängen in der relevanten Hauptwindrichtung wird die Rauigkeit der Oberflächen erhöht und somit die Windgeschwindigkeit in Bodenähe abgebremst. Dadurch wird die Häufigkeit und Stärke auftretender winderosiver Witterungsbedingungen reduziert. Im Fall von Erosionsereignissen verbleiben zudem größere Bodenmengen auf den Freisetzungsfächen.</p>			
Maßnahme zählt zum⁵⁾			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)	
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)	Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre	1
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre	0
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse	2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)	Bewertung¹⁾
a) Erhaltung und ggf. Verbesserung der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: durch Rückhalt der org. Substanz und der feinen, verwehbaren Mineralbodenpartikel auf der Fläche liegt ein besserer Wasser- und Nährstoffhaushalt sowie eine bessere Filter-, Puffer- und Speicherkapazität der Böden vor. Auch die Lebensraumfunktion für Menschen, Pflanzen, Tiere und Bodenorganismen außerhalb der Ackerflächen verbessert sich deutlich, da dort Wohngebiete und -innenräume sowie die Böden und Gewässer weniger mit Feinstäuben, und an Stäuben haftende Nährstoffeinträgen (Eutrophierung) und Pflanzenbehandlungsmitteln (Herbizide und Insektizide) befrachtet werden.	1

b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: Positiv bessere Wasser- und Nährstoffversorgung der Pflanze sowie Bodenstruktur durch Rückhalt org. Substanz + feiner Mineralbodenpartikel, geringere Schäden auf dem Feld durch Saatgutverlagerung, Abschleif, Entwurzelung und Überdeckung an den Pflanzen sowie Verlust an Nährstoffen und Pflanzenbehandlungsmitteln; geringer Schäden außerhalb des Feldes durch Verschmutzung und ggf. Räumungskosten von Verkehrswegen, Gräben und Oberflächengewässern. Erhalt des Pflughorizonts, geringere Erosionsempfindlichkeit, Negativ sind höhere Feldbearbeitungskosten durch geringere Feldlängen							1 / -1
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾
Windschutzhecken	1	2	1	2	2	1	1,5
Verkürzung von Nutzungslängen	1	1	1	2	1	1/-1	1
Nutzung quer zur Hauptwindrichtung	1	0	1	2	0	1	0,8
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							1,1
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) durch vorhandenen Karten zur Winderosionsgefährdung							2
b) durch Anwendung praxisnaher Winderosionsmodelle							2
c) durch visuelle Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort, gegebenenfalls auch Unfall- und Presseberichte							2
d) Einsatz / Auswertungen der bestehenden Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM ₁₀) hinsichtlich Korrelationen mit winderosionsgefährlichen Witterungsbedingungen							1
e) durch Feldmessungen							-1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,2
Daten zur räumliche Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Karten der Winderosionsempfindlichkeit							1
<ul style="list-style-type: none"> • Bundesweit in Bearbeitung im Bodenatlas Deutschland 1:1.000.000 (BGR), Ende 2012 verfügbar • Landesweite Karten/Daten verfügbar durch Cross-Compliance in Niedersachsen, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, überwiegend wird nach DIN 19706 (2004) bewertet. (Genauere/vollständige Angaben erfolgen erst für priorisierte Steckbriefe.)							1
b) Daten für Winderosionsmodelle aus Feldmessungen							0,5
c) Daten visueller Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort, gegebenenfalls auch Unfall- und Presseberichte							0
d) Datenauswertungen bestehender Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM10) hinsichtlich Korrelationen mit winderosionsgefährlichen Witterungsbedingungen							0
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,5
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Anwendung praxisnaher Winderosionsmodelle							2

b) Auswertungen der Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM10, vgl. oben). Monitoring größerer Maßnahmengebiete möglich. Die Wirkung einzelner Maßnahmen ist so nicht messbar	1
c) Einsatz von passiven Sedimentfallen am Freisetzungsort (Monitoring)	1
d) durch visuelle Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort während/nach Witterungsbedingungen die Verwehung begünstigen, gegebenenfalls auch Unfallberichte, Presse	1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar	1,3
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	Bewertung¹⁾
a) durch Anwendung praxisnaher Winderosionsmodelle	0,5
b) Auswertungen der Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM10, vgl. oben). Monitoring großer Maßnahnumsetzungen in Maßnahmengebieten möglich. Die Wirkung einzelner Maßnahmen ist so nicht messbar.	1
c) Einsatz von passiven Sedimentfallen am Freisetzungsort (Monitoring)	0
d) durch visuelle Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort während/nach Witterungsbedingungen die Verwehung begünstigen, gegebenenfalls auch Unfallberichte, Presse	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar	0,4
Überwachung der Maßnahme möglich	Bewertung¹⁾
a) durch Anwendung praxisnaher Winderosionsmodelle	0
b) Auswertungen der Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM10, (Monitoring) vgl. oben)	1
c) Einsatz von passiven Sedimentfallen am Freisetzungsort (Monitoring)	1
d) durch visuelle Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort während/nach Witterungsbedingungen die Verwehung begünstigen, gegebenenfalls auch Unfallberichte	2
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	1
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	
a) Auswertungen der Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM10, (Monitoring) vgl. oben)	1
b) Einsatz von passiven Sedimentfallen am Freisetzungsort (Monitoring)	-0,5
c) durch visuelle Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort während/nach Witterungsbedingungen die Verwehung begünstigen, gegebenenfalls auch Unfallberichte	-0,5
d) durch Anwendung praxisnaher Winderosionsmodelle	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Klimaanpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1

Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	(x)
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	
Bodenschutz	x
Wasserschutz	
Luftreinhaltung	x
Naturschutz	x
Raumplanung	x
Landschaftsplanung	x
Stadtplanung	
Bauamt	
Landwirtschaftskammern	x
Wirtschaft	
Verkehr	x
Tourismus/Erholung	
Verbände/Vereine	
Wasserverbände	
Wasser- und Bodenverbände	
Naturschutzverbände	x
Landwirtschaftsverbände	

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

BMVEL – Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2002): Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion.

DIN 19706 (2004): Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wind.

Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (DirektZahlVerpflV) (2004): Verordnung über die Grundsätze der Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand.

HASSENPFLUG, W. (2004): Schutz vor Winderosion. In: Handbuch des Bodenschutzes (2004). Blume, H.-P. (Hrsg.).

LLUR – Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2011): Winderosion in Schleswig-Holstein. Kenntnisse und Erfahrungen über Bodenverwehungen und Windschutz, Kronshagen (Schriftenreihe LLUR SH – Geologie und Boden 15), <http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=winderosion%20in%20schleswig-holstein&source=web&cd=1&ved=0CE8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fliteratur.vti.bund.de%2Fdi>

gib_extern%2Fdn050015.pdf&ei=HNzET573D4bysgbpndTXCg&usg=AFQjCNH5czMDBM2bV9V8kkdX08CrEmQUIA&cad=rja

LFB (2009): Erosionsgefährdung auf Ackerflächen – gesetzliche Vorgaben und freiwillige Möglichkeiten. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg Vorpommern. Fachinformation (BS-CC-09-01) der zuständigen Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung.

LFB (2010): Bodenerosion durch Wind – Entstehen, Prozess, Auftreten, Schäden, Schutzmaßnahmen - . Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg Vorpommern. Fachinformation (BS-Wind-10-07) der zuständigen Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung.

Scheffer & Schachtschabel (2002): Lehrbuch der Bodenkunde.

Maßnahmensteckbrief H3_M6

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Bodenbewirtschaftung zum Erosionsschutz der Böden gegen Wind
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Maßnahmengruppe
<p>Geeignete Einzelmaßnahmen in dieser Maßnahmengruppe: Zeitliche und räumliche Erhöhung/Erhaltung der schützenden Bodenbedeckung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bodenbearbeitung quer zur Hauptwindrichtung • Auswahl von Fruchtarten mit geringen vegetationslosen Brachzeiten, mit einem schnellen Feldaufgang und zügigen Bestandsschluss (= Verminderung Hackfruchtanteil) • Verkürzung großer einheitlich bestellter Schlaglängen durch Streifeneinsaaten von erosionsmindernden Kulturen quer zur Hauptwindrichtung (2,5 m Gras- oder Getreidestreifen in Abständen < 100 m, Getreideeinsaat in Einzel- oder Doppelreihen in z.B. Mais in Abständen < 50 m. • Streifenanbau (30-50 m im Wechsel erosionsmindernde und -fördernde Fruchtarten) • Zwischenfruchtanbau und Anbau von Untersaaten. • Ausweitung des mehrjährigen Ackerfutterbaus • Dauergrünland • Mulchsaat bzw. Direktsaat • Aufbringen von Bodenstabilisatoren (z.B. Grobkompost) • Verzicht auf Stoppelsturz in erosionsgefährdeten Zeiträumen • Nutzung der Strip-Till-Technologie vor allem bei der Maisbestellung <p>Erhaltung (Schaffung) einer erosionsmindernden Bodenstruktur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mulch- bzw. Direktsaat zum Erhalt einer rauen Oberfläche und Herabsetzung der Verdunstung • Nutzung der Strip-Till-Technologie vor allem bei der Maisbestellung • Verzicht auf Stoppelsturz in erosionsgefährdeten Zeiträumen • Vermeidung eines sehr feinkörnigen Saatbeets (u.a. Verzicht auf Anwalzen) • Einstellung optimale Humusgehalte und gute Kalkversorgung zur Gefügestabilisierung • Vermeidung von strukturzerstörenden Bodenbearbeitungsgängen • Reduzierung der Befahrungs- und Bearbeitungshäufigkeit • Kontrollierte Fahrwegnutzung <p>Erhaltung einer hohen Bodenoberflächenfeuchte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • durch Erhalt/Erhöhung der Wasserspeicherkapazität z.B. durch Erhalt und/oder Anhebung der Gehalte an org. Substanz (vgl. Steckbrief H2_M1, und H2_M2) oder Bodenabdeckung durch Pflanzen(-reste) oder Stallmist, Kompost usw. zur Sicherung des Zusammenhaltes der Bodenteilchen; • durch Wiederherstellung eines Grundwasseranschlusses (Kapillaraufstieg) auf ehemaligen hydromorphen Böden (Regelung der Vorflut). <p>Verminderung der Bodenabwehung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • durch die Einstellung mechanischer Einwirkungen auf abgetrocknete verwehungsanfällige Bodenoberflächen insbesondere während windstarker Perioden. <p>Ziele der Maßnahmengruppen: Die zeitliche und räumliche Erhöhung bzw. Erhaltung der schützenden Bodenbedeckung ist ein wesentliches Ziel.</p>

Daneben sollte auch die Erhaltung bzw. Schaffung einer erosionsmindernden Bodenstruktur sowie der Erhalt einer hohen Bodenoberflächenfeuchte erfüllt werden.

Hintergrund:
 Erosion durch Wind tritt besonders im Winter und im Frühjahr, auf nicht oder frisch bestellten Ackerflächen auf, die ohne ausreichenden Pflanzenbestand oder Mulchbedeckung vorliegen und oberflächlich abgetrocknet sind. Gefährdet sind insbesondere im späten Frühjahr Mais und Zuckerrübenflächen mit einem feinkörnigen Saatbett sowie spät bestellte Sommergetreidefläche und feinkrümelige Rapsaussaaf Flächen.
 Auch die Winderodierbarkeit ackerbaulich genutzter Moorböden ist grundsätzlich als sehr hoch einzustufen, ebenso wie Heide- und Sandmischkulturen. Daneben sind vor allem Böden mit hohen Feinsandanteilen sowie Anmoore betroffen.
 Das Risiko der Winderosionsgefährdung nimmt bereits ab einer Bodenbedeckung > 25 % deutlich ab (BMVEL (2002). Durch mechanische Einwirkungen auf trockene Oberflächen werden auch direkt Stäube von den Ackerflächen freigesetzt. Besonders hohe Bodenabwehungen treten auf, wenn abgetrocknete verwehungsanfällige Böden während windstarker Perioden mechanisch beansprucht werden (Schäfer et al. 1994). Neben den Bodeneigenschaften und den Windgeschwindigkeiten nimmt auch die Fahrgeschwindigkeit, die Anzahl der Räder und das Gewicht des Fahrzeugs Einfluss auf die Höhe des Staubaustrags (VDI- RICHTLINIE 3790, BL. 3 (1999). Oberflächlich stark ausgetrocknete verwehungsanfällige unbedeckte Böden sollten daher, vor allem während windstarker Perioden, nicht befahren werden.

Maßnahme zählt zum⁵⁾			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)		
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)		Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre		0
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre		0
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse		2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)		Bewertung¹⁾
a) Erhaltung und ggf. Verbesserung der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Gute Gefügestruktur (erfordert org. Substanz und Bodenleben) wirkt positiv auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt und auf die Lebensraumfunktion für Bodenorganismen, Tiere und Pflanzen. Eine Bodenbedeckung wirkt direkt positiv auf die Menge an org. Substanz und die Lebensraumfunktion für Bodenorganismen, Pflanzen und Tiere und den Wasserhaushalt aus. Indirekt vermindert eine Bodenbedeckung den Staub- und Pflanzenbehandlungsmittelaustrag in die untere Atmosphäre (= Lebensraum Mensch, Tiere, Pflanzen).		1
b) Verbesserung / Erhaltung der Nutzungsfunktionen Stichworte: Gute Gefügestruktur verbessert das Saatbett, die Befahrbarkeit und die nutzbaren Wassergehalte und vermindert Schäden auf dem Feld durch Saatgutverlagerung, Abschliff, Entwurzelung und Überdeckung an den Pflanzen sowie Nährstoff- und Pflanzenbehandlungsmittelausträge und außerhalb des Feldes durch Verschmutzung und ggf. Räumungskosten von Verkehrswegen, Gräben und Oberflächengewässern sowie Nährstoffeinträge in Gewässer und Staub- und Pflanzenbehandlungsmittelausträge in die untere Atmosphäre (= verbesserte Siedlungsraumfunktion Mensch). Oberflächenfeuchte mindert die Abwehung durch Befahren		1

auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahmen	Bewertung ¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾
Bodenbedeckung	1	2	1	1	1	1	1,2
Bodenstruktur	1	2	1	1	0	1	1
Bodenoberflächenfeuchte	1	2	1	1	0	1	1
Witterungsangepasste mechanische Bodenbeanspruchung	1	1	1	1	0	0	0,7
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							1
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete möglich							Bewertung¹⁾
a) durch vorhandenen Karten zur Winderosionsgefährdung							2
b) durch Anwendung praxisnaher Winderosionsmodelle (z.B. DIN DIN 19706 (2004))							2
c) durch visuelle Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort, ggf. auch Unfall- und Presseberichte							2
d) durch Feldmessung							-1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,3
Daten zur räumliche Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							
a) Karten der Winderosionsempfindlichkeit							
<ul style="list-style-type: none"> • Bundesweit in Bearbeitung im Bodatlas Deutschland 1:1.000.000(BGR), Ende 2012 verfügbar • Landesweite Karten/Daten verfügbar durch Cross-Compliance (Niedersachsen, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, nach DIN 19706 (2004) . 							1
(Genauere/vollständige Angaben erfolgen erst für priorisierte Steckbriefe.)							1
b) Daten für Winderosionsmodelle							0,5
c) Daten visueller Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort, gegebenenfalls auch Unfall- und Presseberichte							0
d) Datenauswertungen bestehender Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM10) hinsichtlich Korrelationen mit winderosionsgefährlichen Witterungsbedingungen							0
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,5
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Anwendung praxisnaher Erosionsmodelle							2
b)) Auswertungen der Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM10, vgl. oben). Monitoring größerer Maßnahmengebiete möglich. Die Wirkung einzelner Maßnahmen ist so nicht messbar.							1
c) Einsatz von passiven Sedimentfallen							1
d) durch visuelle Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort während/nach Witterungsbedingungen die Verwehung begünstigen, gegebenenfalls auch Unfallberichte, Presse							1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							1,3
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch Anwendung praxisnaher Winderosionsmodelle							0,5

b) Auswertungen der Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM10, vgl. oben). Monitoring größer Maßnahmenumsetzungen in Maßnahmegebieten möglich. Die Wirkung einzelner Maßnahmen ist so nicht messbar.	1
c) Einsatz von passiven Sedimentfallen am Freisetzungsort (Monitoring)	0
d) durch visuelle Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort während/nach Witterungsbedingungen die Verwehung begünstigen, gegebenenfalls auch Unfallberichte, Presse	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar	0,4
Überwachung der Maßnahme möglich	Bewertung¹⁾
a) durch Anwendung praxisnaher Winderosionsmodelle	0
b) Auswertung der Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM10 (Monitoring))	1
c) Einsatz von passiven Sedimentfallen am Freisetzungsort (Monitoring)	1
d) durch visuelle Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort während/nach Witterungsbedingungen die Verwehung begünstigen, gegebenenfalls auch Unfallberichte, Presse	2
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	1
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	
a) Auswertung der Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM10 (Monitoring))	1
b) Einsatz von passiven Sedimentfallen am Freisetzungsort (Monitoring)	-0,5
c) durch visuelle Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort während/nach Witterungsbedingungen die Verwehung begünstigen, gegebenenfalls auch Unfallberichte, Presse	-0,5
d) durch Anwendung praxisnaher Winderosionsmodelle	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Klimaanpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	0
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	(x)
Bauleiter	

Behörden(-bereiche)	
Bodenschutz	X
Wasserschutz	
Luftreinhaltung	X
Naturschutz	
Raumplanung	
Landschaftsplanung	X
Stadtplanung	
Bauamt	
Landwirtschaftskammern	
Wirtschaft	
Verkehr	X
Tourismus/Erholung	
Verbände/Vereine	
Wasserverbände	X
Wasser- und Bodenverbände	X
Naturschutzverbände	
Landwirtschaftsverbände	

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

BMVEL – Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2002): Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion.

DIN 19706 (2004): Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wind.

LFB (2009): Erosionsgefährdung auf Ackerflächen – gesetzliche Vorgaben und freiwillige Möglichkeiten. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg Vorpommern. Fachinformation (BS-CC-09-01) der zuständigen Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung.

LFB (2010): Bodenerosion durch Wind – Entstehen, Prozess, Auftreten, Schäden, Schutzmaßnahmen - . Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg Vorpommern. Fachinformation (BS-Wind-10-07) der zuständigen Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung.

SCHÄFER, W.; DÜWEL, O.; KRUSE, B. (Hrsg.) (1994): Winderosionsmessungen auf Kieselrotflächen. Freie Hansestadt Bremen. Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung.

SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (2002): Lehrbuch der Bodenkunde.

VDI- RICHTLINIE 3790, BL. 3 (1999): Umweltmeteorologie. Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Weißdruck.

Maßnahmensteckbrief H4_M1

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Forstwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen			
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Maßnahmengruppe			
<p>Geeignete Einzelmaßnahmen in dieser Maßnahmengruppe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revitalisierung von Waldmooren durch Anhebung der Wasserstände auf entwässerten Moorstandorte, z.B. durch Schließung oder Aufgabe von Drainagegräben. • Verminderung oder Einstellung der Entnahme von Waldrestholz (Baumkronen, Äste, nicht verkaufbare Stammteile) sowie Einstellung der Entnahme von anhängenden dünnen Zweigen und Laub zum Erhalt standortoptimierter Humusgehalte • Verzicht auf schwere Waldmaschinen wie Holzvollernter, da diese insbesondere unter ungünstigen Feuchteverhältnissen, wie sie hydromorphe Böden in der Regel aufweisen, extreme Bodenschäden verursachen (Bodenverdichtung, Strukturzerstörung und Wurzelschädigung). Einführung bodenschonender Holzernteverfahren (z.B. Seilkrantechnik) • Bestandsanpassung an Nassstandorten, d.h. bei Wiedervernässung und im Einzugsbereich von Feuchtwäldern und Waldmooren eine Erhöhung der Laubbaumanteile mit dem Ziel einer tieferen Durchwurzelung. Erlenwirtschaft auf geeigneten vernässten Niedermoorflächen. • Bestandsanpassung an veränderte Klimabedingungen: Begründung und Entwicklung von Mischbeständen; Beteiligung von Pionierbaumarten (z.B. Birke, Aspe, Kiefer), Beteiligung von Eiche und Douglasie sowie von Arten, die auf warm-trockene Standorte spezialisiert sind (z.B. Winterlinde, Robinie, Schwarzkiefer); Beschränken von Beständen aus Arten mit natürlichem Verbreitungsschwerpunkt in kühl-feuchten Regionen (Fichte) auf „sichere“ Standorte • Verzicht auf Aufforstungen auf entwässerten und nicht vernässbaren Moorboden • Aufgabe der forstlichen Nutzung in Waldmooren <p>Ziel der Maßnahmengruppe: Neben der Erhaltung und der Wiederherstellung der Kohlenstoffsinkenfunktion sowie des Wasserspeichervermögens ist es Ziel, die Wald- und Forststandorte robuster gegenüber Klimaextremen zu machen.</p> <p>Hintergrund: Forstlich genutzte Böden und naturnahe Waldböden speichern im Vergleich zu Böden unter anderem Nutzungsformen, sofern die organischen Auflagen in die Betrachtung einbezogen werden, häufig mehr organische Substanz (Kohlenstoff) und sind als Wasserspeicher und Pflanzenstandort besonders leistungsfähig bei der Kühlung der Atmosphäre (Ausnahme: Extremstandorte, forstliche Grenzstandorte). In den Wäldern Deutschlands sind etwa 2,5 Mrd. Tonnen Kohlenstoff gespeichert, mehr als die Hälfte davon im Waldboden (Hillmann & Zimmeck 2005). Besonders klimarelevant sind Waldmoore. Waldmoore fungieren als geringe CO₂-Senke und als schwache Methan- und Lachgasquellen (Byrne et al. 2004). Der oftmals mächtige Torfkörper der Waldmoore ist in der Lage große Mengen an Wasser zu speichern und in Perioden mit negativer Wasserbilanz wieder in die Umgebung abzugeben. Damit wirken Waldmoore stabilisierend auf den lokalen Wasserhaushalt und haben einen positiven Einfluss auf das Binnenklima.</p>			
Maßnahme zählt zum⁵⁾			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)							
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)							Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre							2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre							1
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse							2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)							Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							1
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: Siedlung und Erholung (positiv), Forstwirtschaftliche Nutzung (positiv durch Förderung der Robustheit/ Risikoverminderung; negativ durch Einstellung von Entwässerungsmaßnahmen oder Nutzungsaufgabe in Waldmooren)							1
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM²⁾
Reduzierung Entwässerungsmaßnahmen	0	2	2	0	1	-1	0,7
Verminderung Restholz-entnahme	0	2	1	0	0	0	0,5
Verzicht auf schwere Waldmaschinen	0	2	1	0	0	0	0,5
Bestandsanpassung Nassstandorte	0	2	2	0	1	0	0,8
Bestandsanpassung Klimaänderungen	0	2	1	0	1	0	0,7
Aufgabe forstlicher Nutzung in Waldmooren	0	2	2	0	1	-1	0,7
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,7
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Landnutzungsdaten (gesamte Waldfläche)							2
b) durch Forstliche Standortkarten (empfindliche Flächen, Entwässerungsmaßnahmen)							2
c) durch Erhebung der aktuellen Bestandszusammensetzung (für Bestandsanpassung)							1
d) durch Bodenkarten, Moorkarten (Nassstandorte, Waldmoore)							1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							1,5
Daten zur räumliche Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾

a) Landnutzungsdaten	1
b) Forstliche Standortkarten	1
c) Bestandskartierungen	0
d) Bodenkarten, Moorkarten und Grundwasserflurabstandskarten	0
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung	0,5
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar	Bewertung¹⁾
a) durch Humusbilanzierung	1
b) durch Humusgehaltsbestimmungen messbar	1
c) durch CO ₂ -Zertifikate oder Kühlleistungsberechnungen (Energieäquivalente monetarisierbar)	2
d) durch Bodenwassergehalte oder Penetrometer messbar	1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar	1,3
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	Bewertung¹⁾
a) Humusbilanzierung	0
b) Humusgehaltsbestimmungen (BZE Wald)	1
c) Ermittlung /Berechnung der CO ₂ - Äquivalentfreisetzung (Zertifikate)	0
d) Bodenwassergehalte oder Penetrometer	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar	0,3
Überwachung der Maßnahme möglich	Bewertung¹⁾
a) durch Humusbilanzierung	1
b) durch Humusgehaltsbestimmungen	1
c) durch fortlaufend aktualisierte Bestandskartierungen	-1
d) durch Bodenwassergehalte oder Penetrometer	1
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	0,5
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	Bewertung¹⁾
a) Humusbilanzierung	0
b) Humusgehaltsbestimmungen	1
c) fortlaufend aktualisierte Bestandskartierungen	0
d) Bodenwassergehalte oder Penetrometer	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0,3

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	
Forstwirte	x
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	
Naturschutz	x
Raumplanung	
Landschaftsplanung	x
Stadtplanung	
Bauamt	
Landwirtschaftskammern	
Wirtschaft	
Verkehr	
Tourismus/Erholung	x
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	
Wasser- und Bodenverbände	
Naturschutzverbände	x
Landwirtschaftsverbände	

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

aid (2007): Standortansprüche der wichtigsten Waldbaumarten. www.aid.de

Byrne, K. A. et al. (2004): EU-Peatlands: Current Carbon Stocks and Trace Gas Fluxes. Lund.

Hillmann, M. & W. Zimmeck (2005): Kohlenstoffspeicher Wald - Eine Chance für die deutsche Forstwirtschaft? Beitrag für die Landwirtschaftskammer Hannover. www.waldundklima.de

Maßnahmensteckbrief H5_M1

Maßnahme / Maßnahmengruppe

<p>Entsiegelung, Bodenneuaufbau und -verbesserung überprägter Böden im urbanen Raum</p>
<p>Einzelmaßnahmen, Ziele und Beschreibung der Maßnahmen</p>
<p>Geeignete Einzelmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bodenneuaufbau bei stark anthropogen überprägter Böden • Humusanreicherung (keine Streuabfuhr) • Bodenlockerung (z.B. rückschreitend mit dem Bagger und dann durch geeignete Tiefwurzler; durch Druckluftdruck, evtl. mit Einbringung von porösen, gebrannten Tonkügelchen) • Vermeidung von Verdichtungen • Grundwasseranhebung zur Schaffung eines Grundwasseranschlusses • Optimierung der Belüftung • Begrünung/ Bepflanzung der Flächen • Flächenentsiegelung <p>Ziele der Einzelmaßnahmen: Erhöhung der Bodenkühlleistung zur Minimierung der städtischen Hitzeinselbildung.</p> <p>Hintergrund: Durch Bodenneuaufbau und/oder Bodenverbesserungsmaßnahmen können einige anthropogen stark überprägte Böden und deutlich größere Mengen Wasser pflanzenverfügbar speichern und dadurch eine höhere potentielle Bodenkühlleistung zur Verfügung stellen (Damm et al. 2012, Höke et al. 2011a; Damm 2011; Lehmann et al. 2008). Die Kühlungsleistung der Böden liegt in ihrer Fähigkeit Wasser zu speichern und den Pflanzen zeitverzögert zur Verdunstung zur Verfügung zu stellen. Je mehr Wasser pflanzenverfügbar im Boden gespeichert werden kann, desto mehr Wasser steht den Pflanzen während trockener Witterungsphasen zur Verdunstung zur Verfügung. Die zur Verdunstung benötigte Energiemenge (= latente Wärme) wird nicht in die sog. fühlbare Wärme transformiert. Die Lufttemperatur wird daher durch die Verdunstung deutlich reduziert. So zeigen Klimamodellberechnungen für ein städtisches Quartier bis zu -5 K für einen feuchten Boden am Standort mit einer Abstrahlwirkung ins Umland von 25 m. Ein Boden mit geringer Feuchte führte zu Temperaturdifferenzen von +3 bis -1,5 K mit einer Abstrahlwirkung von 0-60 m (Dütemeyer & Kuttler 2011). Je weniger Wasser im Bodenwasserspeicher verfügbar ist, desto stärker reduzieren die Pflanzen ihre Verdunstung und desto stärker erwärmt sich die untere Atmosphäre. Gerade in den durch Überwärmung geprägten städtischen Räumen liegen nur noch äußerst selten naturnahe Böden vor. Überwiegend sind die Grünflächen in den städtischen Räumen durch Böden geprägt die aus Trümmer- und Bauschutt, Aschen oder anderen Ablagerungen gemischt mit dem natürlichen Bodenmaterial bestehen (Höke et al. 2011b, 2012). Diese Böden zeigen i.d.R. schlechte Kühlleistungen mit einem deutlichen Aufwertungspotential, da hier i.d.R. keine Kollision zum Bodenschutz besteht. Grünflächen in städtischen Verdichtungsräumen mit Hitzinselausbildungen sowie die Frischluftschneisen der Städte sind besonders geeignet für diese Maßnahmengruppe. Aber auch Innenhofböden und größere Grünflächen in Wohnanlagen und auch Gründächer können i.d.R. deutlich hinsichtlich ihrer Bodenkühlleistung aufgewertet werden. Von versiegelten Flächen verdunsten ca. 15-20 % der Jahresniederschlagsmenge, von einem optimierten gut bewachsenen Boden dagegen über 70 % und von einem Niedermoor können es auch deutlich über 100 % werden (Harlaß 2008, Höke 2012). Eine große Wirkung ist somit im urbanen Raum auch durch Entsiegelung zu erreichen. Verbesserungsmaßnahmen sind da sinnvoll, wo eine Bodentextur mit potentiell hoher Wasserspeicherkapazität vorliegt aber Bodendichten deutlich oberhalb und/oder die Humusgehalte deutlich unterhalb der naturstandorttypischen Werte liegen. Gerade eine gute Versorgung mit frischer organischer Substanz aktiviert ein gutes Bodenleben welches sich wiederum sehr positiv auf die Bodenstruktur und die Humusgehalte auswirkt und auch einer Verdichtung entgegenwirkt und diese auch aufheben kann.</p>

Bodenneuaufbau ist i.d.R. dort sinnvoll wo die Böden:

- hohe Grobbodenanteile mit Substraten aufweisen, die nicht gut Wasser speichern,
- sehr stark verdichtet sind und nicht durch Maßnahmen wie Bepflanzung mit Tiefwurzlern oder Luftdrucklanzen in akzeptabler Zeit gelockert werden kann,
- oder phytotoxische Wirkungen vermutet werden können,

und kein für die geplanten oder gegebenen Pflanzen erreichbarer Grundwasseranschluss gegeben ist.
 Der potentielle Kapillaraufstieg bei Grundwasseranschluss von Böden ist aber i.d.R. in jungen geschichteten Böden gemindert oder ganz unterbunden (Rück et al. 2009).
 Die Aufbringung von humosem Boden sollte nur bei Bodenneuaufbau erfolgen und dieser sich eng an den Aufbau leistungsstarker natürlicher Böden aus der Region orientieren.
 Einer Bodenoptimierung sollte immer eine Optimierung der Bepflanzung hinsichtlich einer maximalen Kühlleistung folgen (z.B. durch die Erschließung des gesamten Bodenwasserspeichers durch tief reichende Wurzeln).

Maßnahme zählt zum ⁵⁾			
vorsorgenden Bodenschutz		nachsorgenden Bodenschutz	x

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)							
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)							Bewertung ¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre							2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre							1
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse							2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)							Bewertung ¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							2
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: Erholung, sonstige öffentliche Nutzungen							2
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾
Entsiegelung	2	2	2	1	1	1	1,5
Bodenverbesserung	1	1	1	0	0	1	0,7
Bodenneuaufbau	2	1	2	0	1	1	1,2
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							1,1
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete möglich							Bewertung ¹⁾
a) durch Urbane Konzeptbodenkarten mit Erstellung einer Arbeitskarte ‚Potentielle Bodenkühlleistung‘							1

b) durch vorhandene Bohr- und Bodenkataster oder Gutachten der Kommunen	2
c) durch Bodenkartierung in z.B. Frischluftschneisen und Grünanlagen	1
d) durch Bodenoberflächenwärmemessungen	1
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung	1,3
Daten zur räumliche Verortung der Maßnahmenggebiete verfügbar und vergleichbar	Bewertung¹⁾
a) Daten zur Konzeptbodenkartenerstellung verfügbar (mit Erstellung einer Arbeitskarte ‚Potentielle Bodenkühlleistung‘)	0,5
b) durch vorhandene Bohr- und Bodenkataster oder Gutachten der Kommunen	0,5
c) durch Bodenkartierung in z.B. Frischluftschneisen und Grünanlagen	0
d) durch Bodenoberflächenwärmemessungen	0
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung	0,3
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar	Bewertung¹⁾
a) durch Anwendung praxisnaher Modellberechnungen	2
b) durch Lufttemperaturmessungen	1
c) durch Bodenfeuchtemessungen	1
d) durch Thermalscanbefliegungen	1
e) Maßnahme monetarisierbar (durch Energieäquivalente)	2
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar	1,4
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	Bewertung¹⁾
a) durch Lufttemperaturmessungen	1
b) durch Bodenfeuchtemessungen	-0,5
c) durch Thermalscanbefliegungen	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar	0,2
Überwachung der Maßnahme möglich	Bewertung¹⁾
a) durch Lufttemperaturmessungen	1
b) durch Bodenfeuchtemessungen	1
c) durch Thermalscanbefliegungen	1
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	1
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	
a) durch Lufttemperaturmessungen	1
b) durch Bodenfeuchtemessungen	-0,5
c) durch Thermalscanbefliegungen	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0,2

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2

Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,2
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
	Bewertung⁵⁾
Private / Halböffentliche	
Landwirte	
Forstwirte	
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	
Naturschutz	
Raumplanung	
Landschaftsplanung	x
Stadtplanung	x
Bauamt	
Landwirtschaftskammern	
Wirtschaft	
Verkehr	
Tourismus/Erholung	x
Verbände/Vereine	
Wasserverbände	x
Wasser- und Bodenverbände	x
Naturschutzverbände	
Landwirtschaftsverbände	

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

Damm, E. (2011): Erfassungs- und Optimierungsmöglichkeiten des Kühlpotenzials von Böden, dargestellt an ausgewählten Wohn- und Parkflächen der Stadt Bottrop. BSC-Arbeit. RWTH-Aachen / ahu AG Aachen.

Damm, E.; S. Höke; P. Doetsch (2012): Erfassung und Optimierungspotential der Kühlleistung von Böden dargestellt an ausgewählten Beispielflächen der Stadt Bottrop. Bodenschutz – Erhaltung, Nutzung und Wiederherstellung von Böden. Heft 3: 94-98).

Dütemeyer, D.; W. Kuttler (2011): Gegen die Hitze in Stadtquartieren. Kühle Luft und warme Böden. Vortrag E.4.3. Verbesserung des Stadtklimas. Session 3.2 im *dynaklim*-Symposium November 2011 (BMBF-Projekt *dynaklim* im Klimzug-Verbund).

Harlaß (2008): Verdunstung in bebauten Gebieten. Dissertation. Fakultät Bauingenieurwesen der Technischen Universität. Dresden.

- Höke, S., C. Kaufmann-Boll, S. Lazar (2011a): Entwicklung neuer Bodenmanagement-Strategien, Teil 1 im EU-Projekt URBAN SMS (Projekt- Nr. 6.56). WP6: Umweltauswirkungen der urbanen Bodeninanspruchnahme. Auftraggeber Stadt Stuttgart.
- Höke, S.; M. Denneborg; C. Kaufmann-Boll (2011b): Klimabedingte Veränderung des Bodenwasser- und Stoffhaushaltes und der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet der Emscher. *dynaklim*-Publikation Nr. 11.
- Höke, S.; M. Denneborg; C. Kaufmann-Boll (2012): Urbanes Bodeninformationssystem Emscherraum – eine Planungshilfe für die Wasserwirtschaft. Funktionen, Chancen und Risiken der Stadtböden im Klimawandel und Auswirkungen auf die Grundwasser- und Oberflächenwasserqualität. *dynaklim*-Teilprojekt in Bearbeitung.
- Lazar, S.; S. Höke, C. Kaufmann-Boll (2010): Entwicklung neuer Bodenmanagement-Strategien, Teil 1 im EU-Projekt URBAN SMS (Projekt- Nr. 6.56). WP6: Kompensationsmaßnahmen für Eingriffe in Böden. Auftraggeber Stadt Stuttgart.
- Lehmann, A.; S. David, K. Stahr (2008): Technique of Urban Soil Evaluation in City Regions – Eine Methode zur Bewertung natürlicher und anthropogen überformter Böden. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, Bd. 86, Universität Hohenheim. Stuttgart.
- Rück, F; von Dressler, H.; Höke, S.; Rolf, M.; Thierer, K.; David, S.; Schneider J. (2009): Funktionsbewertung urbaner Böden und planerische Umsetzung im Rahmen kommunaler Flächenschutzkonzeptionen. Endbericht. BMBF REFINA-Forschungsvorhaben, Förderkennzeichen 0330728.

Maßnahmensteckbrief H5_M2

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Bodenbewässerung im urbanen Raum			
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Maßnahmen			
<p>Geeignete Einzelmaßnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewässerung mit Roh- oder Trinkwasser • Bau von Speichern, z.B. Zisternen zur Bewässerung <p>Ziel der Einzelmaßnahme: Die Reduzierung der sommerlichen Spitzentemperaturen und Erhaltung von ‚kühleren‘ Erholungszonen in besonders überwärmten städtischen Räumen durch die Erhöhung der Bodenkühlleistung* durch Bewässerung.</p> <p>Hintergrund: Zisternen sind im Randbereich der umbauten innerstädtischen Grünflächen, die Regen speichern nötig, um für die trockeneren Phasen des Sommers gefüllt zu werden. Während der übrigen Jahreszeiten können die Zisternen zu Hochwasserschutz Zwecken eingesetzt werden, zur Entlastung der bestehenden Wasserableitungssysteme während Starkregen oder sehr lang anhaltenden Landregen. Welche Bewässerungsart bevorzugt wird (Unterflurbewässerung, nächtliche Flutung von Mulden, fest verlegte Rohre, offenes Grabensystem – mit Spielmöglichkeiten für Kinder) muss in Abhängigkeit der speziellen Gegebenheiten (Nutzergruppen und -zeiten, Bodenverhältnisse, weitere gestalterische Vorgaben, ökonomischen Betrachtungen der Bau- und Unterhaltungskosten, Risiken) erarbeitet werden. Neben den innerstädtischen Grünflächen kann auch eine Bewässerung von speziellen Gründächern und/oder Fassadenbepflanzungen während der Trocken- und Hitzezeiten zur Erhöhung der Kühlleistungen erfolgen.</p> <p>* Die Kühlleistung der Böden liegt in ihrer Fähigkeit Wasser zu speichern und den Pflanzen zeitverzögert zur Verdunstung zur Verfügung zu stellen. Je mehr Wasser pflanzenverfügbar im Boden gespeichert werden kann, desto mehr Wasser steht den Pflanzen während trockenerer Witterungsphasen zur Verdunstung zur Verfügung (Damm et al. 2012, Höke et al. 2011a und b; Damm 2011; Lehmann et al. 2008). Die zur Verdunstung benötigte Energiemenge (= latente Wärme) wird nicht in die sog. fühlbare Wärme transformiert. Die Lufttemperatur wird daher durch die Verdunstung deutlich reduziert. So zeigen Klimamodellberechnungen für ein städtisches Quartier bis zu -5 K für einen feuchten Boden am Standort mit einer Abstrahlwirkung ins Umland von ca. 25 m. Ein Boden mit geringer Feuchte führte zu Temperaturdifferenzen von +3 bis -1,5 K mit einer Abstrahlwirkung von ca. 0-60 m (Dütemeyer & Kuttler 2011). Je weniger Wasser im Bodenwasserspeicher verfügbar ist, desto stärker reduzieren die Pflanzen ihre Verdunstung und desto stärker erwärmt sich die untere Atmosphäre.</p>			
Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz		nachsorgenden Bodenschutz	x

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)	
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)	Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre	1
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre	0
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse	2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)	Bewertung¹⁾

a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							0
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: Siedlung und Erholung, sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen							2
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾						Wert EM ²⁾
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	
Bewässerung während hochsommerlicher Trockenphasen	2	1	0	0	0	0	0,5
Bewässerung öffentlicher Grünflächen während hochsommerlicher Trockenphasen (mit Zisternen)	2	1	0	0	0	2	0,8
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,7
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) Öffentliche innerstädtische Grünflächen in überhitzten städtischen Räumen							2
b) Dachgärten und Fassadenbegrünungen in überhitzten städtischen Räumen							2
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							2
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Klimatopkarten der Städte in Kombination mit Landnutzungsdaten							0,5
b) Thermalscans							0
c) Niederschlagsgebührenkataster (Gründächer, abgekoppelte Flächen)							0,5
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,3
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Anwendung praxisnaher Modellberechnungen							2
b) durch Lufttemperaturmessungen							1
c) durch Bodenfeuchtemessungen							1
d) durch Thermalscanbefliegungen							1
d) Maßnahme monetarisierbar (durch Energieäquivalente und Bewässerungskosten)							2
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							1,4
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch Lufttemperaturmessungen							1
b) durch Thermalscanbefliegungen							0
c) durch Bodenfeuchtemessungen							-0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar							0,2
Überwachung der Maßnahme möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Lufttemperaturmessungen							1
b) durch Thermalscansmessungen							1

c) durch Bodenfeuchtemessungen	1
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	1
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	
a) durch Lufttemperaturmessungen	1
b) durch Thermalscanbefliegungen	0
c) durch Bodenfeuchtemessungen	-0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0,2

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0,2
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,2
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	-1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	
Forstwirte	
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	
Naturschutz	
Raumplanung	
Landschaftsplanung	
Stadtplanung	x
Bauamt	
Landwirtschaftskammern	
Wirtschaft	
Verkehr	
Tourismus/Erholung	x
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾

Wasserverbände	X
Wasser- und Bodenverbände	X
Naturschutzverbände	
Landwirtschaftsverbände	

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

Damm, E. (2011): Erfassungs- und Optimierungsmöglichkeiten des Kühlungspotenzials von Böden, dargestellt an ausgewählten Wohn- und Parkflächen der Stadt Bottrop. BSC-Arbeit. RWTH-Aachen / ahu AG Aachen.

Damm, E.; S. Höke; P. Doetsch (2012): Erfassung und Optimierungspotential der Kühlleistung von Böden dargestellt an ausgewählten Beispielflächen der Stadt Bottrop. Bodenschutz – Erhaltung, Nutzung und Wiederherstellung von Böden. Heft 3: 94-98).

Dütemeyer, D.; W. Kuttler (2011): Gegen die Hitze in Stadtquartieren. Kühle Luft und warme Böden. Vortrag E.4.3. Verbesserung des Stadtklimas. Session 3.2 im *dynaklim*-Symposium November 2011 (BMBF-Projekt *dynaklim* im Klimzug-Verbund).

Höke, S., C. Kaufmann-Boll, S. Lazar (2011a): Entwicklung neuer Bodenmanagement-Strategien, Teil 1 im EU-Projekt URBAN SMS (Projekt- Nr. 6.56). WP6: Umweltauswirkungen der urbanen Bodeninanspruchnahme. Auftraggeber Stadt Stuttgart.

Höke, S.; M. Denneborg; C. Kaufmann-Boll (2011b): Klimabedingte Veränderung des Bodenwasser- und Stoffhaushaltes und der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet der Emscher. *dynaklim*-Publikation Nr. 11.

Lehmann, A.; S. David, K. Stahr (2008): Technique of Urban Soil Evaluation in City Regions – Eine Methode zur Bewertung natürlicher und anthropogen überformter Böden. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, Bd. 86, Universität Hohenheim. Stuttgart.

Maßnahmensteckbrief H5_M3

Maßnahme / Maßnahmengruppe

<p>Brachflächenrecyclings, der Rekultivierung und Renaturierung sowie der Umgestaltung von Park- und Grünanlagen mit Geländemodellierung</p>
<p>Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen</p>
<p>Geeignete Einzelmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlagen von Mulden- und Talstrukturen • ggf. Einbau überschüssiger humusreicher Bodenmaterialien • Begrünung/Bepflanzung, ggf. Erhöhung der Verdunstungsmenge durch geeignete Wasserpflanzen sowie Bäume und Sträucher • Flächenentsiegelung von Brachflächen <p>Ziele der Einzelmaßnahmen: Widerherstellung, Erhaltung oder Anlage von mulden- oder talartigen Landschafts- und Stadträumen (sowie einem ergänzenden Bodenneuaufbau und/oder Bodenverbesserungsmaßnahmen, vgl. Steckbrief H3_M1) als Voraussetzung für die Entwicklung kohlenstoffreicher und kühlleistungsstarker Böden.</p> <p>Hintergrund: Durch die Widerherstellung, Erhaltung oder Anlage von mulden- oder talartigen Landschafts- und Stadträumen (sowie einem ergänzenden Bodenneuaufbau und/oder Bodenverbesserungsmaßnahmen, vgl. Steckbrief H3_M1) können Böden auf Flächen, die saniert, rekultiviert oder renaturiert werden oder Park- und Grünflächen, die umgestaltet werden (können), größere Mengen pflanzenverfügbares Wasser (er)halten und dadurch eine höhere potentielle Bodenkühlleistung* zur Verfügung stellen (Damm et al. 2012, Höke et al. 2011a und b; Damm 2011; Lehmann et al. 2008).</p> <p>Auf den wiederherzustellenden Flächen liegen nur noch äußerst selten naturnahe Geländegestaltungen und Böden vor. Daher besteht in der Regel keine Kollision mit der Landschaftsbilderhaltung oder dem Bodenschutz. Gleiches gilt für viele Park- und Grünflächen. Gegebenenfalls müssen aber noch bestehende naturnahe Böden und bestehende Reste des Landschaftsbildes bewahrt bleiben und in der Planung berücksichtigt werden.</p> <p>Das Gelände wird nach der Sanierung, dem Gebäudeabriss oder anderer Nutzungsaufgaben oder -umwidmungen so modelliert, dass abfließendes Niederschlagswasser von höher gelegenen Geländebereichen (auch als Zwischenabfluss), von möglicherweise versiegelten Flächen, als auch von Unterflurabdichtungen (als Zwischenabfluss) in die dafür angelegten tiefer gelegene Geländebereiche geleitet wird. Diese Mulden- oder Talstrukturen werden so angelegt, dass die Böden dort große Mengen des zufließenden Wassers zwischenspeichern und in die Verdunstung bringen können. Auf diese Weise werden Räume geschaffen, die Speisungszuflüsse erhalten (wie ehemalige Niedermoorgebiete) und somit auch noch über zwischengespeichertes Wasser verfügen, wenn andernorts bereits Trockenheit herrscht. Gemeinsam mit einer entsprechenden Vegetationsgestaltung können so große Menge Niederschlagswasser in die Verdunstung gebracht werden und kühlen dadurch während Hitzeperioden die Umgebung oder stellen kühle Erholungs- oder Verkehrsräume (Fahrradfahrer und Fußgänger) dar. Zudem bringen diese Mulden und Talstrukturen Entlastung im Hochwassermanagement und können bei entsprechender Größe gegebenenfalls bei extremen Starkregenereignissen Infrastruktur schützen, indem sie dann eingestaut werden.</p> <p>Die Größe und Tiefe der Mulden und/oder talartigen Strukturen sollte sich an die Größe des zur Verfügung stehenden Geländes bzw. der anfallenden Wassermengen anpassen. So reicht z.B. oft eine Geländeeintiefung infrastrukturbegleitender Grünflächen von wenigen Dezimetern, um erhebliche zusätzliche Wassermengen aus der Umgebung aufnehmen zu können. Voraussetzung dafür sind aber eine gute Wasseraufnahme- und Wasserspeicherfähigkeit der Böden in diesen Mulden (keine Verdichtungen, mittlere bis hohe Humusgehalte, geringe Skelettgehalte, wenn Zierrasen - dann in der Nähe von Gehölzen, die mit ihren Wurzeln die Bodenräume unterhalb der Zierrasenwurzeln (i.d.R. nur 10-15 cm) erschließen und das dort gespeicherte Wasser entziehen, usw.).</p> <p>Die Verdunstungsmenge freier Wasserflächen kann durch Pflanzen (keine Teichrosen sondern Schilf, Binsen, Röhricht)</p>

sowie Bäume und Sträucher in Feuchtgebieten (hydromorphe Böden) noch übertrifft werden, sofern eine Wasserversorgung ohne Begrenzung zur Verfügung steht. Den Pflanzen steht über die umfangreiche Blattmasse (am besten Stockwerksbau, lockerer Bestand damit der Wind die feuchte kühle Luft gut abtransportieren kann) eine weitaus größere Verdunstungsfläche zur Verfügung, als sie eine (ebene) Wasserfläche aufweist (z.B. Harlaß 2008). Je nach geplantem Wasserzufluss lassen sich so auch Landschafts- oder Stadträume schaffen, in denen mit einer verstärkten Akkumulation organischer Substanzen in den Böden gerechnet werden kann (hoher Bestandsabfall und Anmoorbildungen). In diesen Senken können auch Überschüsse an humusreicheren Bodenmaterialien eingebaut werden, da solches Bodenmaterial gute Wasserspeicherqualitäten hat und die (ganzjährig) feuchten Bodenverhältnisse einen Abbau bremsen.

Böden, die große Mengen an Wasser pflanzenverfügbar speichern können, weisen i.d.R. auch ein hohes Retentionsvermögen für Schad- und Nährstoffe auf. So wird durch die Anlage von Mulden oder talartigen Geländestrukturen ein Retentionsraum für Schad- und Nährstoffe geschaffen, der auch wichtig ist für die Grundwasser- und Oberflächenwasserqualität.

Bodenentsiegelung trägt auch zum vorsorgenden Hochwasserschutz bei. Durch den Klimawandel nehmen die Starkregenereignisse zu. Gesunder Boden saugt das Regenwasser wie ein Schwamm auf. Ist er versiegelt kann das Regenwasser nicht versickern und es kommt zu einem verstärkten Oberflächenabfluss.

* Die Kühlungsleistung der Böden liegt in ihrer Fähigkeit Wasser zu speichern und den Pflanzen zeitverzögert zur Verdunstung zur Verfügung zu stellen. Je mehr Wasser pflanzenverfügbar im Boden gespeichert werden kann, desto mehr Wasser steht den Pflanzen während trockener Witterungsphasen zur Verdunstung zur Verfügung. Die zur Verdunstung benötigte Energiemenge (= latente Wärme) wird nicht in die sog. fühlbare Wärme transformiert. Die Lufttemperatur wird daher durch die Verdunstung deutlich reduziert. So zeigen Klimamodellberechnungen für ein städtisches Quartier bis zu -5 K für einen feuchten Boden am Standort mit einer Abstrahlwirkung ins Umland von 25 m. Ein Boden mit geringer Feuchte führte zu Temperaturdifferenzen von +3 bis -1,5 K mit einer Abstrahlwirkung von 0-60 m (Düttemeyer & Kuttler 2011). Je weniger Wasser im Bodenwasserspeicher verfügbar ist, desto stärker reduzieren die Pflanzen ihre Verdunstung und desto stärker erwärmt sich die untere Atmosphäre.

Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz		nachsorgenden Bodenschutz	x

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)							
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)							Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre							2
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre							1
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse							2
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)							Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							2
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: Siedlung und Erholung, sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen							1
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM ²⁾

Geländemodellierung zur Anlage von Mulden- und Talstrukturen	1	2	2	0	2	1	1,3
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							1,3
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) alle Flächen, die saniert, recycelt, rekultiviert oder renaturiert werden und noch keine Mulden- und/oder Talstrukturen zur Wasseraufnahme aufweisen							2
b) alle Park- und Grünflächen, die umgestaltet werden (können) und noch keine entsprechenden Mulden- und/oder Talstrukturen zur Wasseraufnahme aufweisen							2
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) Landnutzungsdaten (z.B. ATKIS) und Flächennutzungspläne gekoppelt mit Digitalen Geländemodellen für Park- und Grünflächen (enthalten teilweise Brachflächen)							1
b) Brachflächenkataster							0
c) Rohstoffabbaukarten							1
d) Bebauungsplanungsgebiete und landschaftspflegerische Begleitplanungsgebiete							1
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,8
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a) durch Anwendung praxisnaher Modellberechnungen der Kühlleistung, monetarisierbar durch Umrechnung in Energieäquivalente							2
b) durch Lufttemperaturmessungen							1
c) durch Bodenfeuchtemessungen							1
d) durch Thermalscanbefliegungen							1
e) durch Abflussmessungen (bei größeren Planungsgebieten)							1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							1,2
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) Praxisnahe Modellberechnungen der Kühlleistung							0,5
b) Lufttemperaturmessungen							1
c) Bodenfeuchtemessungen							-0,5
d) Thermalscanbefliegungen							0
e) Abflussmessungen (bei größeren Planungsgebieten)							0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar							0,2
Überwachung der Maßnahme möglich							Bewertung¹⁾
a) durch Lufttemperaturmessungen							1
b) durch Bodenfeuchtemessungen							1
c) durch Thermalscanbefliegungen							1
d) durch Abflussmessungen (bei größeren Planungsgebieten)							1
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich							1
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a) durch Lufttemperaturmessungen							1
b) durch Bodenfeuchtemessungen							-0,5
c) durch Thermalscanbefliegungen							0
d) durch Abflussmessungen							0

Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0,1
--	------------

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	
Forstwirte	x
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	x
Behörden(-bereiche)	
Bodenschutz	x
Wasserschutz	x
Luftreinhaltung	
Naturschutz	x
Raumplanung	x
Landschaftsplanung	x
Stadtplanung	x
Bauamt	x
Landwirtschaftskammern	
Wirtschaft	
Verkehr	
Tourismus/Erholung	x
Verbände/Vereine	
Wasserverbände	x
Wasser- und Bodenverbände	x
Naturschutzverbände	x
Landwirtschaftsverbände	

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

- Damm, E. (2011): Erfassungs- und Optimierungsmöglichkeiten des Kühlpotenzials von Böden, dargestellt an ausgewählten Wohn- und Parkflächen der Stadt Bottrop. BSC-Arbeit. RWTH-Aachen / ahu AG Aachen.
- Damm, E.; S. Höke; P. Doetsch (2012): Erfassung und Optimierungspotential der Kühlleistung von Böden dargestellt an ausgewählten Beispielflächen der Stadt Bottrop. Bodenschutz – Erhaltung, Nutzung und Wiederherstellung von Böden. Heft 3: 94-98).
- Dütemeyer, D.; W. Kuttler (2011): Gegen die Hitze in Stadtquartieren. Kühle Luft und warme Böden. Vortrag E.4.3. Verbesserung des Stadtklimas. Session 3.2 im *dynaklim*-Symposium November 2011 (BMBF-Projekt *dynaklim* im Klimzug-Verbund).
- Harlaß (2008): Verdunstung in bebauten Gebieten. Dissertation. Fakultät Bauingenieurwesen der Technischen Universität. Dresden.
- Höke, S., C. Kaufmann-Boll, S. Lazar (2011a): Entwicklung neuer Bodenmanagement-Strategien, Teil 1 im EU-Projekt URBAN SMS (Projekt- Nr. 6.56). WP6: Umweltauswirkungen der urbanen Bodeninanspruchnahme. Auftraggeber Stadt Stuttgart.
- Höke, S.; M. Denneborg; C. Kaufmann-Boll (2011b): Klimabedingte Veränderung des Bodenwasser- und Stoffhaushaltes und der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet der Emscher. *dynaklim*-Publikation Nr. 11.
- Lehmann, A.; S. David, K. Stahr (2008): Technique of Urban Soil Evaluation in City Regions – Eine Methode zur Bewertung natürlicher und anthropogen überformter Böden. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, Bd. 86, Universität Hohenheim. Stuttgart.

Maßnahmensteckbrief H5_M4

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Einstellung oder Reduzierung der Abfuhr der Bestandsabfälle aus Grünflächen			
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Maßnahmen			
<p>Geeignete Einzelmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlage von leichten Bodenmulden für Gehölze, in die das Laub im Herbst von den Wegen und Zierrasenflächen geharkt werden kann und wo es weitgehend verbleibt (windgeschützt) • Bedarfsgerechtes Rasenmähen, welches einen Schnittgutverbleib direkt auf dem Boden ermöglicht • Belassen von Bestandsabfällen am Standort (ggf. Zerkleinern größerer Komponenten) <p>Ziele der Einzelmaßnahmen: Ziel ist es, durch eine durchdachte, naturnahe Anlage und Pflege von Grünflächen und Gärten und eine humuserhaltende bzw. -aufbauende Bewirtschaftung möglichst hohe Humusgehalte in den Grünflächen und Gärten zu erreichen*. Dadurch steigen auch die Kühlleistungen an.</p> <p>Hintergrund: Alle Böden sind Kohlenstoffspeicher, wenn auch in sehr unterschiedlichem Umfang. Der maximale Kohlenstoffspeicherfunktion durch Humus in den Böden ist durch die standorttypischen Gehalte an Humus vorgegeben. Standorttypische Gehalte an organischer Substanz (Kohlenstoff) in den Böden können sich nur da ausbilden, wo die auf den Böden entstehende organische Substanz der Pflanzen anschließend weitgehend wieder in diese Böden gelangt oder entsprechende Mengen anderer organischer Materialien wieder zugeführt werden. Die häufige Praxis, den Grünschnitt vom Rasenmähen oder von Stauden- und Gehölzschnitten sowie den Laubfall abzufahren, führt zu einer deutlichen Verarmung der Böden an Humus und auch zu einer Minderung der Kühlleistung durch den fehlenden Wasserspeicher der org. Substanz. Darüber hinaus kommt es unter zur Ausbildung weiterer negativer Bodeneigenschaften, wie z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oberbodenverdichtung und Oberbodenstrukturverluste durch das eingeschränkte Bodenleben. Beides bewirkt geringere Wasserdurchlässigkeiten. Ein geringes Bodenleben bewirkt eine fehlende Bioporung der Böden. Die Bioporen sind gerade für die schnelle Wasseraufnahme bei Starkregen maßgeblich. Das häufige Mähen der Nutzrasenflächen führt zu sehr geringen Durchwurzelungstiefen (Wurzelfilzausbildung); • geringere Standortqualitäten für die Pflanzen durch erhöhte Krankheitsanfälligkeit, schlechtes Bodengefüge, Sauerstoffmangel; • je nach Bodenart besteht unter lückigen Nutzrasenbeständen hohe Verschlammungsgefahr mit Oberflächenabfluss oder stehendem Wasser; • geringere Robustheit gegen extreme Klimaereignisse (Trockenheit, Starkregen). <p>* Zum Erhalt bzw. zum Aufbau standorttypischer Gehalte an Humus kann auch z.B. Komposterde ausgebracht werden. Eine Abfuhr von Grünschnitt und eine dann später erfolgende Zufuhr von organischem Material mittels eines in der Regel erfolgenden LKW-Transport ist unwirtschaftlich und unökologisch. Auch werden gerade größere Bodentiere, die für die Zerkleinerung der Bestandsabfälle zuständig sind um ihre Nahrungsquellen gebracht.</p>			
Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)							
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)							Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre							1
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre							1
c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse							1
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)							Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen							1
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: Siedlung und Erholung, sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen							0
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)							
Einzelmaßnahme	Bewertung¹⁾						
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter	Wert EM²⁾
Einstellung / Reduzierung der Abfuhr von Bestandsabfällen	0	2	2	0	0	0	0,7
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,7
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit							
Räumliche Verortung der Maßnahmengebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾
a) öffentliche Grünflächen mit Streuabfuhr							2
b) Grünflächen größerer privater Grundstücksbesitzer/Gesellschaften mit Streuabfuhr							2
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							2
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmengebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾
a) durch Landnutzungsdaten und Informationen der jeweiligen Fachämter/Fachbetriebe der Kommunen							0,5
b) durch Landnutzungsdaten und Informationen der privaten Grundstücksbesitzer/Gesellschaften							0
c) durch Landnutzungsdaten							1
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							0,5
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾
a-c) durch Humusgehaltsschätzungen oder -messungen							1
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							1
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar							
a-c) durch Humusgehaltsschätzungen oder -messungen							-0,5
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar							-0,5
Überwachung der Maßnahme möglich							Bewertung¹⁾

a) durch Vorgaben zur Nichtabfuhr oder Minderung der Abfuhr der Streu aus den öffentlichen Grünanlagen und Überprüfung jährlicher Mengenbilanzen und Arbeitszeitplanungen, Belegen zur Anlieferung von org. Substanz im Kompostierungsanlagen usw.	2
b) in den privaten Grünanlagen	-1
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich	0,5
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar	
a) in den öffentlichen Grünflächen	0
b) in den privaten Grünflächen	0
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar	0

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2
• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0,2
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	
Forstwirte	
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	
Luftreinhaltung	
Naturschutz	
Raumplanung	
Landschaftsplanung	x
Stadtplanung	x
Bauamt	
Landwirtschaftskammern	
Wirtschaft	
Verkehr	

Tourismus/Erholung	
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	
Wasser- und Bodenverbände	
Naturschutzverbände	
Landwirtschaftsverbände	

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

Die Maßnahmen werden im Rahmen des Forschungsprojektes vorgeschlagen.

Maßnahmensteckbrief H5_M5

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Bodenschutz beim Bauen			
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen			
<p>Geeignete Einzelmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung der Notwendigkeit/Ziele der bodenschonenden Maßnahmen sowie der rechtlichen Hintergründe vor Beginn der Baumaßnahmen an die beteiligte Akteure (ggf. in Abstimmung mit genehmigenden Behörden) • Unterstützung des Arbeitsablauf mit konkreten, auf die Praxis und den jeweiligen Baustellenbetrieb zugeschnittenen Handlungsempfehlungen/-vorgaben • Überwachung der Einhaltung der vereinbarten Handlungen und Durchführung einer bodenkundlichen Baustellenabnahme ggf. während und nach Beendigung der Baumaßnahmen <p>Ziele der Einzelmaßnahmen: Ziel ist es durch einen schonenden Umgang mit kohlenstoffreichen und kühlleistungsstarken Böden auf Baustellen bei genehmigungspflichtigen Bodenumlagerungen (BauGB) die Eingriffe und deren Auswirkungen auf die klimarelevanten Bodenfunktionen auf das notwendige Maß zu beschränken.</p> <p>Hintergrund: Durch Einhaltung von Anforderungen beim Aus- und Wiedereinbau hinsichtlich der Zwischen- und Umlagerung kohlenstoffreicher Böden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • lässt sich die Klimagasfreisetzung minimieren. • lassen sich die positiven Eigenschaften der vorhandenen organischen Substanz (z.B. hohe Wasserspeicherfähigkeit, Ausbildung eines guten Bodengefüges) zumindest teilweise weiterhin nutzen. Ein unsachgemäßer Einbau kann dagegen zu negativen Wirkungen auf das Wasserspeichervermögen und die Kühlleistung sowie zu Gefährdungen in Boden und Gewässer führen. <p>Durch Sicherung nicht zu befahrender Bodenbereiche, Einrichtung von rückbaubaren oder später ohnehin überbauten Baustraßen und Lagerplätzen sowie die Einhaltung von Anforderungen an Aus-, Zwischenlagerung und Wiedereinbau können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bodenverdichtungen und Staunässebildungen, Bodenstrukturzerstörungen, die Einmischung von Fremdmaterialien vermieden und minimiert werden. • beim Wiedereinbau die bestmöglichen Startbedingungen zur Entwicklung/Entstehung eines leistungsfähigen Bodens im Wasserhaushalt geschaffen werden. <p>Dies bewirkt den Erhalt oder das Entstehen einer höheren pflanzenverfügbare Wasserspeicherkapazität und dadurch einer höhere Bodenkühlleistung sowie auch eine größere Robustheit des Standortes gegenüber längeren Trockenphasen und eine höhere Niederschlagsaufnahme und -speicherkapazität zur Abpufferung von Starkenregenereignissen (Hochwasserschutz).</p>			
Maßnahme zählt zum			
vorsorgenden Bodenschutz	x	nachsorgenden Bodenschutz	x

Bewertung nach fachlichen Kriterien

Wirkung der Einzelmaßnahme (EM) / Maßnahmengruppe (MG)	
zur Minderung des oder Anpassung an den Klimawandel (Politikziel Deutsche Anpassungsstrategie und Aktionsplan Anpassung)	Bewertung¹⁾
a) wirkt dem Klimawandel entgegen durch stärkere Kühlung der unteren Atmosphäre	1
b) wirkt dem Klimawandel entgegen durch Reduzierung von THG in der Atmosphäre	1

c) unterstützt die Anpassung an den Klimawandel durch mehr Robustheit gegen extreme Witterungsereignisse								1
zur Verbesserung / zum Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen / der Nutzungsfunktionen (Politikziel Bodenschutz)								Bewertung¹⁾
a) Verbesserung / Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen Stichworte: Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen; Bestandteil des Naturhaushaltes, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen; Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen								1
b) Verbesserung / Erhalt der Nutzungsfunktionen Stichworte: Erholung, Land- und Forstwirtschaftliche Nutzung, sonstige öffentliche Nutzungen								1
auf relevante Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung (SUP)								
Einzelmaßnahme	Bewertung ¹⁾							Wert EM ²⁾
	Mensch	Pflanzen, Tiere / Biologische Vielfalt	Wasser	Luftqualität	Land-schaft	Kultur- und Sachgüter		
Bodenkundliche Baubegleitung	0	1	1	1	0	-1	0,3	
Gesamtwert der MG auf SUP-relevante Schutzgüter²⁾							0,3	
Bewertbarkeit der Maßnahme / Maßnahmengruppe und Datenverfügbarkeit								
Räumliche Verortung der Maßnahmenggebiete methodisch möglich							Bewertung¹⁾	
a) Genehmigungspflichtige Bodenumlagerungen							2	
Gesamtwert³⁾ räumliche Verortung							2	
Daten zur räumlichen Verortung der Maßnahmenggebiete verfügbar und vergleichbar							Bewertung¹⁾	
a) durch Daten der Bauämter							1	
Gesamtwert³⁾ Datenverfügbarkeit räumliche Verortung							1	
Wirkung bzw. Leistung der Maßnahme messbar, monetarisierbar							Bewertung¹⁾	
a) Bodenabnahmeprotokolle							1	
Gesamtwert³⁾ Wirkung messbar							1	
Daten zur Wirkungserfassung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar								
a) Baustellenabnahmen							0	
Gesamtwert³⁾ Daten zur Wirkungserfassung verfügbar							0	
Überwachung der Maßnahme möglich							Bewertung¹⁾	
a) Bodenabnahmeprotokolle							2	
Gesamtwert³⁾ Überwachung möglich							2	
Daten zur Überwachung der Maßnahme verfügbar und vergleichbar								
a) Bodenabnahmeprotokolle							0	
Gesamtwert³⁾ Daten zur Überwachung verfügbar							0	

Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen Kriterien

Synergien / Konflikte	
Maßnahme / Maßnahmengruppe unterstützt neben Klimaschutz, Anpassung und Bodenschutz weitere relevante Politikziele	Bewertung⁴⁾
• Reduzierung der Bodeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen	0,2
• Einhaltung und Erreichung der EU-Umweltstandards	0,2

• INSPIRE (Geodatenbereitstellung für die Öffentlichkeit)	0
• Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (Nov. 2007)	0
• Nationale Nachhaltigkeitsstrategie	0,2
Summe Synergien mit weiteren relevanten Politikzielen	0,6
Nachhaltigkeit	
	Bewertung⁴⁾
Ökologische Nachhaltigkeit der Maßnahme	1
Betroffene	
Private / Halböffentliche	Bewertung⁵⁾
Landwirte	x
Forstwirte	(x)
Grundstücksbesitzer	x
Flächenverwalter (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Landesentwicklungsgesellschaften)	x
Bauleiter	x
Behörden(-bereiche)	Bewertung⁵⁾
Bodenschutz	x
Wasserschutz	
Luftreinhaltung	
Naturschutz	
Raumplanung	
Landschaftsplanung	
Stadtplanung	
Bauamt	x
Landwirtschaftskammern	
Wirtschaft	
Verkehr	
Tourismus/Erholung	
Verbände/Vereine	Bewertung⁵⁾
Wasserverbände	
Wasser- und Bodenverbände	
Naturschutzverbände	
Landwirtschaftsverbände	

WICHTIGSTE LITERATURQUELLEN

www.lanuv.nrw.de/boden/bodenschutz/bodenschutz_bauen/02_begleitung.html

Maßnahmensteckbrief H6_M1

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Bereitstellung von Daten
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen
<p>Geeignete Einzelmaßnahmen: Bereitstellung von Daten zur</p> <p>a) räumlichen Verortung von Maßnahmengebieten und b) Wirkungsprüfung und Überwachung von Maßnahmen</p> <p><u>a) Maßnahmen zur Datenbereitstellung für besonders leistungsfähige oder empfindliche Flächen (Maßnahmengebiete)</u> Für die überregionale Planung von Maßnahmen können Karten im mittlerem Maßstab 1:25.000 - 1:50.000 genutzt werden (Länder). Karten auf Bundesebene im kleinen Maßstab, z.B. 1:1.000.000 können als Übersichten / Anhaltspunkte dienen. Für die konkrete Planung und Umsetzung von Maßnahmen sind in der Regel Karten in großem Maßstab 1:5.000 - 1:10:000 (Landkreise, Städte) erforderlich.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Erstellung von Bodenkarten in großen Maßstäben sowie Vereinheitlichung vorhandener mittelmaßstäbiger Bodenkarten, insbesondere für Moore und klimarelevante Bodenkenngrößen hinsichtlich Kohlenstoffsinkenfunktion und Wasserspeichervermögen; 2) Erstellung von Moorkarten und/oder Moorkatastern mit Erfassung von Niedermooren, Hochmooren, Kleinmooren und Waldmooren, sofern nicht aus bestehenden Moorkarten und/oder Bodenkarten ableitbar; 3) Ermittlung standorttypischer Humuskennwerte für Böden; 4) Ermittlung aktueller Humusgehalte in Böden nach vergleichbaren Methoden (Ist-Zustand); 5) Erstellung von Karten von Entwässerungsmaßnahmen auf humosen und moorigen Standorten; 6) Verfügbarmachen von Genehmigungsanträgen oder erteilten Genehmigungen für Moorentwässerung, Torfabbau, Rohstoffgewinnung und Bodenentwässerung; 7) Ergänzung und ggf. Vereinheitlichung von Karten mit verdichtungsempfindlichen Standorten unter land- und forstwirtschaftlicher Nutzung, von Karten der Erosionsgefährdung (Bodenerosion durch Wasser und Wind); 8) Erstellung von flächendeckenden Brachflächenkatastern; 9) Verfügbarmachen von Daten der Bauämter über genehmigungspflichtige Bodenumlagerungen; 10) Fortschreibung der bundesweiten Daten zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion durch Wasser. <p><u>Insbesondere in lokalen Planungsgebieten:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Kartierung mit KA5-Mindestdatensatz, sofern keine Bodenkarten vorliegen; 2) Erstellung von Konzeptbodenkarten im urbanen Raum, ggf. aufgrund von Bohr- und Bodenkatastern sowie Gutachten der Kommunen; 3) Erstellung von Grundwasserflurabstandskarten; 4) Durchführung von Moorsystemanalysen; 5) Erhebung von visuellen Beobachtungen der Landwirte, Behörden und Naturschützer vor Ort über Winderosionsereignisse, ggf. auch Unfall- und Presseberichte. <p><u>b) Maßnahmen zur Datenbereitstellung für die Wirkungsprüfung und Überwachung von Maßnahmen:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ermittlung von Humusgehalten der Böden (Messung oder Schätzung); 2) Kartierung der (Ober-)Böden mit Aufnahme der Humusgehalte vor und nach naturschutzrechtlich relevanten Eingriffen;

- 3) Fortlaufende Erhebung des Umsetzungsgrads von Grünlandschutz, Grünlandextensivierung, Umwandlung von Acker in Grünland und Reduzierung von Entwässerungsmaßnahmen anhand von Flächenstatistiken;
- 4) Ermittlung / Berechnung der CO₂-Äquivalentfreisetzung aus Böden;
- 5) Berechnung der Ökosystemleistung Bodenkühlung in Energieäquivalenten für Böden, insbesondere in Mooren;
- 6) Durchführung von Systemanalysen, Grundwasserstandmessungen, Oberflächenwasser-Pegelmessungen und/oder Vegetationskartierungen in Mooren;
- 7) Anwendung praxisnaher Winderosionsmodelle;
- 8) Fortlaufende Erhebung der überbauten, abgegrabenen oder aufgeschütteten Flächen im Bereich von Böden mit hohen potenziellen Kühlleistungen und/oder Kohlenstoffsinkenfunktionen;
- 9) Fortlaufende Überprüfung von Bodenabnahmeprotokollen zur Kontrolle der Einhaltung von Vorgaben beim Bauen;
- 10) Fortlaufende Aktualisierung von Bestandskartierungen forstlich genutzter Böden;
- 11) Aufbau und Etablierung eines systematischen deutschlandweiten und vergleichbaren Erosionsmonitorings;
- 12) Erhalt, Weiterentwicklung, Vernetzung und Anpassung der Instrumente des Bodenmonitorings und der Erhebung des Bodenzustands;
- 13) Weiterentwicklung der Klimamodelle im Hinblick auf Regionalisierung und Belastbarkeit;

Insbesondere in lokalen Planungsgebieten:

- 1) Überwachung der Bodenwassergehalte (gemessen oder berechnet) oder fortlaufende Penetrometerdaten (Verdichtungsmessungen);
- 2) Überwachung der Winderosion nach Umsetzung von Landschaftsgestaltungs- und Bewirtschaftungsmaßnahmen durch Einsatz von passiven Sedimentfallen am Freisetzungsort (Monitoring);
- 3) Lufttemperatur- und Bodenfeuchtemessungen nach Bodenverbesserung und Geländemodellierung im urbanen Raum;
- 4) Abflussmessungen vor und nach Geländemodellierung.

Planung und Durchführung interdisziplinärer Projekte, um Synergieeffekte zu nutzen. Es bestehen enge Synergiewirkungen zwischen der Erhaltung und Wiederherstellung von z.B. Mooren mit dem den Zielen des Biotop- und Artenschutzes sowie der WRRL und dem und Bodenschutzes.

Ziele der Einzelmaßnahmen:

Primäres Ziel ist es, Daten hinsichtlich der Kohlenstoffspeicher- und -senkefunktion und des Wasserspeichervermögens der Böden bereitzustellen. Darüber hinaus sind Daten zur Maßnahmenumsetzung erforderlich.

Hintergrund:

Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Klimaschutzfunktion des Bodens lassen sich nur dann zielorientiert umsetzen wenn die erforderlichen Datengrundlagen in entsprechenden Zeitreihen vorliegen.

Aus dem in den anderen Maßnahmensteckbriefen genannten Datenbedarf sowie der Datenverfügbarkeit und -vergleichbarkeit leiten sich Einzelmaßnahmen ab, die bestehende Datendefizite verringern. Aus dem gesamten Datenbedarf für die in den anderen Steckbriefen vorgeschlagenen Maßnahmen sind diejenigen Daten aufgeführt, die als besonders wichtig eingestuft werden.

Im Vordergrund stehen Daten, für die Regelungsmöglichkeiten im Bodenschutzrecht gesehen werden. Detaildaten, die ausschließlich in Einzelfällen oder zu Forschungszwecken zu erheben sind, werden hier nicht näher betrachtet.

Im vorliegenden Steckbrief entfällt sowohl die Bewertung der Wirkung nach fachlichen Kriterien als auch die Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen, monetären und rechtlichen Kriterien, da diese für die Maßnahmen der Datenbereitstellung nicht relevant sind.

Maßnahmensteckbrief H6_M2

Maßnahme / Maßnahmengruppe

Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen
Einzelmaßnahmen, Ziele und Hintergrund der Einzelmaßnahmen
<p>Bedarf für die Bereitstellung von Ressourcen für die Forschung besteht für:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. die räumliche Verortung von Maßnahmegebieten: <ul style="list-style-type: none"> • Erfassung der Bodenflächen, die von den Maßnahmen betroffen sind oder dafür zur Verfügung stehen könnten • Datenauswertungen bestehender Luftqualitätsmessnetze (Schwebstaub, PM10) hinsichtlich Korrelationen mit winderosionsgefährlichen Witterungsbedingungen • Bodenoberflächenwärmemessungen im urbanen Raum. 2. die Wirkungsprüfung und Überwachung von Maßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> • Durchführung und Auswertung von Thermalscanbefliegungen zur Prüfung der Kühlleistung 3. Erforschung von ökonomisch rentablen Nutzungsformen bei hohen Wasserständen (z.B. Paladikulturen). 4. Entwicklung moorschonender Agrartechnik und Technologien 5. Erforschung regenerativer Tordsubstitute zum vollständigen Ersatz der Torfe <p>Zur Ermittlung von Humusbilanzen forstlich genutzter Böden und zur Messung von THG-Emissionen aus Böden sind bereits Forschungsaktivitäten gestartet worden. Ebenso wie für die Humusbilanzen landwirtschaftlicher Flächen (Projekt BZE LW). Die Daten zur BZE LW werden aber frühestens 2013/2014 vorliegen. In dem Projekt wird erstmalig Deutschlandweit eine repräsentative Inventur der Kohlenstoffvorräte der obersten 100 cm landwirtschaftlich genutzter Böden durchgeführt.</p> <p>Um Wissenslücken hinsichtlich der Wirksamkeit von Maßnahmen zu schließen, ist es wichtig, vergleichbare Methoden einzusetzen und die Untersuchungsumgebung in geeigneter Weise zu gestalten. Dauerhafte Monitoringprogramme (z.B. Boden-Dauerbeobachtung, Landwirtschaftliche Feldversuche, Moormonitoring) bieten häufig eine fortlaufend konstante Konstellation von Einflussfaktoren und teilweise einheitliche Untersuchungsmethoden. An bestehenden Messstandorten könnten ergänzende Untersuchungen zu klimarelevanten Bodenfunktionen und der Wirksamkeit von Maßnahmen integriert werden.</p> <p>Ziele der Einzelmaßnahmen: Die Erarbeitung individueller wissenschaftlicher Grundlagen als Basis für die Bereitstellung von Daten, die Verortung der Maßnahmegebiete und die Wirkungsprüfung und Überwachung der Maßnahmen.</p> <p>Hintergrund / Anmerkung: <u>Folgende Daten sind aus laufenden Aktivitäten bereits verfügbar und sollten für die weitere Arbeit genutzt werden:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Landnutzungsdaten, • Flächennutzungspläne, • Bebauungspläne, • Bodenzahlen (Bodenschätzung), • forstliche Standortkarten, • Gewässersteckbriefe, • Rohstoffabbaukarten. <p>Hier wird davon ausgegangen, dass diese Daten bzw. Methoden bereits derzeit in geeigneter Weise verfügbar sind. <u>Kein vorrangiger Handlungsbedarf</u> im Hinblick auf die Wirkungsprüfung und Überwachung von Maßnahmen wird derzeit gesehen für</p>

- Humusbilanzierung landwirtschaftlicher Flächen,
- Humusgehaltsbestimmungen forstlich genutzter Böden.

Hier wird davon ausgegangen, dass diese Daten bereits derzeit in geeigneter Weise verfügbar sind.

Im vorliegenden Steckbrief entfällt sowohl die Bewertung der Wirkung nach fachlichen Kriterien als auch die Bewertung nach sonstigen gesellschaftlichen, monetären und rechtlichen Kriterien, da diese für die Maßnahmen der Datenbereitstellung nicht relevant sind.

**Anhang 2 zu Teil B:
Mögliche auftretende Konflikte und Synergie bei der Maßnahmenumsetzung mit der Nutzungsfunktion und den Kultur- und Sachgütern**

Maßnahme	Nutzungsfunktion: Konflikte	Nutzungsfunktion: Synergien	Nutzungsfunktion: Punktzahl	SUP: Kultur-/ Sachgüter Kosten
H2_M4 Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren Infrastrukturrückzug	Land- und forstwirtschaftliche Nutzung Siedlungsnutzung Wirtschaftliche Nutzungen	Rohstofflager Torf Erholung	-1	Entschädigung der Siedlungsstättenbesitzer
H2_M2 Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren Gewässerrenaturierung	Land- und forstwirtschaftliche Nutzung Siedlungsnutzung Wirtschaftliche Nutzungen	Rohstofflager Torf Erholung	-1	Deichrückbau Rückbau des Gewässerverbaus Erstellung Systemanalyse (einmalig) Ggf. Grundwasserstands- / Pegelüberwachung
H2_M1 Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren Wasserentnahme	Land- und forstwirtschaftliche Nutzung Siedlungsnutzung Wirtschaftliche Nutzungen	Rohstofflager Torf Erholung	-1	Erstellung Systemanalyse (einmalig) Ggf. Grundwasserstandsüberwachung, falls Wasserentnahme das nicht schon erfordert Ersatzwasserbeschaffung oder Produktionsdrosselung oder Einstellung
H2_M3 Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren Rohstoffgewinnung	Land- und forstwirtschaftliche Nutzung Siedlungsnutzung Wirtschaftliche Nutzungen	Rohstofflager Torf Erholung	-1	Erstellung Systemanalyse (einmalig) Ggf. Spundwandbau, Bewässerung, Betriebsausfälle Ggf. Grundwasserstands- / oder Pegelüberwachung
H3_M4 Kleinmoore: Sicherung / Regeneration	Land- und forstwirtschaftliche Nutzung Siedlungsnutzung Wirtschaftliche Nutzungen	Erholung	-1	Entschädigung Landwirtschaft

H3_M3 Bestandssicherung und Regeneration von Niedermooren Landw. Drainagen	Land- und forstwirtschaftliche Nutzung Siedlungsnutzung Wirtschaftliche Nutzungen	Rohstofflager Torf Erholung	-1	Erstellung Systemanalyse (einmalig) Ggf. Spundwandbau, Bewässerung, Betriebsausfälle Ggf. Grundwasserstands-/ oder Pegelüberwachung
H1_M1 Bewahrung Kohlenstoffpools		Siedlung und Erholung Sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen	2	
H5_M3 Brachflächenrecycling Geländemodellierung		Siedlung und Erholung Sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen	1	Geländemodellierung
H5_M1 Entsiegelung, Bodenneubau / Verbesserung urban		Erholung sonstige öffentliche Nutzungen	2	Bodenverbesserungsmaßnahmen
H1_M2 Bewahrung Kühlleistung		Siedlung und Erholung Land- / Forstwirtschaftliche Nutzung	2	Ggf. wirtschaftliche Einbußen, wenn Flächen nicht oder eingeschränkt als Bauland vermarktet werden können
H2_M5 Sicherung / Regeneration Hochmoore	Land- und forstwirtschaftliche Nutzung Siedlungsnutzung Wirtschaftliche Nutzungen	Rohstofflager Torf Erholung	-1	Erstellung Systemanalyse (einmalig) Ggf. Kanal- und Grabenverfüllungen, Spundwandbau Ggf. Wasserstands und/oder Vegetationsüberwachung
H4_M1 Bewirtschaftung Forst	Forstwirtschaftliche Nutzung: negativ durch Einstellung von Entwässerungsmaßnahmen oder Nutzungsaufgabe in Waldmooren	Siedlung und Erholung Forstwirtschaftliche Nutzung: Förderung der Robustheit/ Risikoverminderung	1	Ggf. Ertragseinbußen, bei Aufgabe der forstlichen Nutzung in Waldmooren oder wenn Restholz nicht als Biomasse verwertet wird oder wertärmere Holzarten eingesetzt werden Ggf. Anschaffung neuer Maschinen
H1_M3 Bilanz Kohlenstoffvorrat		Land- und Forstwirtschaftliche Nutzung: Höhere Erträge Reduziert ggf. Beregnungsmengen Mindert den Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln	1	Entsiegelung ggf. Entschädigung für Landwirte für Landnutzungsumstellungen ggf. Landbereitstellung für Entwicklung hydromorphen Bodens

H3_M2 Bewirtschaftung Moore / Marsche			0	Ertragseinbußen beim Landwirt Ggf. Qualitätsreduzierung von Grünfutter, sofern der Nährwert durch einen höheren Anteil unerwünschter Arten abnimmt
H3_M5 Erosion Landschaftsgestaltung	Teurere Feldbearbeitungskosten durch geringere Feldlängen	Landwirtschaft: Bessere Bodeneigenschaften Geringere Pflanzenschäden Verluste an Nährstoffen und Pflanzenbehandlungsmitteln Off-site-Schäden	1/-1	Entschädigung der Landwirte für Anbauflächenverluste für die Heckenflächen Ggf. Wartung der Windschutzzäune
H5_M4 Bestandsabfälle Grünflächen		Siedlung und Erholung Sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen	0	Etwas höherer Zeitaufwand vor Ort (häufiger Rasenmähen, Vorzerkleinerung von Ästen oder Ähnliches) Umgestaltungen
H5_M5 Bodenschutz beim Bauen		Erholung Land- und Forstwirtschaftliche Nutzung Sonstige öffentliche Nutzungen	1	Bodenbaubegleiter(in) Schulung und Arbeitszeit der Baustellenleitung Ggf. witterungsbedingte Baustellenverzögerungen
H3_M1 Bewirtschaftung terr. Böden		langfristige Landwirtschaftliche Nutzung	1	Landwirt ggf. Humusdüngung Verringerte Streuabfuhr
H3_M6 Erosion Bodenbewirtschaftung	Angepasste Anbauweisen	Landwirtschaft: Verbesserung der Bodeneigenschaften Verminderung der: Pflanzenschäden Nährstoff- und Pflanzenbehandlungsmittelausträge Off-site-Schäden Abwehung durch Befahren	1	Ggf. Verzicht auf gewinnbringendste Anbaufrucht
H5_M2 Bodenbewässerung urban		Siedlung und Erholung Sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen	2	Bau und Unterhalt von Zisternen und Bewässerungsanlagen