



Bodenschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern

Teil 2 – Bewertung und Ziele

Impressum

- Herausgeber:** Ministerium für
Landwirtschaft und Umwelt
Mecklenburg-Vorpommern
Paulshöher Weg 1 | 19061 Schwerin
Telefon (0385) 588-0 | Fax (0385) 588 6024
Internet: www.lm.mv-regierung.de
E-Mail: presse@lm.mv-regierung.de
- Redaktion:** Angelika Groth, Jödis Braun, Heike Kasten
Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt
Mecklenburg-Vorpommern
Referat 440 Boden- und Grundwasserschutz, Altlastenfreistellung
- Text:** Autorenkollektiv unter Leitung des
Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt
Mecklenburg-Vorpommern
- Fotos:** Jojoo64, shutterstock.com (Titel)
Fotostudio Berger, Schwerin (Portrait)
- Redaktionsschluss:** Januar 2017
- Druck:** Landesamt für innere Verwaltung
Mecklenburg-Vorpommern

Schwerin, November 2017

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Bodenschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern

Teil 2 – Bewertung und Ziele

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	6
1	Einführung	9
1.1	Zielstellung	9
1.2	Rechtliche Grundlagen	10
1.3	Informationsgrundlagen	12
1.3.1	Erhebung bodenbezogener Daten	12
1.3.2	Verwaltung bodenbezogener Daten	16
1.3.3	Kartendarstellung bodenbezogener Daten	18
1.4	Umweltpolitische Zielsetzungen	21
2	Zustand der Böden	25
2.1	Stofflicher Zustand	25
2.1.1	Anorganische und organische Stoffe - Hintergrundwerte	25
2.1.2	Nährstoff- und Humusgehalte sowie pH-Werte	41
2.1.2.1	Landwirtschaftlich genutzte Flächen	41
2.1.2.2	Forstwirtschaftlich genutzte Flächen	70
2.1.3	Radioaktivitätsgehalt	80
2.1.4	Schadstoffgehalte von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten sowie Verdachtsflächen und schädlichen Bodenveränderungen	85
2.1.5	Schadstoffgehalte in potentiell überschwemmungsgefährdeten Gebieten	94
2.1.6	Gehalte an Pflanzenschutzmitteln	99
2.1.7	Gehalte an Tierarzneimitteln	101
2.2	Nicht-stofflicher Zustand	105
2.2.1	Bodenerosion	105
2.2.2	Bodenschadverdichtung	114
2.2.3	Versiegelung	122
3	Einflussfaktoren auf den Boden und seine natürlichen Funktionen	129
3.1	Stoffliche Einflussfaktoren	129
3.1.1	Betriebsunfälle, illegale oder unsachgemäße Entsorgung von schadstoffhaltigen Abfällen sowie Havarien im Straßenverkehr	129
3.1.2	Sedimentablagerungen aufgrund von Hochwasserereignissen	133
3.1.3	Landwirtschaftliche Düngung und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln	142
3.1.3.1	Mineralische Düngemittel	142
3.1.3.2	Wirtschaftsdünger	151
3.1.3.3	Klärschlamm	161
3.1.3.4	Bioabfälle	175
3.1.3.5	Bodenaushub und Baggergut	181
3.1.3.6	Pflanzenschutzmittel	186
3.1.4	Abfallverwertung (außerhalb der landwirtschaftlichen Düngung)	199
3.1.4.1	Bioabfall und Klärschlamm	199

3.1.4.2	Bodenaushub und Baggergut	201
3.1.5	Schadstoffe aus der Luft	204
3.1.5.1	Säureeinträge	204
3.1.5.2	Deposition von Nährstoffen	212
3.1.5.3	Deposition von Schwermetallen	217
3.1.5.4	Deposition von organischen Luftschadstoffen	225
3.1.6	Streusalz	230
3.2	Nicht-stoffliche Einflussfaktoren	235
3.2.1	Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsfläche	235
3.2.2	Abbau von oberflächennahen Rohstoffen	244
3.2.3	Bodenerosion	249
3.2.4	Bodenschadverdichtung	255
3.2.5	Klimaänderungen	261
4	Einflussfaktoren auf die Funktionen des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	267
5	Einflussfaktoren auf die Nutzungsfunktionen des Bodens	273
6	Bodenschutz in Planungs- und Genehmigungsverfahren	277
7	Zusammenfassung und Ausblick	293
7.1	Status Quo – Aktivitäten im vor- und nachsorgenden Bodenschutz	293
7.2	Zusammenfassung	295
7.3	Ausblick	312
8	Verzeichnisse	313
8.1	Literatur	313
8.2	Abkürzungen	326
8.3	Abbildungen	334
8.4	Tabellen	338

Vorwort



Dr. Till Backhaus

*Minister für
Landwirtschaft und Umwelt
Mecklenburg-Vorpommern*

Boden und Gewässer sind für den gesamten Naturhaushalt wichtige Umweltgüter, die eines besonderen Schutzes bedürfen. Welche Gefahren sich seit der Industrialisierung für den Boden entwickelten, haben wir erst Mitte des letzten Jahrhunderts erkannt. Trotzdem brauchte es weitere Jahrzehnte ein Verständnis dafür zu entwickeln, dass Boden eine lebenswichtige nicht erneuerbare Ressource ist, die uns nur begrenzt zur Verfügung steht. Generationen haben erkennen und lernen müssen, dass einmal zerstörter Boden nicht wieder herstellbar ist.

Bodenschutz ist für mich eine zentrale Aufgabe. Böden sind sehr empfindliche Bestandteile der Natur und bilden die essentielle Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen, die eines besonderen Schutzes bedürfen. Bodenschutz ist deshalb immer auch eine Querschnittsaufgabe und erfordert eine intensive Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen. Vor diesem Hintergrund ist es für Mecklenburg-Vorpommern wichtig, gezielt Vorsorge zu betreiben.

Vieles haben wir schon erreicht. Ob durch gezielte Beratung, Veröffentlichung von Fachinformationen zu speziellen Bodenthemen, Schaffung von Förderinstrumenten, Verankerung rechtlicher Grundlagen und Bereitstellung von Vollzugshinweisen. Aber auch Materialien für die schulische und außerschulische, sogar frühkindliche Bodenbewusstseinsbildung können kostenlos über das Ministerium erworben werden (<http://www.regierung-mv.de/Landesregierung/Im/Umwelt/Boden>).

Inzwischen wissen nicht nur Fachleute, dass zunehmende Flächen- und Bodeninanspruchnahme, Bodenversiegelung, Schadstoffeinträge, Bodenerosion und schädliche Bodenverdichtung im alltäglichen Leben eine immer stärkere Belastung für unsere Böden darstellen.

Aber nicht nur in Mecklenburg-Vorpommern sondern auch in der Bundesrepublik Deutschland ist es erforderlich, alle Anstrengungen zu unternehmen, um die natürlichen Ressourcen, insbesondere unsere nicht vermehrbaren Böden, zu schützen. Deshalb begrüße ich ausdrücklich, dass verschiedene Umweltrechtsnormen, die auf einen verbesser-

ten Bodenschutz hinwirken, wie z. B. die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und die Düngeverordnung, derzeit novelliert werden.

Das Bodenschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern bildet eine wichtige Grundlage für eine nachhaltige Nutzung unserer Existenzgrundlage. Es soll das Bodenbewusstsein im Rahmen der vorhandenen Regelungen stärken sowie Zusammenhänge und Synergien zu anderen Fachbereichen speziell auf unser Land zugeschnitten aufzeigen. Hinsichtlich der wachsenden Bedeutung des Bodens im Lichte der zunehmenden Belastungen, seiner Bedeutung für die Lebensmittelproduktion sowie seiner Klimabedeutsamkeit, bereitet sich unser Land mithilfe des Bodenschutzprogramms auf die bestehenden und künftigen Aufgaben und Herausforderungen vor.

Nur ein intensives Hand-in-Hand-Gehen der unterschiedlichen Fachbereiche kann Erfolg versprechend sein. Um unser Ziel zu erreichen, waren in diesem 2. Teil des Bodenschutzprogramms Transparenz und eine intensive Zusammenarbeit vonnöten. Denn es fällt nicht leicht, ungeachtet der bereits erreichten Erfolge zugunsten des Bodenschutzes, auf die wir stolz sein können, in diesem 2. Teil des Bodenschutzprogramms sich ausschließlich Daten und Fakten, den Ursachen und Auswirkungen zu widmen, um Defizite zu identifizieren und daraus künftige Handlungsziele abzuleiten.

Ich danke allen, die offen und transparent mitgewirkt haben, damit nun eine fundierte Grundlage für die Entwicklung der landesspezifischen Lösungsansätze im folgenden 3. Teil des Bodenschutzprogramms Mecklenburg-Vorpommern vorliegt.

Hierfür soll dieser 2. Teil des Bodenschutzprogramms zum fachlichen Dialog sowie zur engen Kooperation zwischen allen Personen und Institutionen beitragen, die eine nachhaltige Nutzung unserer Existenzgrundlage Boden anstreben.



Dr. Till Backhaus

Minister für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern

1 Einführung

1.1 Zielstellung

Der Boden in seiner Gesamtheit bildet die unersetzbare zentrale Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen. Der Boden erfüllt natürliche Funktionen, Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte, aber auch unterschiedlichste Nutzungsfunktionen.

Boden ist eine lebenswichtige Ressource, die uns nur begrenzt zur Verfügung steht. Boden ist nicht vermehrbar, aber leicht zerstörbar. Einmal zerstörter Boden ist nicht wieder herstellbar.

Flächen- und Bodeninanspruchnahmen, Bodenversiegelungen, Schadstoffeinträge, Bodenerosionen und Bodenverdichtungen stellen im alltäglichen Leben eine enorme Herausforderung für den Erhalt unserer Böden dar. Dabei gewinnen insbesondere auch direkte Beeinflussungen des Bodens durch Klimaänderungen und umgekehrt (Rückkopplungseffekte) zunehmend an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund wird es selbst für das Flächenland Mecklenburg-Vorpommern immer wichtiger, gezielte Vorsorge zum Schutz unserer Böden zu betreiben. Dies kann nur gelingen, wenn die Bedeutung der Böden, deren Gefährdung und die daraus resultierenden Folgen offengelegt und entsprechende Vorsorge- und Schutzmaßnahmen frühzeitig getroffen werden.

Strategische Ziele des Landes im Bodenschutz sind:

- die gute Bodenfruchtbarkeit erhalten,
- Schadstoffeinträge über Düngemittel, Reststoffe und Abfälle deutlich senken,
- Wasser- und Winderosion sowie Bodenverdichtungen vermeiden,
- eine ausgewogene Nährstoffzufuhr sichern,
- der Versauerung der Böden entgegenwirken,
- Flächenneuanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke reduzieren,
- Altlasten sichern und sanieren,
- eine natürliche Entwicklung der Waldböden gewährleisten und
- die Moore schützen und nachhaltig nutzen

Es geht insbesondere darum, die Funktionen des Bodens zu sichern, zu erhalten oder wiederherzustellen, schädliche Veränderungen abzuwehren und Verunreinigungen zu sanieren.

Mit dem Bodenschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern werden Zustand und Einflüsse auf die Böden in unserem Bundesland erstmals systematisch erfasst und bewertet. Insgesamt wird es in drei Teilen erarbeitet.

Den Teil 1 „Bodenbericht des Landes Mecklenburg-Vorpommern“ hat das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2002 veröffentlicht (LUNG 2002). Ziel des Bodenberichts war es, Informationen über den Zustand der Böden in Mecklenburg-Vorpommern zu erfassen und erstmals gebündelt darzustellen. Dieser Bodenbericht stellt somit die erste Grundlagenermittlung dar.

In diesem Teil 2 des Bodenschutzprogramms Mecklenburg-Vorpommern „Bewertung und Ziele“ werden die Böden ausgehend von einer aktualisierten Zustandsbeschreibung unter Einbeziehung der derzeit geltenden Umweltstandards hinsichtlich der Erfüllung ihrer natürlichen Funktionen, ihrer Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie ihrer Nutzungsfunktionen bewertet. Für Moorböden findet das „Konzept zum Schutz und zur Nutzung der Moore“ (LM 2009a) Anwendung, auf das insoweit Bezug genommen wird.

Aktuelle Entwicklungen auf EU-, Bundes- und Landesebene als auch Grundsätze und Ziele der Raumordnung sind in die Bewertung eingeflossen. Bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung wurden sowohl die allgemeinen Grundsätze der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft als auch landesspezifische Erkenntnisse berücksichtigt. Im Ergebnis der Bewertungen sind Umwelt-Qualitäts- und Umwelt-Handlungsziele abgeleitet worden. Diese dienen als Basis für die Konkretisierungen im anschließenden Teil 3 des Bodenschutzprogramms Mecklenburg-Vorpommern.

Im dritten und damit letzten Teil des Bodenschutzprogramms ist die Entwicklung von Maßnahmen und Handlungsempfehlungen vorgesehen, welche die Umweltstandards widerspiegeln und als Maßstab für konkrete Einzelmaßnahmen dienen können. Vorhandene Umweltplanungen werden berücksichtigt und die Ziele sowie sonstige Erfordernisse der Raumordnung beachtet. Bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung werden die Handlungsempfehlungen die gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft nach § 17 BBodSchG konkretisieren.

Das Bodenschutzprogramm wird mit allen drei Teilen sowohl der öffentlichen Verwaltung (staatliche Umweltverwaltung, Landkreise, Kommunen), Institutionen, Organisationen, insbesondere im Rahmen von Planungen als auch den tatsächlichen Nutzern des Bodens (z. B. Landwirt, interessierte Öffentlichkeit) als Bewertungs- und Entscheidungshilfe dienen. Es ist vorgesehen, das komplette Bodenschutzprogramm auf den Internetseiten des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern für jedermann zugänglich zu veröffentlichen.

1.2 Rechtliche Grundlagen

Die Grundsätze des vor- und nachsorgenden Bodenschutzes sind im Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) sowie in der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) geregelt. Insbesondere der Schutz der in § 2 Absatz 2 BBodSchG definierten Bodenfunktionen stellt eine wesentliche Anforderung für den vor- und nachsorgenden Bodenschutz und somit die Grundlage für die Ausrichtung des Bodenschutzprogramms Mecklenburg-Vorpommern dar.

Gemäß § 2 BBodSchG erfüllt Boden

1. Natürliche Funktionen als

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

2. Funktionen als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte sowie

3. Nutzungsfunktionen als

- Rohstofflagerstätte,
- Fläche für Siedlung und Erholung,
- Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
- Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung.

Mit Inkrafttreten des Landesbodenschutzgesetzes (LBodSchG M-V) vom 4. Juli 2011 hat die Landesregierung Mecklenburg-Vorpommern wesentliche Vorsorgeanforderungen zum

nachhaltigen Schutz des Bodens konkretisiert. So ist die oberste Bodenschutzbehörde mit § 11 Absatz 1 LBodSchG M-V verpflichtet, die landesweiten Ziele und Maßnahmen zur Vorsorge und zum Schutz des Bodens unter Berücksichtigung nationaler und internationaler Umweltprogramme, des Bodeninformationssystems sowie unter Beachtung der Ziele der Raumordnung in einem Bodenschutzprogramm zusammengefasst darzustellen und bei Bedarf fortzuschreiben.

Im Bodenschutzprogramm „... sollen Angaben über

1. eine Zustandsbeschreibung und Bewertung der Funktionsfähigkeit der Böden gemäß § 2 Absatz 2 Nummer 1 und 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes,
2. bestehende oder zu besorgende schädliche Bodenveränderungen und Altlasten, ihre Ursachen und Auswirkungen und
3. geeignete Maßnahmen zur Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen und zur Sanierung bestehender schädlicher Bodenveränderungen und Altlasten sowie hierdurch verursachter Gewässerverunreinigungen

enthalten sein. ... Die Umwelthandlungsziele sollen die Umweltstandards widerspiegeln und als Maßstab für konkrete Einzelmaßnahmen dienen können.“

Gemäß § 11 Absatz 2 LBodSchG M-V wurden die verfügbaren Inhalte des Bodenschutzprogramms nach Abwägung mit den anderen Belangen Bestandteil des Landesraumentwicklungsprogramms 2016. Die Abwägung für die Regionalen Raumentwicklungsprogramme der vier Planungsregionen erfolgt mit deren Fortschreibung.

Anforderungen zum vorsorgenden Bodenschutz sind über die Regelungen des Bodenschutzrechtes hinaus in weiteren Rechtsbereichen verankert. Das sind insbesondere:

- Allgemeines Umweltrecht
- Abfallrecht
- Bauplanungs- und Bauordnungsrecht
- Bergrecht
- Düngemittel- und Pflanzenschutzrecht
- Forst- und Waldrecht
- Gentechnikrecht
- Immissionsschutzrecht
- Naturschutzrecht
- Verkehrswege- und Planungsrecht
- Tierarzneimittelrecht
- Wasserrecht

Diese Aufzählung ist nicht abschließend. Sie verdeutlicht jedoch, dass Bodenschutz eine Querschnittsaufgabe darstellt und medienübergreifend zu betrachten ist sowie ein konstruktives Zusammenwirken unterschiedlichster Interessen verlangt.

Detaillierte Ausführungen zu den bodenschutzrelevanten Inhalten der einzelnen Fachgesetze sind in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt.

1.3 Informationsgrundlagen

Um Bodenschutz betreiben zu können, sind insbesondere Kenntnisse über die räumliche Verbreitung, den Zustand und die Eigenschaften der Böden notwendig. Diese Kenntnisse beruhen auf den nachfolgend benannten Informationsquellen, die teilweise im Bodenbericht (LUNG, 2002) ausführlich dargestellt wurden:

- bodenkundliche Landesaufnahme einschließlich Moorstandortkartierung
- Boden-Dauerbeobachtung sowie
- Untersuchungen im Rahmen
 - der land- und forstwirtschaftlichen Bodennutzung
 - der Altlastenbearbeitung
 - der Bodenschätzung durch die Finanz- und Katasterverwaltung
 - von Projekten mit Bodenbezug

Die erhobenen Daten werden in Datenbanken erfasst, die mittels geographischer Informationssysteme (GIS) visualisiert werden. Die Darstellung der ermittelten Daten erfolgt üblicherweise direkt oder graphisch in ausgewerteter Form (Karten, Diagramme). Darüber hinaus werden z. B. für die Ableitung von Boden-Indikatoren weitere Datenquellen (z. B. Flächenangaben zu Siedlungs- und Verkehrsflächen in Mecklenburg-Vorpommern) benötigt. Daher erfolgte im Bodenbericht (LUNG 2002) in den Kapiteln 3 und 5.1 eine kurze Vorstellung der Karten, Datenbanken und Literaturquellen. Auf diese wird in den nachfolgenden Kapiteln zurückgegriffen. Die Vorstellung in diesem Kapitel beschränkt sich lediglich auf die Nennung, in welcher Art und welchem Umfang bzw. Dichte die Daten / Informationen enthalten sind. Gleichzeitig werden mögliche Defizite aufgezeigt, weil die Daten speziellen Anforderungen genügen müssen, um letztendlich eine richtige, präzise und repräsentative Bewertung des Bodenzustandes gewährleisten zu können.

1.3.1 Erhebung bodenbezogener Daten

Bodenkundliche Landesaufnahme

Im Rahmen der bodenkundlichen Landesaufnahme werden Daten zu den Böden in Mecklenburg-Vorpommern gemäß der Bodenkundlichen Kartieranleitung in der jeweils aktuellen Auflage im Gelände erhoben. Die gewonnenen Punkt- und Flächendaten finden anschließend Eingang in das Bodeninformationssystem. Unter Verwendung weiterer Informationen insbesondere aus der Geologie, der Hydrogeologie, der Melioration, der Bodenschätzung und aus anderen Projekten mit Bodenbezug lassen sich dann bodenkundliche Karten erstellen. Je nach Zielsetzung variieren die Maßstäbe der Karten. Die Karten liefern flächenbezogene Aussagen zur Verbreitung der Böden und bilden die Basis für die Ableitung thematischer Karten im Bodenschutz.

Boden-Dauerbeobachtung

Die Anlage von Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) ist gemäß § 21 Absatz 4 Satz 2 BBodSchG als ein Instrument des vorsorgenden Bodenschutzes in die Hoheit der Bundesländer gestellt. Gemäß § 6 Absatz 2 LBodSchG M-V besteht für die für Umweltschutz, Geologie, Landwirtschaft und Forstwesen zuständigen Landesfachbehörden die Verpflichtung, Dauerbeobachtungsflächen einzurichten und zu betreuen.

Ziel der Boden-Dauerbeobachtung ist es, den aktuellen Zustand der Böden zu erfassen (*Dokumentation*), ihre Veränderungen langfristig zu überwachen (*Monitoring*) und Entwicklungstendenzen abzuleiten (*Prognose*). Im Bodenbericht (LUNG 2002) ist das Boden-Dauerbeobachtungsprogramm detailliert dargestellt. Durch das LUNG wurden 37 BDF auf

landwirtschaftlichen Standorten (BDF-L) und eine urbane BDF (BDF-U) in Rostock eingerichtet.

Auf forstwirtschaftlichen Standorten (BDF-F) wurden 61 Flächen im Rahmen der Bodenzustandserhebung (BZE) eingerichtet. Hier erfolgte bereits in den Jahren 2006/ 2007 eine Wiederholungsbeprobung (BZE II) durch die Landesforstverwaltung Mecklenburg-Vorpommern.

Durch die nach LABO-Standard untersuchten Böden besitzen die BDF sowohl für die Zustandsbeschreibung der Böden des Landes als auch als Bodenmessnetz einen hohen Stellenwert. Sie gelten als Leitprofile für die Bodenform, die Bodenart, die Landnutzung und die naturräumliche Einheit.

Untersuchungen im Rahmen der land- und forstwirtschaftlichen Bodennutzung

Bei der fachübergreifenden Nutzung von Bodendaten aus Nachbardisziplinen sind aus der Land- und Forstwirtschaft folgende Bereiche besonders wichtig:

Forstliche Standortkartierung

Die forstliche Standortkartierung liegt in der Verantwortung der Landesforstverwaltung und ist auf ca. 95 % der Waldflächen des Landes durchgeführt. Die forstliche Bodenaufnahme erfolgt nach SEA 95 und liefert unverzichtbare Daten für die Erstellung von Bodenkarten im Waldbereich, vorzugsweise im Maßstab 1: 10.000 und darunter. Die Daten werden in Datenbanken erfasst und sind so Grundlage für die forstwirtschaftliche Planung und die Bearbeitung bodenschutzrelevanter Fragestellungen auf Waldstandorten.

Bodenuntersuchungen der LUFA

Durch die LUFA Rostock der LMS werden im Rahmen des Vollzuges von Dünge- und Abfallrecht auf landwirtschaftlichen Flächen Bodenuntersuchungen in den Tiefenstufen 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm (nach VDLUFA) durchgeführt.

Gemäß Vorgaben der Düngeverordnung (DüV) werden der Reaktionszustand (pH-Wert / Kalkversorgung) und die Nährstoffversorgung (Makronährstoffe Phosphor, Kalium, Magnesium und Stickstoff) der Ackerböden untersucht.

Entsprechend Bioabfallverordnung (BioAbfV) und Klärschlammverordnung (AbfKlärV) sind Böden vor der Ausbringung von Bioabfällen bzw. Klärschlamm auf den Gehalt an Schadstoffen (Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink), Nährstoffen (Phosphor, Kalium und Magnesium) sowie den pH-Wert zu untersuchen.

Untersuchungen im Rahmen der Altlastenbearbeitung

Der Untersuchungsumfang eines Bodens richtet sich nach den vorliegenden Informationen zum erfassten Altlastverdachtsstandort. Eine gestufte Vorgehensweise ermöglicht einen standortbezogenen Informationszuwachs und eine Zunahme der Informationstiefe.

Kenntnisse über die räumliche Verbreitung, die Eigenschaften und den Zustand eines Verdachtsstandortes liefert die orientierende Untersuchung, in der insbesondere Messungen zum Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast erfolgen. Die Detailuntersuchung stellt eine vertiefte weitere Untersuchung zur abschließenden Gefährdungsabschätzung dar, die insbesondere der Feststellung von Menge und räumlicher Verteilung von Schadstoffen dient. In der Regel liegen Bohrprofile und die gemäß BBodSchV zu bestimmende Stoffanalytik vor. Für die 5.463 in Mecklenburg-Vorpommern erfassten zivilen Altlastverdachtsflächen liegen dem LUNG bisher 2.696 Erstbewertungen und 514 Detailuntersuchungen vor. Von den derzeit erfassten 3.087 Altlasten befinden sich 536 in der Sanierung und 2.322 in der Überwachung. Bei 2.036 Standorten wurde die Sanierung bereits in den Vorjahren abgeschlossen. Untersuchungen mit großflächigem regionalem Bezug finden im Rahmen der Altlastbearbeitung nicht statt.

Untersuchungen im Rahmen der Bodenschätzung der Finanz- und Katasterverwaltung

Die Bodenschätzung wurde erstmals 1934 - 1954 zur Bewertung der Ertragsfähigkeit der Böden für steuerliche, wie auch für nichtsteuerliche Zwecke durchgeführt. Die Daten werden durch die Finanzämter erhoben und verwaltet.

Mit den Daten liegen bodenkundliche Informationen mit einer hohen Flächendeckung und Punktdichte vor. Die Bodenschätzung wurde für landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzte Flächen durchgeführt. Die Aufnahme erfolgte in einem 50 m – Raster. Seit 1990 erfolgt die Nachschätzung von Grünlandflächen.

Die Grablochbeschriebe beinhalten Angaben zur Bodenart, der geologischen Herkunft, zu den Wasserverhältnissen und weiteren Eigenschaften der Böden. Die Bodenschätzung bietet für den großmaßstäblichen Bereich parzellenscharfe Bodendaten mit einer hohen räumlichen Auflösung. Auf Grund des Fehlens relevanter ökologischer Daten kann sie die moderne bodenkundliche Landesaufnahme nicht ersetzen.

Im Rahmen von vier Pilotprojekten in den Altkreisen Nordwestmecklenburg und Ostvorpommern sind durch den Geologischen Dienst in Zusammenarbeit mit den zuständigen Finanzämtern Grablochbeschriebe der Bodenschätzung digitalisiert worden. Die weitere Digitalisierung der Grablochbeschriebe durch die Finanzverwaltung erfolgt derzeit aus Kapazitätsgründen nur eingeschränkt, im Regelfall nach aktuellem Bedarf und personellen Möglichkeiten. Bislang sind ca. 85 % der Flächendaten als Ergebnisse der Bodenschätzung in ALKIS durch die Vermessungs- und Geoinformationsbehörden der Landkreise und kreisfreien Städte digital erfasst. Der vollständige digitale Nachweis der Bodenschätzungsergebnisse einschließlich Lage und Bezeichnung der Grablochbeschriebe (Bodenprofile) sowie der Muster- und Vergleichsstücke im Liegenschaftskataster wird für die nächsten Jahre angestrebt. Die Bearbeitungsstände variieren zwischen den Katasterämtern.

Ein Projekt zur INSPIRE-konformen Ausweisung der Grablochbeschriebe der Finanzverwaltung mit dem LUNG ist in Vorbereitung. Bei dessen Umsetzung wird auch der Lagebezug der Grablochbeschriebe sukzessive aufgenommen.

Untersuchungen im Rahmen der Bodenverwertung (Kreislaufwirtschaft)

Im Zuge der Überarbeitung/Novellierung von Vorschriften zur Verwertung von Bodenaushub hat das LUNG seit 2004 in zwei Projekten bestimmte Eigenschaften von Böden analysiert. Hier wurden tiefgründigere Profile (bis 5 m Tiefe) vor allem auf eluierbare Bestandteile untersucht. Die Profile werden in der Regel sowohl bodenkundlich als auch geologisch angesprochen und in Profil-Datenbanken archiviert. Die gewonnenen Proben werden nach der Analytik ebenfalls archiviert, um sie für vertiefende Untersuchungen verfügbar zu haben.

Derzeit sind zwei Projekte mit Probenahme und Analytik abgeschlossen:

- a) Untersuchungen zu Hintergrundwerten von Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat in S4-Bodeneluat in küstennahen Profilen und
- b) Erarbeitung von landestypischen Hintergrundwerten (Sulfat, Chlorid, Leitfähigkeit in Bodenextrakten und B[a]P, Σ 16 PAK als Gesamtgehalte) für Verdichtungsräume in Mecklenburg-Vorpommern.

Untersuchungen im Rahmen von Projekten mit Bodenbezug

Für eine schnellere Erstellung von Bodenkarten, von Bodendatenbanken und für die Bearbeitung umweltrelevanter Fragestellungen ist die Auswertung fachübergreifender, aus Nachbardisziplinen stammender Daten mit Bodenbezug notwendig. Zu nennen sind neben den topographischen, klimatologischen und geomorphologischen Daten folgende wichtige Fachbereiche:

Geologische Landesaufnahme

Die geologische Kartierung hat das Ziel einer flächendeckenden Aufnahme der oberflächennahen Schichten bis zu einer Tiefe von mindestens 2 m. Dabei werden vorliegende weitergehende Bohrungen und geologische Untersuchungen des Untergrundes einbezogen. Die Kenntnis der Entstehung und der Eigenschaften der oberen geologischen Schichten ermöglicht fundierte Aussagen über die Entwicklung und Eigenschaften der Böden und die Beurteilung von Umwelteinflüssen auf die Böden.

Die geologische Landesaufnahme im Maßstab 1: 25.000 bzw. 1: 50.000 muss daher ebenso wie die bodenkundliche Landesaufnahme (im Umwelt- und Forstbereich) als wichtige Ergänzung weitergeführt werden.

Daten zur Topographie

Daten zur Topographie werden durch das Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern (LAIv) in analoger und digitaler Form bereitgestellt. Die Daten sind die Grundlage für die Darstellung der Bodeneinheiten in Abhängigkeit von ihrer Lage im Relief. Diese Abhängigkeit von der Lage im Relief führt zu unterschiedlichen und standorttypischen Ausprägungen der Böden.

Besondere Bedeutung gewinnen die digitalen topographischen Daten, wie sie im **Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS)** teilweise verfügbar sind. Dabei sind die Daten des **Digitalen GeländeModells (DGM)** und des **Digitalen LandschaftsModells (DLM)** für bodenbezogene Fragestellungen (u. a. Wasser- und Winderosion) von hohem Wert.

Liegenschaftskataster

Für den Bodenschutz liegt der Wert des Liegenschaftskatasters in seiner genauen Darstellung der bodenschutzrelevanten Nutzungsobjekte in ihren örtlichen Bezügen. Dazu sind Nutzungsdaten enthalten. Angaben zu Versiegelungsgraden von Böden lassen sich aus den Nutzungsarten ableiten.

Zuständig für die Führung und Erneuerung des Liegenschaftskatasters sind die unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörden in den Landkreisen und kreisfreien Städten. Während die Liegenschaftskarte bis Ende 2009 auf eine automatisiert geführte Form (**Automatisierte Liegenschaftskarte - ALK**) umgestellt wurde, steht das **Automatisierte Liegenschaftsbuch (ALB)** in Mecklenburg-Vorpommern seit 1995 den Nutzern flächendeckend zur Verfügung. Diese beiden Geobasisinformationssysteme werden integriert im **Amtlichen LiegenschaftskatasterInformationssystem (ALKIS)** geführt. Die Nutzung dieser Daten für Bodenschutzbelange mittels Bodeninformationssystem wird durch ihre Einbindung möglich.

Das Liegenschaftskataster weist die Ergebnisse der amtlichen Bodenschätzung sowie die Lage und Bezeichnung der Bodenprofile nach dem Bodenschätzungsgesetz (BodSchätzG) nach. Die Schätzungskarten als wichtige Informationsgrundlage für den Bodenschutz liegen als sogenannte Schätzungsdeckpausen der Katasterverwaltung vor.

Luft- und Satellitenbilder

Für Zwecke des Bodenschutzes können Luft- und Satellitenbilder erfolgreich eingesetzt werden. Die Aufnahmen ermöglichen Angaben zur natürlichen und nutzungsbedingten kleinräumigen Diversität der Böden und zur Erfassung gefährdeter Regionen durch den Prozess der Bodenerosion durch Wasser und Wind.

Über die grundsätzlich erforderliche systematische und flächendeckende Erfassung von bodenschutzrelevanten Daten hinaus sind weitere Informationen von Nachbardisziplinen aus den dort gezielt durchgeführten Einzelprojekten zu gewinnen, z. B. Baugrunduntersuchungen, Untersuchungen zum Strahlenschutz, Untersuchungen zur Deponie Ihlenberg sowie Untersuchungen aus Meliorationsprojekten.

1.3.2 Verwaltung bodenbezogener Daten

Die ermittelten bodenbezogenen Daten werden in Informationssystemen erfasst. Dafür müssen die Mindestanforderungen an die Organisation und Struktur von Datenbanken erfüllt sein und entsprechende Erfassungsschlüssel auf der Grundlage geltender Standards (z. B. Bodenkundliche Kartieranleitung) vorliegen. Für die Übernahme und die Auswertung fachübergreifender, aus anderen Fachdisziplinen stammender Daten gilt dies ebenfalls (z. B. Meliorationsprojekte, Standortkartierungen, Bodenschätzung). Ihre Erfassung in Datenbanken und Geoinformationssystemen ist durch die notwendige Übersetzung, Verschlüsselung und Eingabe mit einem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden.

Fachinformationssystem Boden (FISBO)

Die Ergebnisse der Untersuchungen nach Nummer 1.3.1 finden Eingang in das beim LUNG geführte Fachinformationssystem Boden (FISBO), das Teil des übergeordneten Bodeninformationssystems (BIS) ist. Hinweise über den Aufbau sind dem Bodenbericht und der Abbildung 1 zu entnehmen. Derzeitig sind Profil- und Labordatenbank arbeitsfähig. Flächen- und Methodendatenbank befinden sich in der Aufbau- bzw. Testphase. Die unzureichenden Datenbestände (siehe Nummer 1.3.1) erlauben noch keine landesweiten Bewertungen und Darstellungen über bodenschutzrelevante Probleme. Ziel der Führung des FISBO ist die Erstellung eines umfassenden, digital verfügbaren Datenbestandes über den stofflichen Zustand der Böden und ihre räumliche Verbreitung.

Mit der Führung des FISBO ist der Aufbau der Bodenprobenbank verbunden. Die Bodenprobenbank ist mit den Regelungen des § 6 Absatz 1 LBodSchG M-V verbindlicher Bestandteil des Bodeninformationssystems Mecklenburg-Vorpommerns. Sie dient zur Dokumentation der stofflichen Zusammensetzung von Böden sowie zur Beweissicherung.

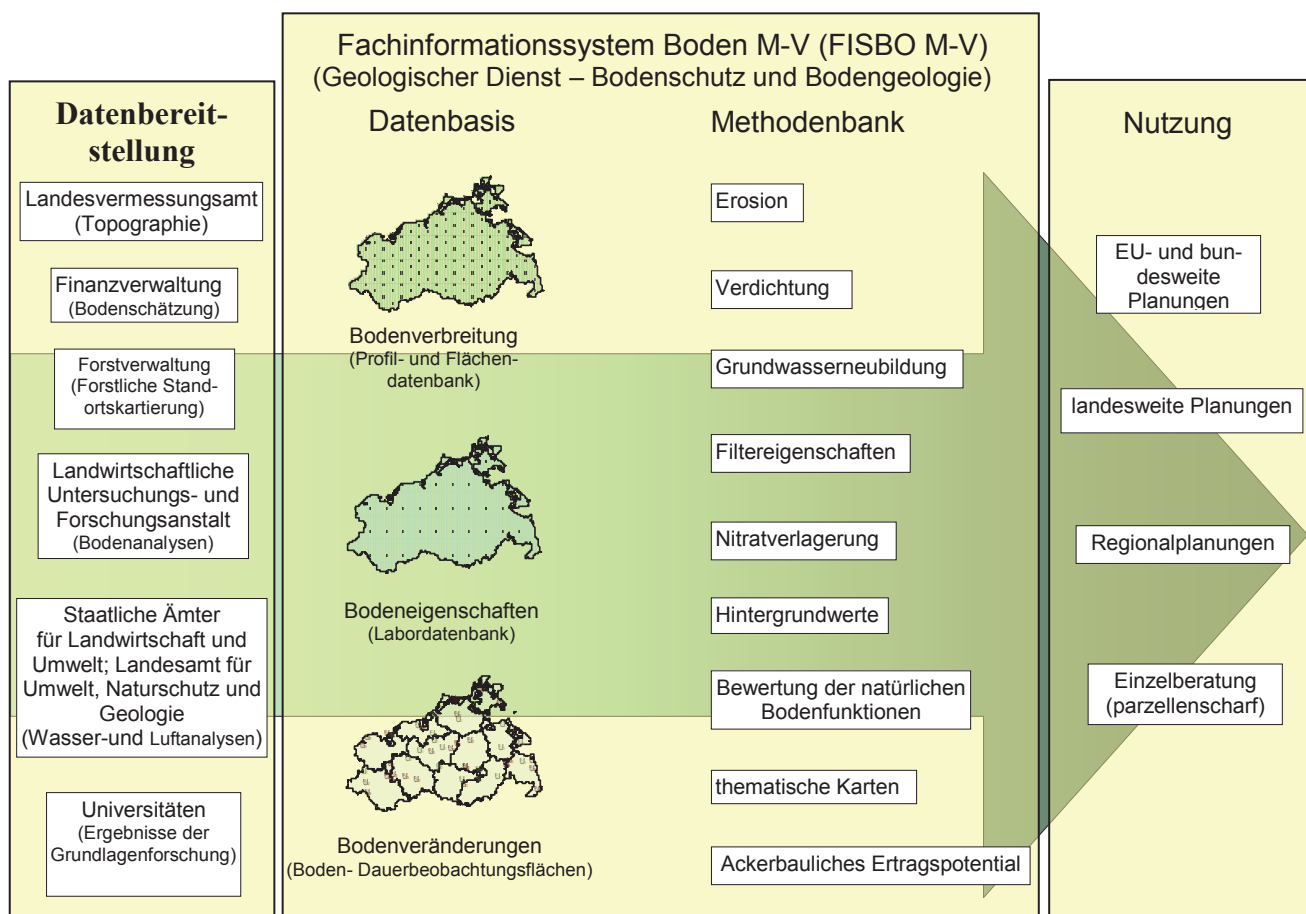


Abbildung 1: Das Fachinformationssystem Boden Mecklenburg-Vorpommern als Instrument zur Sammlung, Aufbereitung und Ableitung von Daten für die Praxis (verändert nach Oelkers 1993)

Analysendatenbanken Labor

Im Gemeinschaftslabor des LUNG werden in zwei Datenbanken die Analyseergebnisse der seit 1992 entnommenen und untersuchten Feststoffproben geführt. Dies sind vor allem (Stand: 27.01.2016):

- Bodenproben Bodendauerbeobachtung (1.360 Proben), Moorstandortkatalog (2.957 Proben), Landeskartierung (2.619 Proben)
- Bodenproben für spezielle Hintergrundwerte (z. B. Stadtböden) (3.215 Proben)
- Sedimente aus landeseigenen Bohrkampagnen (Schwerpunkt Untergrunderkundung der Umgebung der Deponie Ihlenberg (2.143 Proben)
- Schwebstoffe ausgewählter Oberflächengewässer (870 Proben)
- Untergrund-Sedimentproben von Seen aus Mecklenburg-Vorpommern (719 Proben)

Darüber hinaus sind zahlreiche weitere Daten kleinerer Projekte (z. B. Küstenschutz, Baugrund-, Rohstoffuntersuchungen) enthalten. Die Daten lagen bis 2011 in Form einer ACCESS-Datenbank und ab 2011 in Form eines Laborinformationssystems auf Oracle-Basis vor.

Erfasst werden probenspezifisch:

- a) Rahmendaten (z. B. Herkunft, Nutzung, Feldansprache, Beprobungstiefe, Horizont)
- b) Analysedaten Chemie (z. B. Gesamtelementgehalte, extrahierbare Bestandteile, vereinzelt organische Komponenten)
- c) Analysedaten Physik (z. B. Kornverteilung, Glühverluste, Rohdichten, Kf-Werte)
- d) aus den Analysedaten berechnete Gehalte (z. B. organischer Kohlenstoff, Humusgehalt, Lagerungsdichte, Porenvolumen)

Im Kapitel 3.2.2 des Bodenberichtes (LUNG 2002) sind die einzelnen Untersuchungsparameter für Mineralböden und für Moor aufgeführt. Ergänzend werden seit 2007 im Königswasser-Extrakt (entsprechend BBodSchV) die Spurenmetalle As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, U, V, Zn erhoben. Diese Parameter werden nicht nur bei Bodendauerbeobachtungsflächen, sondern bei allen gewonnenen Feststoffproben mit umweltgeochemischem Bezug erfasst.

Die im LUNG analysierten Daten sind mit standardisierten DIN-konformen Untersuchungsverfahren erhoben worden, die als SOPs („Standard Operating Procedure“) abrufbar sind. Ergänzend werden in die Datenbanken auch extern erhobene Analysedaten eingepflegt, die mit dem jeweiligen Untersuchungslabor und dem Untersuchungsverfahren verbunden sind.

Ein wichtiges Anwendungsgebiet ist die Optimierung des Messnetzes für die Erstellung weiterer Hintergrundwerte und die Erweiterung des Datenpools der vorhandenen Hintergrundwerte (siehe Kapitel 2.1.1). Hiermit wird auch die Möglichkeit geschaffen, zukünftig digitale Karten mit geochemischen Informationen zu erstellen.

Digitales Bodenschutz- und Altlastenkataster Mecklenburg-Vorpommern (dBAK)

Die von den Landkreisen bzw. kreisfreien Städten erfassten (Meta-)Daten zu altlastverdächtigen Flächen und Altlasten werden beim LUNG mit Hilfe des WEB(GIS)-basierten Programmes dBAK zentral als Bodenschutz- und Altlastenkataster des Landes Mecklenburg-Vorpommern geführt. In dem im Jahre 2014 fertiggestellten Programm sind die Informationen aus dem ehemaligen Altlastenkataster-ALPHA 2000 und aus dem Altlasten-Gutachtenkatalog zusammengeführt. Zur räumlichen Visualisierung verfügt das Programm über eine WEB(GIS)-Komponente.

Neben den altlastverdächtigen Flächen und Altlasten werden auch schädliche Bodenveränderungen, Erosionsereignisse und devastierte Flächen mit der Software erfasst.

Die Ein- und Ausgabe der in einer zentralen Datenbank abgelegten Daten erfolgt über marktübliche Browsersoftware.

Die Rüstungs-, militärischen und WGT-Altlastverdachtsstandorte waren seit 2009 Bestandteil des ALPHA 2000. Mit der Migration der ALPHA 2000-Daten in das dBAK, sind diese Daten im dBAK recherchierbar. Aus den im dBAK erfassten Daten lassen sich nur indirekt Informationen über den stofflichen Zustand der Böden mit Altlastenverdacht bzw. Altlasten ziehen. Über eine Internetschnittstelle kann jeder Nutzer, unter Berücksichtigung des Datenschutzes, online Anfragen zur Altlastensituation auf einem bestimmten Grundstück an das dBAK stellen.

Weitere Informationssysteme

Informationssysteme mit Bodenbezug sind in den Nachbardisziplinen (Forstverwaltung, Landwirtschaft) im Aufbau begriffen und stehen teilweise für die öffentliche Nutzung zur Verfügung.

1.3.3 Kartendarstellung bodenbezogener Daten

Die vorliegenden Kartenwerke zu Böden in Mecklenburg-Vorpommern lassen sich zweckmäßigerweise wie folgt in drei Maßstabsebenen unterscheiden:

Die örtliche Maßstabsebene (ca. 1: 25.000 bis 1: 5.000 und größer)

Die Daten der Bodenschätzung stellen den bundesweit einheitlichen Datenbestand dieser Maßstabsebene auf Flurkartenbasis dar. Die Bodenschätzung genießt hohe Akzeptanz bei den Landwirten und wird bis heute sowohl steuerlich als auch außersteuerlich genutzt.

Die **Klassenflächenkarten der Bodenschätzung** sind Bestandteil der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) und werden durch die unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörden der Landkreise und kreisfreien Städte digitalisiert und dort als Folie 42 der ALK vorgehalten. Gegenwärtig liegen ca. 85 % der Klassenflächenkarten digital vor. Der umfangreiche und für die Bodenkartierung und Bodenfunktionsbewertung wichtige Profildatenbestand mit Grablöchern, Muster- und Vergleichsstücken wird im Zuge der Erfassung der ALK-Folie 42 ebenfalls digital nachgewiesen. Der Erfassungsstand beträgt derzeit ca. 51 %. Die zugehörigen Grablochbeschreibungen werden in Mecklenburg-Vorpommern durch die Finanzverwaltung, wie unter 1.3.1 bereits ausgeführt, derzeit aus Kapazitätsgründen nur im eingeschränkten Umfang digitalisiert. So können dort hinterlegte Kennwerte wie z. B. Humus-, Karbonatgehalt oder Eisenschüssigkeit momentan auch nur eingeschränkt zum Vergleich mit aktuellen Werten herangezogen werden. Diese seinerzeit kostenintensiv erhobenen Datenbestände müssen gesichert werden.

Die **Konzeptbodenkarte 1: 25.000 (KBK 25)** enthält Angaben zur Verbreitung der Bodenformengesellschaften. Ihr liegt eine digitale Flächendatenbank mit den jeweiligen bodenkundlichen Parametern (z. B. Ton-, Humus- und Kalkgehalt) zugrunde. Eine grundlegende Informationsquelle für diese Maßstabsebene sind die Ergebnisse der Bodenschätzung. Dies sind insbesondere die Profilbeschreibungen der Musterstücke und Grablöcher. Sie bieten für den großmaßstäblichen Bereich die größte Informationsdichte und können parzellenscharf Bodendaten mit einer hohen räumlichen Auflösung liefern.

Die Landesforstverwaltung Mecklenburg-Vorpommern ist für die Erstellung der **forstlichen Standortskarte (1: 5.000 – 1: 10.000)** verantwortlich. Die Digitalisierung dieses Kartenwerkes ist abgeschlossen. Es erfolgt eine jährliche Aktualisierung/Wartung.

Die durch die Landesforstverwaltung erarbeitete **forstliche Naturraumkarte (1: 25.000 – 1: 50.000)** enthält neben den Angaben zu den Böden (Bodentypen/Bodenarten) auch Angaben

zur Naturraumausstattung (Klima, Relief). Ihr liegt für die landwirtschaftlich genutzten Flächen die MMK 1: 100.000 zugrunde.

Die regionale, überörtliche Maßstabsebene (ca. 1: 200.000 bis 1: 50.000)

Im Rahmen der integrierten Landesaufnahme werden die **Bodenkarte 1: 50.000 (BK 50)** und die Geologische Karte 1: 50.000 (GK50) gemeinsam erarbeitet. Damit werden die bereits vorhandenen hydro- und rohstoffgeologischen Kartenwerke in diesem Maßstab ergänzt. Basis für die BK50 ist die mittels Bohrstocksondierungen überprüfte und mit den Konturen der GK50 abgestimmte KBK 25. Mit Stand 2016 wurden nach Blattschnitt Topographische Karte 1: 50 000, Normalausgabe (TK50n) die Blätter L1344, L1346, L1540, L1542, L1544, L1546, L1548, L1740, L1742, L1744, L1746, L1748, 1940, L1942, L1944, L1946, L1948, L1950, L2136, L2138, L2140, L2142, L2144, L2146, L2148, L2150, L2336, L2338, L2340, L2342, L2344, L2538, L2540, L2542, L2738, L2740, L2742, L2942 und L2944 erarbeitet.

Die Arbeitskarten 1: 25.000 (MMK 25) der **Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung 1: 100.000 (MMK 100)** stellen für die landwirtschaftlich genutzten Flächen eine wichtige Datengrundlage dar. Sie liegt digital vor und ermöglicht trotz zugrunde liegender TGL-Standards (ehemaliges Standardwerk der DDR) insbesondere zu den physikalischen Bodeneigenschaften der landwirtschaftlich genutzten Standorte hinreichende Bewertungen. Es fehlen bodenchemische Parameter (Nähr- und Schadstoffe), wie sie für eine Bewertung nach den geltenden Standards und Methoden benötigt werden (z. B. Schwermetalle für Hintergrundwerte).

Die gemeinsam von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und den Geologischen Diensten der Länder erarbeiteten **Bodenübersichtskarten** im Maßstab **1: 200.000 (BÜK 200)** sind ab Juli 2012 kostenfrei auch als Web Map Service (WMS) über das Internet verfügbar. Damit können die Kartendaten der BÜK 200 nicht mehr nur über den GeoShop Hannover (www.geoshop-hannover.de), sondern auch online über einen WMS bezogen werden. Auf diesem Weg lassen sich Kartenbilder direkt in ein Geografisches Informationssystem (GIS) einbinden. Mit Fertigstellung der BÜK 200 stellt das Fachinformationssystem Boden der BGR (FISBO BGR) eine erste bundesweit einheitliche und flächendeckend detaillierte Informationsgrundlage für Aussagen zu Bodennutzung und Bodenschutz in Deutschland zur Verfügung. Dargestellt ist die Verbreitung von Bodenformengesellschaften auch für Abschätzungen auf regionaler Ebene (Planungsregion, Landkreis). Eine daran gekoppelte Flächendatenbank, in der jede Legendeneinheit durch repräsentative Modellprofile charakterisiert wird, liefert bodenkundliche Kennwerte (z. B. Bodenart, Humus- und Carbonatgehalt, Grundwasserstufe), die eine entsprechende fachliche Bewertungsgrundlage für Bodenschutzbelange darstellen. Grundlage für die BÜK 200 in Mecklenburg-Vorpommern ist die Konzeptbodenkarte 1: 25.000 (KBK 25) des Geologischen Dienstes.

Link zum **Karten-Viewer**:

http://www.bgr.de/app/FISBoBGR_MapServer/OpenLayers/BUK200.html

Link zur **Themenseite** Bodenübersichtskarte 1: 200.000 (BÜK 200):

http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Informationsgrundlagen/Bodenkundliche_Karten_Datenbanken/BUK200/buek200_node.html

Die überregionale, landesweite Maßstabsebene (ca. 1: 500.000 bis 1: 200.000)

Die **Bodenübersichtskarte 1: 500.000 (BÜK 500)** ist für überregionale Abschätzungen auf Landesebene geeignet und bietet dafür eine hinreichend genaue Darstellung über die Verbreitung von Leitbodentypen mit Angaben zu den Bodenarten und zur Hydromorphie. Tabellarisch sind überschlägige Parameter zur Einschätzung der Bodenfunktionen angegeben,

und es liegen landesweite Darstellungen zur Durchlässigkeit, Pufferkapazität, Austauschkapazität, Erosionsgefährdung durch Wasser und Wind und zur Verdichtungsgefährdung der Böden vor.

In diesem Kapitel sind erstmals alle Informationssysteme mit Bodenbezug zentral erfasst und einer Bewertung unterzogen worden. Die Auswertung der vorhandenen Informationssysteme und Bewertung der Daten in Abstimmung mit den zuständigen Stellen hat gezeigt, dass bereits eine Vielzahl von bodenbezogenen Daten existiert. Folgende Informationsgrundlagen wären zu vervollständigen:

- Digitalisierung der Grablochbeschriebe der Bodenschätzung
- Digitalisierung der Standorterkundungsunterlagen der Meliorationsprojekte
- flächendeckende Bewertung von Bodenfunktionen bzw. bodenschutzbezogene Themenkarten der verschiedenen Maßstabsebenen
- Kartendarstellung der Bodenzustandsentwicklung mittels parameterbezogener Zeitreihen
- Kartendarstellung der Hintergrundwerte
- Auswertung der vorhandenen Labordaten unter pedogenetischen Aspekten

1.4 Umweltpolitische Zielsetzungen

Mit Blick auf Teil 3 des Bodenschutzprogramms Mecklenburg-Vorpommern werden im vorliegenden Teil 2 die nachfolgenden vier Zielkategorien berücksichtigt, deren hierarchische Gliederung in Abbildung 2 ersichtlich wird. Bestehende und zu entwickelnde Umweltqualitätsstandards stehen hierzu im unmittelbaren Zusammenhang.

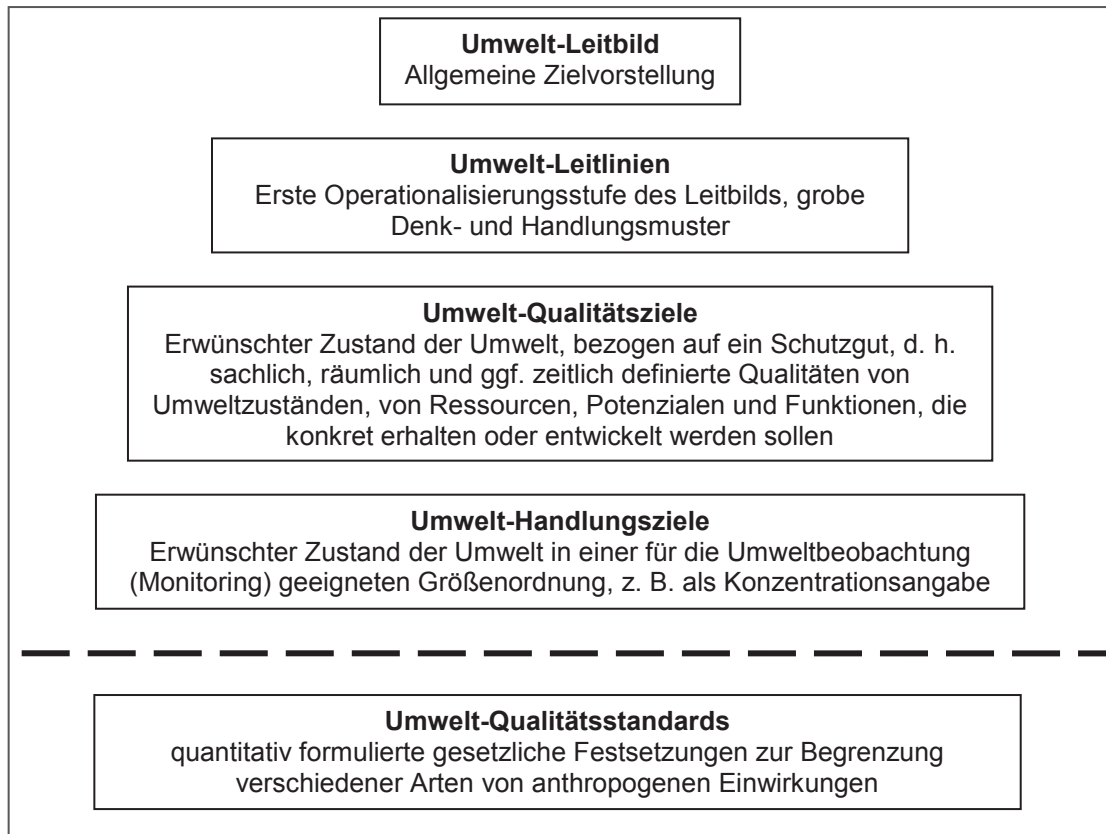


Abbildung 2: Hierarchische Gliederung vom Umwelt-Leitbild bis Umwelt-Qualitätsstandard (LUNG 2002)

Übergeordnete, sehr allgemein gehaltene Zielvorstellungen, die im Bereich der Umweltpolitik entwickelt und genutzt werden, werden als **Umwelt-Leitbild** bezeichnet. Mit dem UN-Gipfel 1992 in Rio de Janeiro entwickelte sich z. B. das Umwelt-Leitbild der „Nachhaltigen Entwicklung“ zum Paradigma der globalen und der nationalen Umweltpolitik. Dazu werden alle drei Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung (Ökologie, Ökonomie und Soziales) in die Abstimmung der Ziele des Umweltschutzes mit einbezogen. An diesem gesellschaftlich und politisch akzeptierten Ziel einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung richtet sich die gesamte deutsche Umweltpolitik aus. Auch in Mecklenburg-Vorpommern wurde dieses Leitbild als Basis für die zukünftige wirtschaftliche, soziale und ökologische Entwicklung des Landes anerkannt. Für den Bodenschutz lässt sich analog der Zweckbestimmung des Bundes-Bodenschutzgesetzes das Leitbild ableiten, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern bzw. wiederherzustellen.

Konkretisiert wird das übergeordnete, sehr allgemein gehaltene Leitbild durch die Formulierung von **Umwelt-Leitlinien**. Darunter versteht man handlungs- und zugleich zielorientierte Grundprinzipien. Sie bilden die erste Operationalisierungsstufe des Leitbildes, indem sie die grobe Denk- und Handlungsrichtung vorgeben, der zur Erreichung des Leitbildes gefolgt werden muss (SRU 1998).

Wie bereits in Kapitel 1.1 beschrieben, bilden die Bodenfunktionen, welche in § 2 Absatz 2 BBodSchG konkretisiert wurden, die Leitlinien des Bodenschutzes.

Vor- und nachsorgender Bodenschutz haben die zentrale Aufgabe, diese Funktionen der Böden zu erhalten oder wiederherzustellen. Die natürlichen Funktionen des Bodens stehen dabei an erster Stelle des § 2 Absatz 2 BBodSchG, da sie die essentiellen Funktionen des Bodens als Lebensgrundlage der Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen beschreiben. Alle weiteren Funktionen sollen an nächster Stelle geschützt werden und sind somit bei der Aufstellung der nachfolgenden Operationalisierungsstufen Umwelt-Qualitäts- und Umwelt-Handlungsziele ebenso zu beachten.

Den auf ein Schutzgut bezogenen (langfristig) erwünschten Zustand bezeichnet man als **Umwelt-Qualitätsziel**. Dieses Ziel verbindet einen naturwissenschaftlichen Kenntnisstand mit gesellschaftlichen Wertungen, wird für einzelne Schutzgüter bestimmt und ist an der Regenerationsrate wichtiger Ressourcen, an der ökologischen Tragfähigkeit, am Schutz der menschlichen Gesundheit oder an den Bedürfnissen heutiger und zukünftiger Generationen orientiert.

Umwelt-Qualitätsziele mit Bezug zum Bodenschutz sind beispielsweise:

- Erhalt/Wiederherstellung des regionalspezifischen Gehalts an Nährstoffen im Boden
- Erhalt/Wiederherstellung der Standorteigenschaften, des Ertragspotentials und der Bodenfruchtbarkeit
- Erhalt/Wiederherstellung der Struktur der Böden
- Erhalt/Wiederherstellung natürlicher Wassergehalte der Böden
- Reduzierung des Flächenverbrauches
- Vorrang der Innenentwicklung vor Außenentwicklung

Umwelt-Handlungsziele sind ebenfalls schutzgut- oder medienbezogen. Sie sind eng mit den Umwelt-Qualitätszielen verbunden. Sie beschreiben den gewünschten Zustand der Umwelt in einer für die Umweltbeobachtung (Monitoring) geeigneten Größenordnung, z. B. als Konzentrationsangabe. Ein Umwelt-Handlungsziel stellt somit die erforderliche Belastungsminderung (z. B. einen Schadstoffeintrag) als Differenz zwischen dem gegenwärtigen Ist-Zustand und einer zulässigen Gesamtbelastung dar. Es werden die Schritte festgelegt, die notwendig sind, die in den Umwelt-Qualitätszielen beschriebenen Zustände oder Eigenschaften der Umwelt zu erreichen.

Umwelt-Handlungsziele mit Bezug zum Bodenschutz sind beispielsweise:

- Reduzierung von Stoffeinträgen in Luft, Wasser, Boden
- Reduzierung der täglichen Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke bis zum Jahr 2020 auf 30 Hektar (Nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung 2002)
- Senkung der Treibhausgas-Emissionen für Deutschland bis 2020 um 40 % gegenüber 1990 (Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD 2013)
- Begrenzung des Anstiegs der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2°C über dem vorindustriellen Niveau, wenn möglich auf 1,5°C über dem vorindustriellen Niveau (Paris-Abkommen 2015)

Unter **Umwelt-Qualitätsstandards** versteht man quantitativ formulierte rechtliche Festsetzungen zur Begrenzung verschiedener Arten von anthropogenen Einwirkungen auf den Menschen und/oder die Umwelt sowie quellenbezogene Festsetzungen.

Beispiele:

- Vorsorgewerte gemäß BBodSchV
- Grenzwerte gemäß AbfKlärV, BioAbfV, DüV
- Depositionswerte gemäß TA Luft

Die wesentlichen Rechtsquellen mit Bezug auf Umwelt-Qualitätsstandards für den Bereich Boden wurden bereits im Kapitel 6 des Bodenberichtes dargestellt. In den nachfolgenden Kapiteln 2 bis 6 dieses Berichtes werden für jedes Themengebiet die anzuwendenden Standards benannt.

2 Zustand der Böden

2.1 Stofflicher Zustand

2.1.1 Anorganische und organische Stoffe – Hintergrundwerte

Beschreibung des Ist-Zustandes

Kenntnisse über die Gehalte anorganischer und organischer Stoffe liegen vorrangig in Form von Hintergrundwerten vor. Diese bezeichnen die repräsentativen Stoffkonzentrationen der Böden einer Region, welche durch den geogenen Grundgehalt und die ubiquitären Depositionen beeinflusst sind.

Für die Böden in Mecklenburg-Vorpommern wurden an Proben, die im Zeitraum 1992 bis 2013 gewonnen und auf ein umfangreiches Parameterspektrum analysiert wurden, die in Tabelle 1 dargestellten Hintergrundwerte ermittelt (LABO 2015).

Erläuterung zu den Hintergrundwerte-Tabellen:

Datenherkunft

Anorganische Stoffe:

- (a) Bodendauerbeobachtung und Bodenmessprogramme des Landes M-V
- (b) BZE-2-Erhebung MV der Landesforst M-V vom 12.10.2010

Organische Stoffe

Sonderprojekt 1995-1997 des ehemaligen GLA M-V

Extraktions-/Aufschlussverfahren

anorganische Stoffe:

- Königswasserauszug $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ 3:1 nach DIN 38414-7
- Königswasserauszug $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ 3:1 in der Mikrowelle nach DIN 38414-7a

organische Stoffe:

- Extraktion mit Tetrahydrofuran, Analyse mit HPLC nach US EPA 610

Erhebungszeitraum der Daten

anorganische Stoffe: (a) LUNG Analytik 2003 – 2014
(b) Landesforst 2010

organische Stoffe: GLA-Analytik 1995 – 1997

Erläuterungen zur Substratdifferenzierung

Pleistozäne Lockersedimente: Geschiebelehm, Sand, Schluff, Ton

Holozäne Bildungen: Torf

Einteilung nach KA 5

Erläuterungen zur Nutzungs- und Horizontdifferenzierung

Acker und Grünland: Oberboden, Unterboden, Untergrund:

Einteilung gemäß Kap. 3.2.1.3 des Berichts LABO-Hintergrundwerte (2003)

Wald: Da im Wald nach BZE-Vorgaben die Tiefenstufen beprobt wurden, wurden diese nach folgendem Schema zusammengefasst:

Humusaufgabe bleibt unverändert

Tiefenstufen 0 - 5 cm und 5 - 10 cm werden als Oberboden gewertet

Tiefenstufen 10 - 30 cm und 30 - 60 cm werden als Unterboden gewertet

Tiefenstufe 60 - 90 cm wird als Untergrund gewertet

Erläuterungen zur Gebietsdifferenzierung

0 – keine Gebietsdifferenzierung (Proben aber überwiegend Typ A– ländlicher Raum, nur vereinzelt Typ B – Verdichtungsräume)

Tabelle 1: Hintergrundwerte für Böden - Mecklenburg-Vorpommern

**Anorganische Stoffe - Königswasser-Extrakt
Quartäre Lockersedimente - Sande**

gelb = Überschreitung des Vorsorgewerts der BBodSchV

Nutzung Acker

		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Tl	U	V	Zn
		mg/kg															
Oberboden	n	344	42	344	263	346	341	342	181	344	345	265	258	178	176	182	345
Typ O	50. P.	3,0	0,41	0,11 ¹	2,8	10	7,2	0,041	0,28	5,0	13	0,28	0,05 ¹	0,08	0,49	18	27
	90. P.	4,3	0,56	0,17	4,6	15	10,6	0,105	0,50	7,9	17	0,49	0,49	0,16	0,72	29	38
Unterboden	n	407	62	411	348	412	412	408	219	413	413	351	346	215	214	220	411
Typ O	50. P.	2,2	0,49	0,09 ¹	2,7	8,0	4,6	0,020	0,20	5,2	6,8	0,13	0,05 ¹	0,05 ¹	0,44	15	19
	90. P.	4,4	0,77	0,13 ¹	5,2	15	8,6	0,088	0,50	11	12	0,33	0,29	0,18	0,75	27	30
Untergrund	n	344	43	344	280	346	344	345	176	344	346	281	281	190	187	193	345
Typ O	50. P.	2,3	0,44	0,10 ¹	2,8	8,3	5,8	0,013	0,14	6,1	5,8	0,13 ¹	0,05 ¹	0,05 ¹	0,51	15	19
	90. P.	4,3	0,73	0,13 ¹	5,1	15	10	0,067	0,29	12	10	0,37	0,23	0,13	0,74	28	31

Nutzung Grünland

		As	Be ²	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Tl	U	V	Zn
		mg/kg															
Oberboden	n	148	(11)	148	110	149	148	144	71	148	147	124	122	117	63	73	148
Typ O	50. P.	2,6	(0,34)	0,10 ¹	1,4	9,9	6,3	0,055	0,29	3,6	13	0,27	0,05 ¹	0,11 ¹	0,39	13	22
	90. P.	5,3	(0,57)	0,26	3,4	28	17	0,19	0,50	6,3	24	0,51	0,47	0,25 ¹	0,74	24	40
Unterboden	n	259	(19)	260	200	260	259	259	96	259	258	244	243	112	109	114	262
Typ O	50. P.	1,3	(0,49)	0,10 ¹	1,7	5,4	2,9	0,028	0,15	3,1	4,7	0,13 ¹	0,05 ¹	0,05 ¹	0,38	9,8	11
	90. P.	4,1	(0,90)	0,12 ¹	3,8	12	7,9	0,093	0,52	7,9	12	0,32	0,25	0,14	0,75	27	27
Untergrund	n	211	(12)	218	196	217	218	215	117	218	218	191	194	139	126	143	218
Typ O	50. P.	1,2	(0,60)	0,08 ¹	1,7	4,5	4,0	0,013 ¹	0,08	3,4	3,6	0,13 ¹	0,05 ¹	0,05 ¹	0,32	8,1	10
	90. P.	3,8	(0,82)	0,13	3,9	12	8,9	0,043	0,28	8,5	7,4	0,34	0,13	0,12	0,65	20	22

Nutzung: Wald ³

		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
		mg/kg							
Auflage	n	33	37	35	39	38	37	39	39
Typ O	50. P.	2,7	0,33	4,1	10	0,13	3,7	37	41
	90. P.	4,9	0,42	7,7	12	0,23	6,5	59	50
Oberboden	n	39	38	39	35	0	39	39	39
Typ O	50. P.	2,0	0,05	4,3	2,0	-	2,0	15	13
	90. P.	3,3	0,08	6,6	4,0	-	3,4	25	25
Unterboden	n	39	39	37	26	21	38	39	39
Typ O	50. P.	1,5	0,05	4,8	2,5	0,007 ¹	2,7	5,7	13
	90. P.	3,4	0,08	8,8	2,7	0,015	5,6	8,2	23
Untergrund	n	39	38	39	27	29	39	39	39
Typ O	50. P.	1,1	0,04	5,2	2,5	0,007 ¹	3,5	3,7	12
	90. P.	3,3	0,07	16	2,7	0,007 ¹	8,7	7,6	22

Nutzung: Nadelwald ³ (substratunabhängig; auf Sanden und Geschiebelehmen)

		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
		mg/kg							
Auflage	n	21	24	22	26	26	24	26	26
Typ O	50. P.	2,5	0,34	4,5	8,7	0,15	4,2	38	40
	90. P.	4,7	0,42	6,7	12	0,25	6,9	59	52

Nutzung: Laub- und Mischwald ³ (substratunabhängig; auf Sanden und Geschiebelehmen)

		As ²	Cd	Cr	Cu	Hg ²	Ni	Pb	Zn
		mg/kg							
Auflage	n	(16)	20	20	20	(18)	20	20	20
Typ O	50. P.	(2,8)	0,29	4,4	11	(0,11)	3,7	22	43
	90. P.	(5,1)	0,44	8,8	13	(0,18)	6,2	52	58

1: Hintergrundwert ist durch Bestimmungsgrenzen beeinflusst und wird nach Konvention auf die jeweils halbe Bestimmungsgrenze gesetzt

2: (): Liegt die Anzahl der verwendeten Analysen unter 20, wird der Hintergrundwert als unsicher angesehen und in Klammern gesetzt

3: Bearbeiter: J. Martin (Landesforst M-V;
Fachgebiet: Forstliches Versuchswesen;
Sachgebietsleiter Forstliches Umweltmonitoring

Quartäre Lockersedimente – Geschiebelehme, -mergel

Nutzung Acker

		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	TI	U	V	Zn
		mg/kg															
Oberboden	n	113	4	112	81	113	113	112	27	113	113	83	83	83	27	27	113
Typ O	50. P.	4,6	---	0,10 ¹	4,7	18	11	0,079	0,33	11	16	0,29	0,05 ¹	0,25 ¹	0,57	28	40
	90. P.	6,4	---	0,18	7,2	27	16	0,14	0,43	17	22	0,56	0,56	0,25 ¹	0,80	40	53

Nutzung Grünland

		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo ²	Ni	Pb	Sb	Se	TI	U ²	V ²	Zn
		mg/kg															
Oberboden	n	79	0	79	60	80	80	78	(14)	80	79	70	69	70	(14)	(14)	80
Typ O	50. P.	5,0	---	0,10 ¹	4,3	19	12	0,075	(0,30)	11	17	0,25	0,05 ¹	0,25 ¹	(0,56)	(30)	42
	90. P.	7,4	---	0,18	6,5	27	16	0,24	(0,56)	16	28	0,59	0,23	0,25 ¹	(1,82)	(38)	59

Ohne Nutzungsunterscheidung

		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	TI	U	V	Zn
		mg/kg															
Unterboden	n	346	27	350	279	352	351	347	121	352	351	296	294	146	143	146	351
Typ O	50. P.	5,1	0,90	0,10 ¹	5,8	20	11	0,040	0,29	15	12	0,22	0,05 ¹	0,12	0,63	31	36
	90. P.	7,0	1,08	0,13	8,7	28	16	0,090	0,47	21	18	0,62	0,60	0,23	0,94	42	50

Ohne Nutzungsunterscheidung

		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	TI	U	V	Zn
		mg/kg															
Untergrund	n	319	25	322	288	325	324	323	146	323	324	288	286	166	158	168	323
Typ O	50. P.	4,2	0,69	0,10 ¹	4,9	17	11	0,025	0,22	13	10	0,22	0,05 ¹	0,05 ¹	0,65	26	32
	90. P.	6,2	1,09	0,13	7,9	24	15	0,097	0,36	19	15	0,60	0,31	0,18	0,85	37	44

Quartäre Lockersedimente – Tone

Nutzung Acker

		As ²	Be	Cd ⁴	Co ²	Cr ⁴	Cu ⁴	Hg ⁴	Mo	Ni ⁴	Pb ⁴	Sb ²	Se ²	Tl ²	U	V	Zn ⁴
		mg/kg															
Oberboden	n	(9)	2	30	(9)	30	30	30	3	30	30	(9)	(9)	(9)	3	3	30
Typ O	50. P.	(7,3)	---	0,20	(9,0)	39	23	0,09	---	21	24	(0,22)	(0,05) ¹	(0,25) ¹	---	---	72
	90. P.	(25)	---	0,40	(10,3)	58	27	0,11	---	27	33	(2,1)	(0,27)	(0,29)	---	---	93

Ohne Nutzungsunterscheidung

		As	Be ²	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Tl	U	V	Zn
		mg/kg															
Unterboden/grund	n	56	(11)	56	56	56	57	57	34	56	57	57	56	57	34	35	56
Typ O	50. P.	8,2	(1,1)	0,10 ¹	9,7	35	20	0,060	0,37	26	19	0,42	0,05 ¹	0,25 ¹	0,98	59	60
	90. P.	12	(1,6)	0,22	16	52	29	0,20	0,63	43	32	1,1	0,40	0,29	1,4	77	86

Quartäre Lockersedimente – Schluffe

Ohne Nutzungsunterscheidung

		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Tl	U	V	Zn
		mg/kg															
Unterboden/grund	n	52	2	52	53	52	53	52	34	53	53	53	52	53	21	34	53
Typ O	50. P.	4,3	---	0,10 ¹	4,2	13	9,7	0,021	0,50 ¹	10	11	0,22	0,05 ¹	0,16 ¹	0,84	23	24
	90. P.	8,1	---	0,15	8,5	24	15	0,074	0,55	19	17	0,69	0,28	0,25 ¹	2,0	42	40

Für Oberböden entsprechen nur 4 Proben den Kriterien. Daher wird für Oberböden aus Schluff keine Auswertung vorgenommen.

Quartäre Lockersedimente – Torfe
Ohne Nutzungsunterscheidung

		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	TI	U	V	Zn
		mg/kg															
Oberboden	n	90	0	89	51	88	89	89	4	89	90	52	50	51	0	4	90
Typ O	50. P.	6,6	---	0,10 ¹	1,2	13	12	0,24	---	4,6	34	0,26	0,05 ¹	0,25 ¹	---	---	29
	90. P.	29	---	0,93	3,8	36	27	0,39	---	8,8	48	0,75	0,05 ¹	0,25 ¹	---	---	57

Ohne Nutzungsunterscheidung

		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	TI	U	V	Zn
		mg/kg															
Unterboden/grund	n	216	0	217	180	216	220	217	8	218	217	180	181	182	1	8	218
Typ O	50. P.	1,5	---	0,10 ¹	0,50 ¹	2,0	7,0	0,18	---	3,0	7,0	0,17	0,05 ¹	0,25 ¹	---	---	8,1
	90. P.	15	---	0,28	4,1	14	17	0,60	---	9,8	23	0,46	0,05 ¹	0,25 ¹	---	---	34

Organische Stoffe¹

		PAK ₁₆	B[a]P
		µg/kg	
Acker Oberboden			
n		55	55
Typ O	50. P.	189	23
	90. P.	820	87
Grünland Oberboden			
n		27	27
Typ O	50. P	166	19
	90. P	666	57
Wald Oberboden			
n		26	26
Typ O	50. P.	244	14
	90. P.	616	40
Wald Auflage			
n		24	24
Typ O	50. P.	224	30
	90. P.	481	57

¹ Analytik : 16 Verbindungen nach US EPA ; HPLC

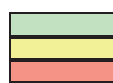
Für die Messgrößen Chlorid, Sulfat und Leitfähigkeit sind im Rahmen eines Untersuchungsprojektes für Böden des Landes Mecklenburg-Vorpommern weitere Hintergrundwerte zusammengestellt worden (Tabelle 2 und Tabelle 3):

Tabelle 2: Vorläufige Hintergrundwerte von Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat im S4-Eluat in Abhängigkeit von der Entfernung zur Küstenlinie (LUNG 2006)

Mineralboden (ohne Torf)		Leitfähigkeit	Chlorid	Sulfat
		µS/cm	mg/l im Eluat	
a) Entfernung zur Küste: > 500 m	Anzahl	144	144	144
	50. Perzentil (Median)	74	5,1	3,3
	90. Perzentil	150	8,3	8,8
b) Entfernung zur Küste: 50-500 m	Anzahl	78	78	78
	50. Perzentil (Median)	85	4,5	4,0
	90. Perzentil	140	7,7	13,4
c) Entfernung zur Küste: 0-50 m	Anzahl	68	68	68
	50. Perzentil (Median)	99	6,3	6,4
	90. Perzentil	254	28,5	35,4

Tabelle 3: Vorläufige Hintergrundwerte von Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat im S4-Eluat unter Berücksichtigung des Grundwassereinflusses (LUNG 2006)

Mineralboden (ohne Torf)		Leitfähigkeit	Chlorid	Sulfat
		µS/cm	mg/l im Eluat	
a) oberhalb Grundwasser	Anzahl	90	144	144
	50. Perzentil (Median)	82	4,5	3,5
	90. Perzentil	184	14,2	9,9
b) unterhalb Grundwasser	Anzahl	77	78	78
	50. Perzentil (Median)	100	5,2	6,8
	90. Perzentil	210	14,6	38
LAGA-Z0-Wert		250	30	20
LAGA 70% des Z0-Wertes		175	21	14
LAGA-Z2-Wert		2000	100	200



Hintergrundwert liegt deutlich unterhalb dem jeweiligen LAGA-Z0-Wert
 Hintergrundwert liegt über dem 70%-Anteil des jeweiligen LAGA-Z0-Wertes
 Hintergrundwert liegt über dem jeweiligen LAGA-Z0-Wert

Weiterhin sind zur speziellen Problematik der Bodenverwertung in dicht besiedelten Gebieten Untersuchungen zu Hintergrundwerten in den größten Städten von Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt worden. Hierbei wurden wässrige Eluate auf elektrische Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat sowie die Gesamtproben auf PAKs und B[a]P untersucht und ausgewertet (LUNG 2010a).

Tabelle 4: Vorläufige Hintergrundwerte von Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat im S4-Eluat sowie die Summe der 16 EPA-PAKs und der Einzelkomponente Benzo[a]pyren unter Berücksichtigung des Substrates

		Wässriges Eluat			Gesamtprobe	
		Leitfähigkeit	Chlorid	Sulfat	Σ 16 PAK	B[a]P
		[µS/cm]	[mg/l im Eluat]		[mg/kg Boden]	
Sand	Anzahl	609	609	609	231	231
	50. Perzentil	50	0,4	1,8	-1,0	0,07
	90. Perzentil	168	2,9	20,5	7,2	0,71
Lehm	Anzahl	74	74	74	37 ^{*)}	37 ^{*)}
	50. Perzentil	77	0,5	2,2	1,1	0,10
	90. Perzentil	165	5,1	13,0	5,8	0,52
Schluff	Anzahl	54	54	54	6	6
	50. Perzentil	54	0,4	1,5	- ^{*)}	- ^{*)}
	90. Perzentil	154	3,6	13,2	- ^{*)}	- ^{*)}
Torf	Anzahl	58	58	58	24	24
	50. Perzentil	567	20,8	152	-1,0	-0,05
	90. Perzentil	3857	164	1535	1,3	0,09
LAGA-Z0-Wert		250	30	20	3	0,3
70% des Z0-Wertes		175	21	14	2,1	0,21
LAGA-Z2-Wert		2000	100	200	30	3

^{*)}: Wegen zu geringer Anzahl (n=6) statistisch nicht auswertbar

^{**)}: Inklusive 6 Schluffproben

	Hintergrundwert liegt deutlich unterhalb dem jeweiligen LAGA-Z0-Wert
	Hintergrundwert liegt über dem 70%-Anteil des jeweiligen LAGA-Z0-Wertes
	Hintergrundwert liegt zwischen dem jeweiligen LAGA-Z0- und Z2-Wert
	Hintergrundwert liegt über dem jeweiligen LAGA-Z2-Wert

Eine detailliertere Auswertung der Ergebnisse aufgeteilt in die jeweiligen Städte (Rostock, Schwerin, Neubrandenburg, Wismar, Greifswald, Stralsund) und separate Tiefenstufen (Oberboden, Unterboden, Untergrund) ist im Originalbericht zu finden. Die Überschreitungen der Z-Werte bei den Torfen sind unproblematisch, da diese Werte nur für mineralische Böden gelten.

Bodenuntersuchungen auf landwirtschaftlich genutzten Standorten zu Dioxinen und Furanen (PCDD/F) liegen bisher für das Gebiet der mecklenburgischen Elbaue und aus einer ergänzenden, landesweiten Übersichtserfassung vor. Dioxinähnliche PCB (dl-PCB) wurden bei der Übersichtserfassung ebenfalls untersucht.

Tabelle 5: Statistische Auswertung des Summenparameters PCDD/F nach NATO/ CCMS - Gebietsbezug: Mecklenburgische Elbaue (Idler u. Kape 2009)

Summe PCDD/F [I-TE ng/ kg TM]	n	50. Perzentil	90. Perzentil
Oberboden gesamt	90	18,5	374,7
Unterboden gesamt	51	4,9	109,5
Oberboden Acker	16	2,4	6,6
Oberboden Grünland	74	45,3	581

Tabelle 6: Statistische Auswertung des Summenparameters PCDD/F nach NATO/ CCMS - Gebietsbezug: Mecklenburg-Vorpommern ohne Elbaue (Idler 2010)

Summe PCDD/F mit BG* [ng I-TE/kg TM]	n	50. Perzentil	90. Perzentil
Gesamtdatensatz	50	1,24	3,17
Grünland	35	1,31	3,26
Grünland mineralisch (< 30 Masse- % Humus)	24	1,18	3,26
Grünland Moor (≥ 30 Masse- % Humus)	11	2,02	3,21
Grünland mineralisch (≤ 8 Masse-% Humus)	14	1,02	5,15
Grünland mineralisch (> 8 Masse- % Humus)	10	1,42	3,2
Grünland (> 8 Masse- % Humus)	21	1,9	3,21
Acker	14	0,94	1,49
Ackerbrache seit 2002	1	1,64	1,64

* Berücksichtigung der Bestimmungsgrenze bei der Summenbildung (ungünstigster Fall)

Tabelle 7: Statistische Auswertung des Summenparameters WHO- dl PCB - Gebietsbezug: Mecklenburg-Vorpommern außerhalb der Elbaue (Idler 2010)

Gesamt WHO- dl PCB mit BG* [ng WHO-TE/kg TM]	n	50. Perzentil	90. Perzentil
Gesamtdatensatz	50	0,57	0,6
Grünland	35	0,58	0,61
Grünland mineralisch (< 30 Masse- % Humus)	24	0,57	0,58
Grünland Moor (≥ 30 Masse- % Humus)	11	0,59	0,65
Grünland mineralisch (≤ 8 Masse-% Humus)	14	0,57	0,58
Grünland mineralisch (> 8 Masse- % Humus)	10	0,58	0,6
Grünland (> 8 Masse- % Humus)	21	0,58	0,63
Acker	14	0,57	0,58
Ackerbrache seit 2002	1	0,56	0,56

Umweltstandards

Als relevanter Umweltstandard gelten noch immer die Vorsorgewerte für anorganische und organische Schadstoffe des Anhangs 2 Nummer 4.1 und 4.2 BBodSchV.

Tabelle 8: Vorsorgewerte für Metalle gemäß Anhang 2 Nummer 4.1 BBodSchV [mg/kg Trockenmasse Feinboden]

Bodenart	Cd	Pb	Cr	Cu	Hg	Ni	Zn
Ton	1,5	100	100	60	1	70	200
Lehm/Schluff	1	70	60	40	0,5	50	150
Sand	0,4	40	30	20	0,1	15	60
Böden mit naturbedingt und großflächig siedlungsbedingt erhöhten Hintergrundgehalten	unbedenklich, soweit eine Freisetzung der Schadstoffe oder zusätzliche Einträge nach § 9 Abs. 2 und 3 dieser Verordnung keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenfunktionen erwarten lassen						

Tabelle 9: Vorsorgewerte für organische Stoffe gemäß Anhang 2 Nummer 4.2 BBodSchV [mg/kg Trockenmasse Feinboden]

Böden	PCB ₆	B[a]P	PAK ₁₆
Humusgehalt > 8%	0,1	1	10
Humusgehalt ≤ 8%	0,05	0,3	3

Die Vorsorgewerte der BBodSchV repräsentieren Bodenwerte, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung von geogenen oder großflächig siedlungsbedingten Schadstoffgehalten in der Regel davon auszugehen ist, dass die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht.

Derzeit befindet sich eine novellierte BBodSchV im Rechtsetzungsverfahren. Sie wird hinsichtlich Vorsorgewerten ein vergrößertes Parameterspektrum mit modifizierten Werten beinhalten.

Als weiterer inoffizieller Umweltstandard dienen noch die Werte der „TR Boden“ der LAGA Mittelung 20 (LAGA 2004), die durch die künftige Ersatzbaustoffverordnung abgelöst werden soll. Auch diese befindet sich derzeit im Rechtsetzungsverfahren.

Bei Stoffen, bei denen keine gesetzlichen Grenzwerte zur Verfügung stehen, können aussagekräftige Ergebnisse mit Hilfe von Vergleichen mit Hintergrundwerten der Bundesrepublik Deutschland oder anderer Bundesländer mit vergleichbaren geologischen Gegebenheiten erhalten werden (LABO 2015).

Weiterhin liegen Empfehlungen der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Dioxine“ für die Beurteilung von Dioxin-/Furangehalten auf landwirtschaftlichen Flächen vor.

Bewertung

Die für Mecklenburg-Vorpommern ermittelten Hintergrundwerte liegen in der landesweiten Betrachtung im Median generell unter den in der BBodSchV genannten Vorsorgewerten. Damit sind bezüglich der Bodenfunktionen (vor allem als Lebensgrundlage und hinsichtlich der Filter- und Pufferfunktionen zum Schutz des Grundwassers) in der Fläche keine Beeinträchtigungen zu erwarten. Allerdings sind für einige organische Parameter (z. B. PCB, Dioxine/Furane) noch keine flächenhaften Hintergrundgehalte vorhanden.

Für die Bewertung der organischen Böden (Torfe, Humusaufgaben) fehlt leider ein Bewertungsmaßstab, da für diese Substratgruppe in der BBodSchV keine anorganischen Vorsorgewerte enthalten sind.

Für die Hauptbodenart Sand liegt in den Oberböden der Acker- und Grünlandflächen jeweils der 90. Perzentilwert für Hg (Tabelle 1) oberhalb des Vorsorgewertes der BBodSchV. Möglicherweise wird hier anthropogen eingetragenes Hg durch den höheren Humusanteil im Oberboden fixiert und immobilisiert, so dass es im Vergleich zum niedrigen Substratwert für Sand mit 0,1 mg/kg zu dieser Überschreitung von mehr als 10 % der Proben kommt. Die Affinität von Hg an organische Komponenten wird auch an den Waldauflagehorizonten und allen Torfhorizonten deutlich, bei denen mehr als 50 % aller Proben Hg-Werte über 0,1 mg/kg aufweisen.

Beim Vergleich der Böden auf Sand, Lehm und Torf der vier eiszeitlich geprägten Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Brandenburg zeigen sich fast keine Auffälligkeiten. Die Werte ähneln sich.

Wie Mecklenburg-Vorpommern zeigt auch Niedersachsen Überschreitungen der Hg-Werte in Sand in Bezug zu den Sand-Vorsorgewerten. In Brandenburg liegt dieses Verhalten mit 90-Perzentilwerten über den Vorsorgewerten hingegen nicht vor, in Schleswig-Holstein nur für Grünlandnutzung. Für Ackernutzung zeigt nur Mecklenburg-Vorpommern Hg-Werte (90. Perzentil) über 0,1 mg/kg, die anderen Bundesländer nicht. Die oben genannte Erhöhung der Hg-Konzentrationen durch anthropogene Anteile bei landwirtschaftlicher Nutzung erscheint somit im Vergleich der norddeutschen Flächenländer für Mecklenburg-Vorpommern am höchsten.

Die vereinzelt im küstennahen Raum gefundenen organischen Sedimente (Torfe) weisen signifikant erhöhte Eluatgehalte für die Parameter Leitfähigkeit, Sulfat und Chlorid auf. Es ist daher generell davon auszugehen, dass die LAGA-Z0-(in einigen Fällen sogar Z2-)Werte für die betrachteten Parameter von Torfen und torfhaltigen Sedimenten nicht eingehalten werden. Die Medianwerte, die einen Mittelwert der betrachteten übrigen mineralischen Bodenproben darstellen (Tabellen 2 und 3), liegen in allen Fällen unterhalb der LAGA-Z0-Werte, während die 90. Perzentile, die dazu dienen können, typische Gehalte von untypischen zu unterscheiden, meist ebenfalls unter den LAGA-Z0-Werten liegen, zum Teil aber auch darüber.

Für Mecklenburg-Vorpommern ergibt sich, dass die aus nicht urbanen und anthropogen wenig beeinflussten Böden gewonnenen Hintergrundwerte in der Regel mit den Z0-Werten der TR Boden vereinbar sind.

Ausnahmen mit erhöhten Hintergrundwerten sind:

- a) Standorte mit torfhaltigen Sedimenten
- b) Standorte in unmittelbarer Küstennähe (0-50 m)
- c) Standorte mit grundwasserbeeinflussten Böden (Sedimente unterhalb des anstehenden Grundwasserspiegels)

Die städtischen Bodenproben aus Mecklenburg-Vorpommern (Tabelle 4) zeigen in der überwiegenden Anzahl der Fälle keine Überschreitung des Z0-Wertes der TR Boden für anorganische Parameter, Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat.

Torfe besitzen generell hohe Gehalte an den extrahierten Parametern Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat. Dies ist unproblematisch, da nach TR Boden die Untersuchung auf Chlorid und Sulfat nur bei Bodenmaterial mit mineralischen Fremdbestandteilen sowie Baggergut aus Gewässern mit erhöhtem Salzgehalt erforderlich ist.

Proben aus anthropogenem Material (Asche, Schlacke, Bauschutt) oder mit hohen Zumischungen zeigen auch deutlich erhöhte Gehalte an Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat.

Unabhängig vom Substrat zeigen die natürlichen Mineralböden unauffällige Hintergrundwerte, da weder Median noch 90. Perzentil den Z0-Wert der TR Boden überschreiten.

Es können für Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat bei Sand, Lehm, anthropogenem Material und Torf vorläufige Hintergrundwerte herausgegeben werden, die substrat- und tiefenabhängig sind. Im Oberboden sind wegen der hohen Anzahl sandiger Proben nur Werte für Sand möglich.

Für die organischen Parameter Benzo[a]pyren sowie Summe der 16 EPA-PAK liegt der Medianwert bei Sand und Lehm bei beiden Parametern unter dem LAGA Z0-Wert. Die 90. Perzentile zeigen generell Überschreitungen der Z0-Werte.

Die Torfe bleiben bei den genannten organischen Parametern vollständig unterhalb der Z0-Werte.

Eindeutige Tiefenabhängigkeiten der Konzentrationen können nicht erkannt werden, da sich vermutlich mindestens zwei Ursachen für die Herkunft überlagern (Luftimmissionen, historische Brandhorizonte).

Hinsichtlich dioxinähnlichen PCB sowie Dioxinen und Furanen werden in Anlehnung an Zeddel (2010) folgende Einstufungen (90. Perzentil) für noch typische („unauffällige“) Oberböden in Mecklenburg-Vorpommern benannt:

Tabelle 10: Einstufungen für noch typische dl-PCB- und PCDD/F- Toxizitätssummen landwirtschaftlich genutzter Oberböden in Mecklenburg-Vorpommern (Idler 2010)

Summe dl-PCB [ng WHO-TE/kg TM]	Acker	Grünland
„unauffällig“ bei Böden mit Humus ≤ 8 Masse-%	< 0,6	< 0,6
„unauffällig“ bei Böden mit Humus > 8 Masse-%	keine Daten	< 0,6
Summe PCDD/F [ng I-TE/kg TM]	Acker	Grünland
„unauffällig“ bei Böden mit Humus ≤ 8 Masse-%	< 1,5	(< 5,2)*
„unauffällig“ bei Böden mit Humus > 8 Masse-%	keine Daten	< 3,2

* unsicherer Wert; 90. Perzentil = 5,2; n = 14; 2 Werte > 5 ng I-TE/kg TM; Mittelwert = 1,71

Das Gebiet der mecklenburgischen Elbaue wird bezüglich der erhöhten Dioxin-konzentrationen gesondert betrachtet (siehe Tabelle 5). Der Eintrag belasteter Sedimente durch Elbhochwässer in die mecklenburgische Elbaue wurde bestätigt. Dabei ist zwischen rezenten Einträgen, wie dem Hochflutereignis 2002, welche die Elbdeichvorländer betrafen und historischen Ereignissen zu unterscheiden. Die nachgewiesenen Dioxin- und Schwermetallbelastungen im Deichhinterland werden auf Einträge vor Errichtung bzw. Ertüchtigung des bestehenden Deichsystems in den 50er bis 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts zurückgeführt (Idler/Kape 2009). Durch das zuständige Ministerium wurden 2010 zwei Merkblätter mit Handlungsempfehlungen für die Landnutzung in diesem Gebiet herausgegeben (LM 2010, LM 2010a).

Die LABO benennt Stoffe, für die die Ermittlung von Hintergrundwerten **prioritär** zu berücksichtigen sind (LABO 2003):

- a) anorganische Stoffe: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Sb, Tl, Zn
- b) organische Stoffe: PCB₆, PAK₁₆, B[a]P, HCH, HCB, PCDD/F

Außerdem empfiehlt die LABO, weitere Hintergrundwerte für Stoffe zu ermitteln, für die Vorsorge-, Prüf- oder Maßnahmewerte nach BBodSchV, Anhang 2, vorliegen, nämlich Co, Mo, Sn, DDT und Aldrin/Dieldrin. In der Diskussion ist derzeit auch die Ermittlung von Hintergrundwerten für die Stoffe Ba, Be, V, Pt, U und γ -HCH (Lindan).

Die Kenntnis der Hintergrundwerte ist von besonderer Bedeutung, weil diese als Grundlage für die Bewertung von Untersuchungs-, Sanierungs- oder Sicherungsmaßnahmen dienen. Obwohl wir im Land schon deutlich mehr Informationen zu Hintergrundwerten als noch vor 20 Jahren haben, müssen noch einige Lücken gefüllt werden.

Bei den im Land nur in geringen Anteilen vorkommenden Substraten (Schluffe, Tone, Torfe) sind einzelne anorganische Parameter (Be, Mo, U, V) zu ergänzen sowie für Waldnutzung ein erweitertes Parameterspektrum (Be, Co, Mo, Sb, Se, Tl, U, V).

Im organischen Parameterspektrum liegen bei PCB₆, PCDD/F, PAK₁₆ und B[a]P für bestimmte Böden und Nutzungen bereits Daten vor, aus denen Hintergrundwerte abgeleitet wurden. Diese sind allerdings auf Grund der geringen Probenzahlen noch unsicher. Zu den HCH und HCB und relevanter Einzelstoffe fehlen Hintergrundwerte.

Das Schließen dieser Datenlücken ist unter anderem wichtig, weil diese Stoffe (a) ubiquitär-diffus in Böden verbreitet sind, (b) eine wirkungspfadbezogene Relevanz aufweisen, (c) in bestimmten Konzentrationen toxisch sind und (d) eine hohe Persistenz im Boden haben (LABO 2003).

Qualitäts- und Handlungsziele

Die Vorsorgewerte der BBodSchV sollen flächendeckend unterschritten werden, um die Entstehung schädlicher Bodenveränderungen zu vermeiden, die Funktionen des Bodens nachhaltig zu sichern und den guten Zustand zu erhalten.

Bei der landwirtschaftlichen Nutzung ist entsprechend § 17 BBodSchG die gute fachliche Praxis einzuhalten, die die Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource nachhaltig sichert. Einer „Auffüllung“ der Werte ist entgegen zu wirken.

Die Kenntnisdefizite sind zu schließen. Gebiete mit erhöhten Hintergrundwerten sind zu identifizieren und auszugrenzen.

2.1.2 Nährstoff- und Humusgehalte sowie Bodenreaktion (pH-Werte)

2.1.2.1 Landwirtschaftlich genutzte Flächen

Beschreibung des Ist-Zustandes

Nährstoffgehalte

Zu den Elementen, die als Nährstoff für das Wachstum von Pflanzen bedeutsam sind und im Rahmen der landwirtschaftlichen Bodennutzung durch den Landwirt aktiv mit Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen und anderen Produkten auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden, gehören die Haupt- oder Makronährstoffe Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Kalium und Magnesium sowie die Spuren- oder Mikronährstoffe Bor, Kupfer, Mangan, Zink und Molybdän.

Neben ihrer Wirkung auf das Pflanzenwachstum können vor allem die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor bei einem über dem Bedarf oder Aufnahmevermögen der Pflanzen liegenden Angebot aus dem Boden eine negative Auswirkung auf das Umweltmedium Wasser haben. Die Beurteilung von Nährstoffgehalten aus landwirtschaftlicher Sicht erfolgt nicht über die Gesamtgehalte, sondern über die Messung der jeweiligen pflanzenverfügbaren Fraktion des jeweiligen Nährstoffs. Insbesondere bei der Beurteilung der Bodengehalte von Kupfer, Mangan und Zink ist dieses im Vergleich zu der im Bodenschutz üblichen Nutzung der Gesamtgehalte zu beachten.

Stickstoff und Schwefel

Flächendeckende Bodenuntersuchungen der Gesamtgehalte von Stickstoff und Schwefel liegen für das Land Mecklenburg-Vorpommern nicht vor, da für die landwirtschaftliche Praxis nur die pflanzenverfügbaren Stickstoff- oder Schwefelgehalte von Bedeutung sind. Aus der Literatur sind Allgemeinaussagen zu den Gesamtgehalten dieser Nährstoffe für Böden in Abhängigkeit vom Ton- und Humusgehalt vorhanden.

Über die verfügbaren Bodengehalte der Makronährstoffe Stickstoff- N_{\min} (seit 1992) und für Schwefel- S_{\min} (seit 1995) liegen der LMS Agrarberatung GmbH als Zuständige Stelle für Landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung (LFB) ausgewählte Untersuchungen und Auswertungen von Herbst- und Frühjahrsbeprobungen zu den wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturen von 200 konventionell ackerbaulich genutzten Standorten (Testflächen) vor.

Seit dem Jahr 2006 werden zusätzlich auf 26 ökologisch bewirtschafteten Flächen analog den konventionell bewirtschafteten Flächen die N_{\min} - und S_{\min} -Gehalte untersucht.

Aus den Untersuchungen der Testflächen und Praxisschläge werden Aussagen zur Stickstoff- und Schwefeldynamik sowie Empfehlungen zur Düngung konventionell und ökologisch bewirtschafteter landwirtschaftlicher Flächen gewonnen.

Das Grünland wird aus fachlichen Gründen nicht in die Untersuchung und Bewertung der verfügbaren Stickstoff- und Schwefelgehalte einbezogen, denn die N_{\min} -/ S_{\min} -Methode ist aufgrund der Besonderheiten der Stickstoff- und Schwefeldynamik auf derartigen Standorten ungeeignet.

Die pflanzenverfügbaren bzw. löslichen Stickstoff- und Schwefelbodengehalte unterliegen einer starken jahreszeitlich- und witterungsbedingten Dynamik. Daher können von Erhebungen aus einem einzelnen Jahr der langjährige Status und das Umweltgefährdungspotential für diese beiden Nährstoffe nicht abgeleitet werden. Zur Beurteilung eines möglichen Nährstoffaustrages und damit einer Umweltbelastung sind daher nur Zeitreihen von Bodengehal-

ten geeignet, in die Standort- und Bewirtschaftungsparameter sowie Witterungsverläufe einbezogen werden.

Die von der LFB betreuten Testflächen, die seit 1992 sowohl im Herbst zum Vegetationsende als auch im Frühjahr zu Vegetationsbeginn beprobt werden, geben einen Überblick über die Dynamik zwischen den Jahren und ermöglichen eine Aussage zu den diffusen Einträgen aus landwirtschaftlichen Flächen im auswaschungsgefährdeten Zeitraum Herbst – Frühjahr.

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen auf den konventionell ackerbaulich genutzten Testflächen sind auszugsweise für die Winterungen in den nachfolgenden Tabellen 11a bis 11c aufgelistet.

Tabelle 11a: Mittlere N_{min} -Gehalte im Herbst der Jahre 2002 – 2014 (LFB 2015)

	Mittlere N_{min} -Gehalte im Herbst in kg/ha (0-60 cm)												
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
W-Raps	67	71	50	46	32	52	33	32	43	30	35	33	29
W-Gerste	63	88	69	81	39	67	64	53	40	52	60	42	48
W-Roggen/ W-Triticale*	41	111	102	110	61	68	55	51	35	57	51	54	39
W-Weizen	68	88	92	98	65	69	58	62	59	59	57	55	52

* Aufgrund der geringen Flächenanzahl werden die Werte für Winterroggen und Wintertriticale zusammengefasst

Tabelle 11b: Mittlere N_{min} -Gehalte im Frühjahr der Jahre 2003 – 2015 (LFB 2015)

	Mittlere N_{min} -Gehalte im Frühjahr in kg/ha (0-60 cm)													
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
W-Raps	36	34	32	33	22	28	28	31	32	25	23	25	23	
W-Gerste	43	40	37	47	27	21	30	36	31	27	27	23	24	
W-Roggen/ W-Triticale*	34	33	33	49	21	28	32	29	25	25	24	30	20	
W-Weizen	48	37	41	48	32	34	34	38	32	30	29	28	24	

Tabelle 11c: Mittlere S_{min} -Gehalte im Frühjahr der Jahre 2003 – 2015 (LFB 2015)

	Mittlere S_{min} -Gehalte im Frühjahr in kg/ha (0-60 cm)													
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
W-Raps	20	18	16	20	14	17	18	17	13	17	13	17	14	
W-Gerste	18	16	15	21	15	18	18	14	12	17	13	14	16	
W-Roggen/ W-Triticale*	11	16	31	28	11	16	19	17	11	11	11	21	11	
W-Weizen	22	20	19	26	17	19	22	22	14	17	18	21	16	

Eine vergleichbare statistische Auswertung ist für die ökologisch bewirtschafteten Flächen aufgrund der geringen Probenzahl und der stark unterschiedlichen Einzelbedingungen derzeit nicht möglich.

Neben dem Versorgungszustand bzw. dem Nachlieferungspotential der Böden spielt bei den Nährstoffen und hier insbesondere beim Stickstoff die aktuelle Zufuhr über Düngemaßnahmen eine entscheidende Rolle für die Wirkungen in und aus dem Boden. Düngemiteinsatz sowie Nährstoffabfuhr können für die Beurteilung des Einflusses des jeweiligen Nährstoffs auf die Umweltmedien Boden und Wasser genutzt werden.

Phosphor, Kalium und Magnesium

Flächendeckende Untersuchungen der Gesamtgehalte an Phosphor, Kalium und Magnesium liegen für das Land Mecklenburg-Vorpommern nicht vor. Aus der Literatur sind Allgemeinaussagen zu den Gesamtgehalten dieser Nährstoffe für einzelne Böden in Abhängigkeit von der geologischen Herkunft vorhanden.

Für die Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen und die Ableitung von Düngungsmaßnahmen werden aus fachlichen Gründen grundsätzlich keine Untersuchungen auf die Gesamtgehalte von Nährstoffen durchgeführt, sondern nur die pflanzenverfügbaren Gehalte ermittelt, da nur diese für die Nährstoffaufnahme von den Pflanzen genutzt werden können. In Abhängigkeit von den Bindungsverhältnissen an den Bodenkolloiden werden dabei unterschiedlich gelöste bzw. leicht absorbierte Fraktionen in den verfügbaren Nährstoffbodenpool mit einbezogen.

Die Untersuchung landwirtschaftlich genutzter Flächen auf das im Boden verfügbare und von den Pflanzen nutzbare Nährstoffpotential an Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Kalium und Magnesium sowie den Mikronährstoffen Bor, Mangan, Kupfer, Molybdän und Zink gehört zur guten fachlichen Praxis der Düngung. Mit dem Inkrafttreten der Düngeverordnung (DüV) 1996 wurde die Bodenuntersuchungspflicht, die auf dem Gebiet der ehemaligen DDR seit 1950 für den pH-Wert und die Nährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium bestand, auf das gesamte Bundesgebiet ausgedehnt. Da die DüV der Umsetzung der EG-Nitratrichtlinie dient und hier nur die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor als gewässereutrophierende Nährstoffe geregelt sind, umfasst die Pflicht zur Untersuchung diese bei den Grundnährstoffen. Aufgrund der Bedeutung des pH-Wertes sowie des Kalium- und Magnesiumgehaltes für die Düngung lassen die Landwirte grundsätzlich diese drei Parameter zusätzlich mit untersuchen.

Deshalb liegen für das Gebiet des Landes Mecklenburg-Vorpommern seit 1950 flächendeckende Bodenuntersuchungen (seit 1990 jährlich ca. 40.000 - 50.000 Proben) aus landwirtschaftlichen Betrieben und entsprechende Auswertungen durch die LFB vor. Aufgrund des großen Stichprobenumfangs erfolgt eine Auswertung des Nährstoffstatus der untersuchten Proben entsprechend der konventionellen oder ökologischen Bewirtschaftung auf den jeweiligen Flächen.

Ein fest installiertes Netz an Testflächen, auf denen wie bei Stickstoff und Schwefel die Dynamik dieser Nährstoffe verfolgt wird, existiert in Mecklenburg-Vorpommern nicht.

Für die Beurteilung der Entwicklung des Nährstoffversorgungszustandes der Ackerflächen wurden die Bodenuntersuchungen der landwirtschaftlichen Praxis aus Mecklenburg-Vorpommern der Jahre 1993 – 2013 zusammengetragen und ausgewertet.

Als Kriterium für die Beurteilung des Nährstoffversorgungszustands der landwirtschaftlich genutzten Böden dient die Einordnung der untersuchten Flächen in eine Gehaltsklasse (A - E), wobei die Gehaltsklasse C den für die landwirtschaftliche Produktion optimalen Nährstoffzustand darstellt. Die Gehaltsklasse A steht für niedrige Bodengehalte, während in die Gehaltsklasse E Bodengehalte mit sehr hohen Werten eingruppiert werden.

Um Einflüsse durch witterungsbedingte Sprünge bzw. subjektive Jahresentscheidungen der Praxis zu minimieren, wurde zur Darstellung der Nährstoffversorgung der Grundnährstoffe Phosphor, Kalium und Magnesium sowie des pH-Wertes im konventionellen Landbau der gleitende Mittelwert über drei Jahre gewählt.

Für Ackerland, das nach den Regeln des ökologischen Landbaus bewirtschaftet wird, liegt aufgrund der geringeren Probenzahlen nur eine Auswertung der Bodenuntersuchungsergebnisse für den Zeitraum 1999 – 2003 und 2006 – 2012 vor, dabei wurde für den Zeitraum 2006 – 2012 der gleitende Mittelwert über jeweils 4 Jahre genutzt, während der Zeitraum 1999 – 2003 als Mittelwert dargestellt wurde. Für die Jahre 2004 und 2005 liegen für das Ackerland keine Daten vor, so dass die Grafiken zwischen den Jahren 2003 und 2006 einen Sprung aufweisen.

Von den Grünlandflächen, die nach ökologischen Grundsätzen bearbeitet wurden, erfolgte aufgrund des geringen Untersuchungsumfanges von Bodenproben keine Auswertung der Entwicklung des Nährstoffversorgungszustandes. Anstelle der zeitlichen Entwicklung wurde eine Gesamtzusammenfassung für alle im Zeitraum 1999 - 2003 und 2006 - 2012 untersuchten Grünlandbodenproben erstellt.

Die Daten der Auswertungen sind in den Abbildungen 3 bis 18 wiedergegeben.

Ackerland

Phosphor

Mit der Übernahme der Weltmarktpreise für Phosphor-Düngemittel nach dem Zusammenbruch des sozialistischen Wirtschaftssystems und dem drastischen Abbau der Viehbestände ist es zu einem massiven Rückgang der Zufuhr von Phosphor gekommen. Dieses hat neben der erhöhten Abfuhr aufgrund des gestiegenen Ertragsniveaus dazu geführt, dass sich die Phosphor-Bilanzen in der Mehrzahl der Landwirtschaftsbetriebe seit Jahren im negativen Bereich befinden. Diese anhaltend negativen Phosphorsalden führen seit der Jahrtausendwende, also nach ca. 10 Jahren suboptimaler Phosphor-Düngung, zu einem messbaren Rückgang der pflanzenverfügbaren Phosphor-Bodengehalte, die sich vor allem in der Zunahme der Gehaltsklassen B und A widerspiegelt. Im Vergleich des Niveaus von Bodenreaktion und Grundnährstoffversorgung auf dem Ackerland weist der Phosphor, nachdem Magnesium bis zur Jahrtausendwende den ungünstigsten Nährstoffversorgungsstatus aufwies, nunmehr die höchsten Defizite in der Nährstoffversorgung auf.

Aus der Literatur ist bekannt, dass die Phosphorverfügbarkeit im Boden von der Bodenreaktion beeinflusst wird. Da diese sich in den vergangenen Jahren in Mecklenburg-Vorpommern deutlich verbessert hat, ist davon auszugehen, dass dieses sich positiv auf die Phosphorverfügbarkeit ausgewirkt hat und dadurch der Rückgang des Phosphorversorgungszustandes nicht noch stärker ausgefallen ist. Trotz des teilweise deutlichen Rückganges der Phosphorversorgung hat sich dieses noch nicht auf die Ertragsentwicklung ausgewirkt. Hier scheint sich zu bestätigen, dass die Phosphornachlieferung aus dem Boden selbst bei suboptimalem Phosphorgehalt (Gehaltsklasse A und B) noch ausreichend sein kann bzw. in diesen Gehaltsklassen eine unter dem Bedarf liegende, aber frische Phosphordüngung hohe Erträge sichern kann.

Bei der Phosphorversorgung ist zwischen den leichteren bzw. mittleren Standorten noch kein deutlicher Unterschied zu erkennen. Im Vergleich mit den Standorten, die die höheren Tongehalte aufweisen, tendieren die leichteren Böden beim Phosphor zu einem geringfügig besseren Nährstoffversorgungsniveau.

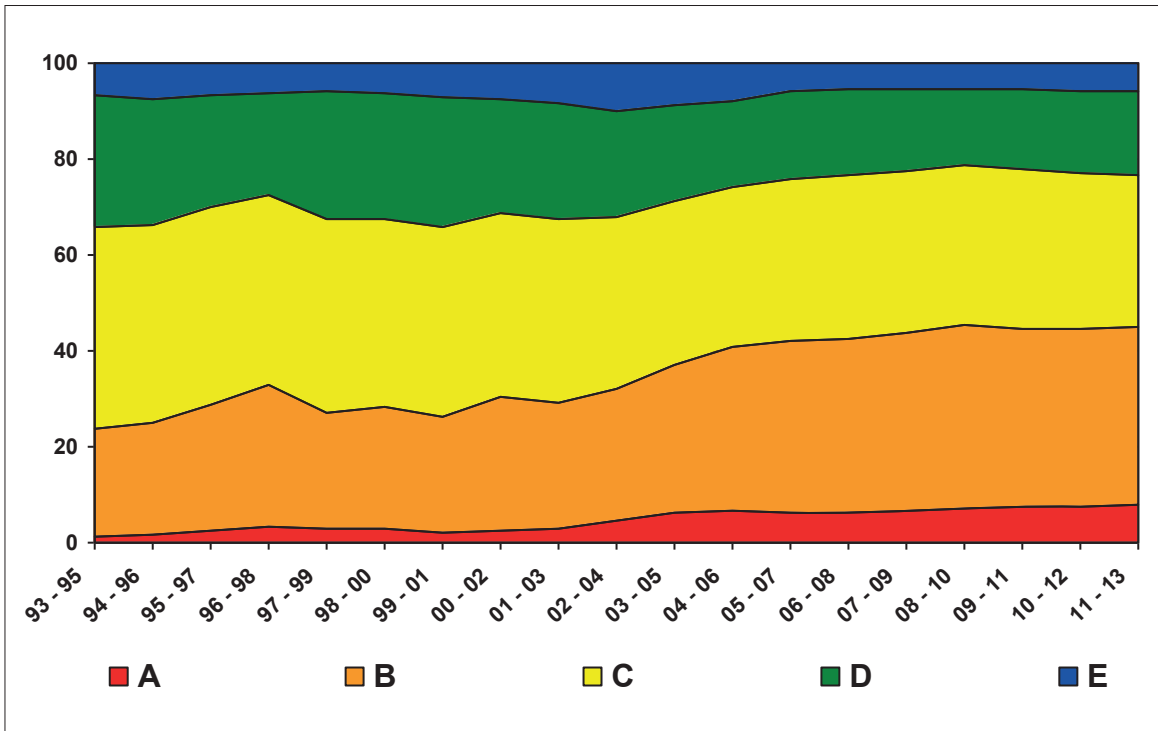


Abbildung 3: Verteilung der P-Gehaltsklassen (relativ), Ackerland konventionell, 1993 – 2013

Die Versorgung des Ackerlandes im ökologischen Landbau weist beim Phosphor eine ähnliche Entwicklung und Verteilung der Gehaltsklassen auf wie im konventionellen Landbau.

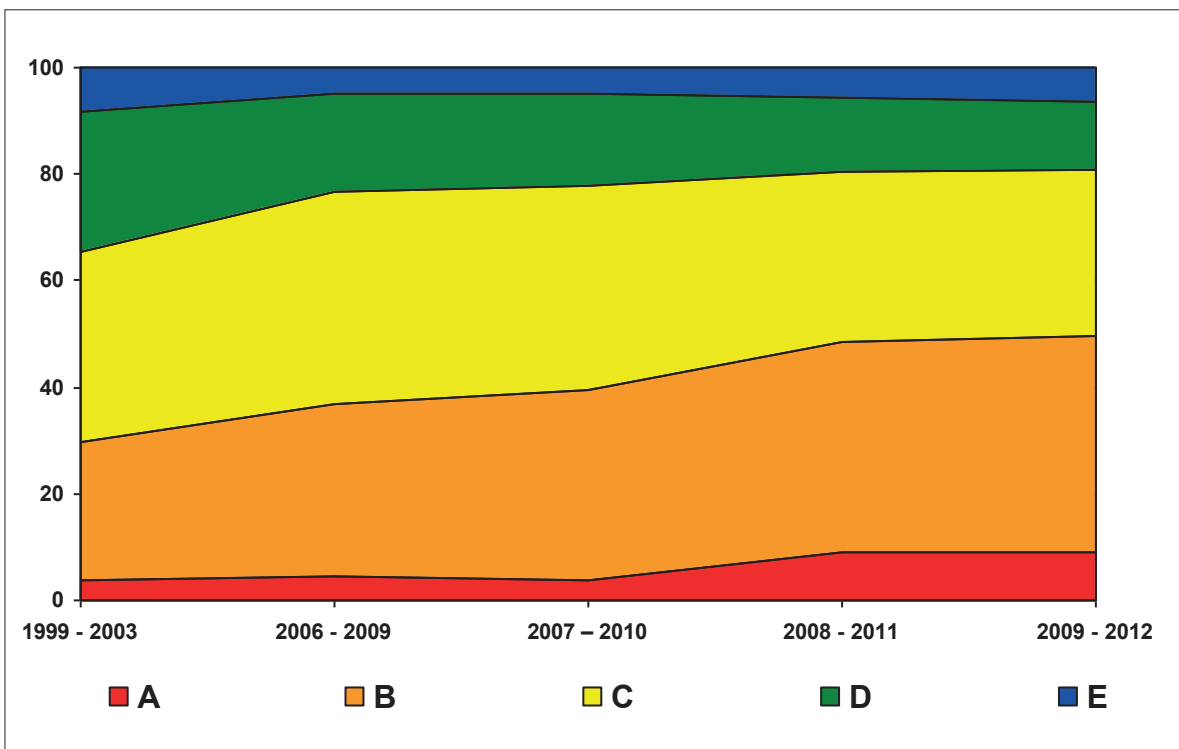


Abbildung 4: Verteilung der P-Gehaltsklassen (relativ), Ackerland ökologisch, 1999 – 2012

Kalium

Das Kalium ist seit Jahrzehnten der Nährstoff, der im konventionellen Anbau den besten Nährstoffversorgungsstatus aufweist. Aufgrund des hohen Anteils der Gehaltsklassen D und E liegt auf ca. 45 – 50 % der Ackerflächen die Kaliumversorgung deutlich über dem Optimum, der Gehaltsklasse C.

Bis zur Jahrtausendwende hat sich die Gehaltsklassenverteilung beim Kalium trotz des Rückganges der Kaliumzufuhr aus der Viehhaltung im Wesentlichen nicht geändert. Erst ab dem Jahr 2004 ist eine Zunahme der Flächenanteile in den Gehaltsklassen B und C bei gleichzeitigem Rückgang der Gehaltsklasse E zu erkennen. Ursächlich sind der nahezu gleichbleibende hohe Absatz von mineralischem Kalium bei gleichzeitiger Zunahme der Kaliumrückführung (aufgrund der steigenden Strohdüngung durch den Rückgang des Viehbestandes) und der Anstieg des Raps- und Getreideanbaus. Daneben dürfte der Rückgang des Anbaus von stark kaliumzehrenden Kulturen wie Kartoffeln, Zuckerrüben und Feldgras zur Schonung der Kaliumbodenvorräte beigetragen haben. Aus dem sehr hohen Nährstoffpotential des Bodens sowie den häufig positiven Kaliumbilanzsalden ergibt sich auf dem Gebiet der Düngung beim Kalium das größte Einsparungspotential.

Kalium weist bei leichteren Böden einen besseren Nährstoffversorgungsstatus auf. In den letzten 10 Jahren ist vor allem auf den besseren Böden ein Rückgang des Anteils der hoch versorgten Kaliumgehaltsklassen D und E zu verzeichnen. Als Ursache für diese Entwicklung der Kaliumversorgung ist eine nicht an den Standort bzw. den Ertrag angepasste Kaliumdüngung zu benennen, d. h. sowohl die leichteren als auch die schwereren Standorte werden unabhängig vom Ertragsniveau relativ einheitlich gedüngt. Auch die Düngung mit Wirtschafts- bzw. Mehrnährstoffdüngern, bei denen die Stickstoff- bzw. Phosphorversorgung der Kulturen an erster Stelle steht, trägt zur aktuellen Entwicklung der Kaliumversorgung bei.

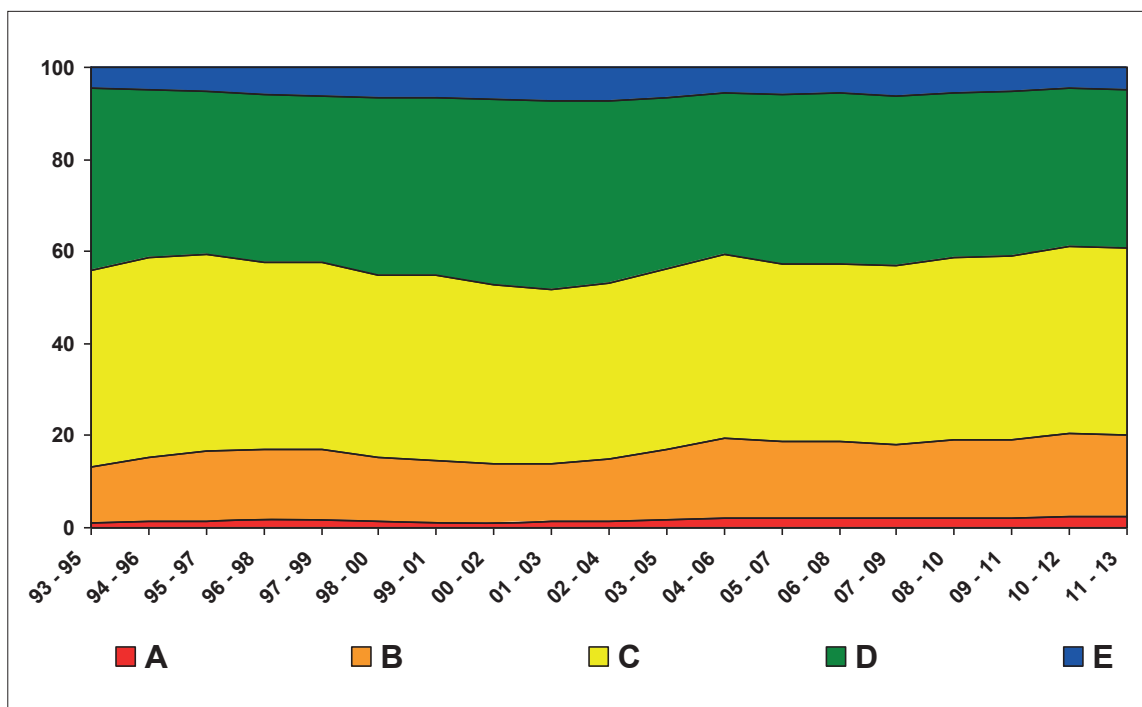


Abbildung 5: Verteilung der K-Gehaltsklassen, (relativ) Ackerland konventionell, 1993 – 2013

Im Vergleich zum konventionellen Anbau ist die Kaliumversorgung der ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen als ungünstiger zu beurteilen und zeigt insbesondere in den Jahren von 1999 bis 2006 einen deutlich stärkeren Trend zu einer Abnahme der pflanzenverfügbaren Kaliumbodengehalte.

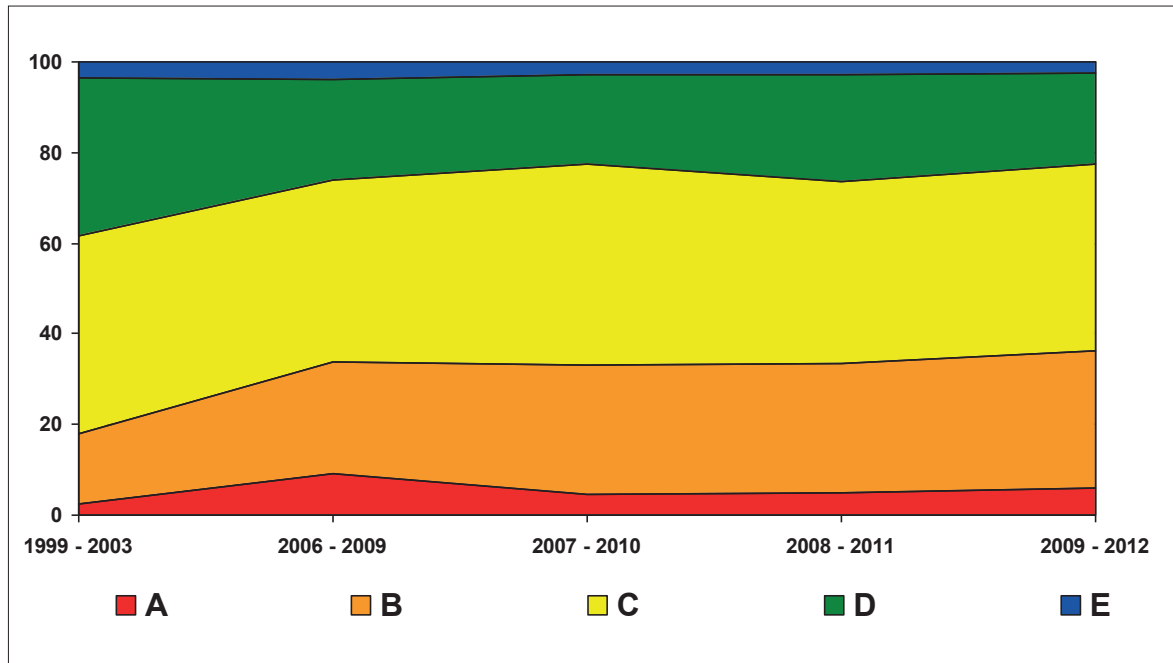


Abbildung 6: Verteilung der K-Gehaltsklassen (relativ), Ackerland ökologisch, 1999 – 2012

Magnesium

Aufgrund der geologischen Entstehung bestehen vor allem die mineralischen Böden Mecklenburg-Vorpommerns aus magnesiumarmen Ausgangsgesteinen, die während der Vereisung nach Norddeutschland verfrachtet wurden. Die organischen Böden (Nieder- und Anmoore), die nach der Vereisung in den Senken und durch Verlandung von Seen entstanden und in der Regel als Grünland genutzt werden, weisen dagegen hohe bis sehr hohe verfügbare Bodenmagnesiumgehalte auf. Ursache hierfür sind die im Untergrund anstehenden kalk- und magnesiumreichen Sedimente sowie Kalkablagerungen unter den Niedermooren. Insbesondere auf den sehr leichten Ackerstandorten war vor der Wende sichtbarer Magnesiummangel oft Begleiter in den intensivsten Wachstumsphasen der Bestände. Diese schlechte Magnesiumversorgung spiegelte sich in dem hohen Anteil der Gehaltsklassen A und B sowie dem geringen Flächenanteil in den Gehaltsklassen D und E etwa bis zum Jahr 2003 wider. Mit der freien Verfügbarkeit von Kalk und hier insbesondere den magnesiumhaltigen Kalken sowie von reinen Magnesiumdüngern, haben sich die pflanzenverfügbaren Magnesiumgehalte seit der Wende auf den ackerbaulich genutzten Standorten stark verbessert. Auf dem Ackerland konnte der Umfang von schlecht und sehr schlecht mit Magnesium versorgten Flächen von deutlich über 50 % auf gegenwärtig ca. 33 % zurückgedrängt werden. Bei den Grundnährstoffen weist Magnesium damit seit der Jahrtausendwende nicht mehr die ungünstigsten Versorgungsverhältnisse auf. Dabei ist leider festzustellen, dass der Anteil von überversorgten Flächen stark zunimmt, während der Flächenanteil mit einem sehr niedrigen Magnesiumversorgungsniveau seit der Jahrtausendwende auf einem konstanten Niveau verharrt.

Besonders auf den leichteren Böden wurden im Vergleich zu den mittleren Böden die deutlicheren Verbesserungen im Nährstoffversorgungsstatus erzielt.

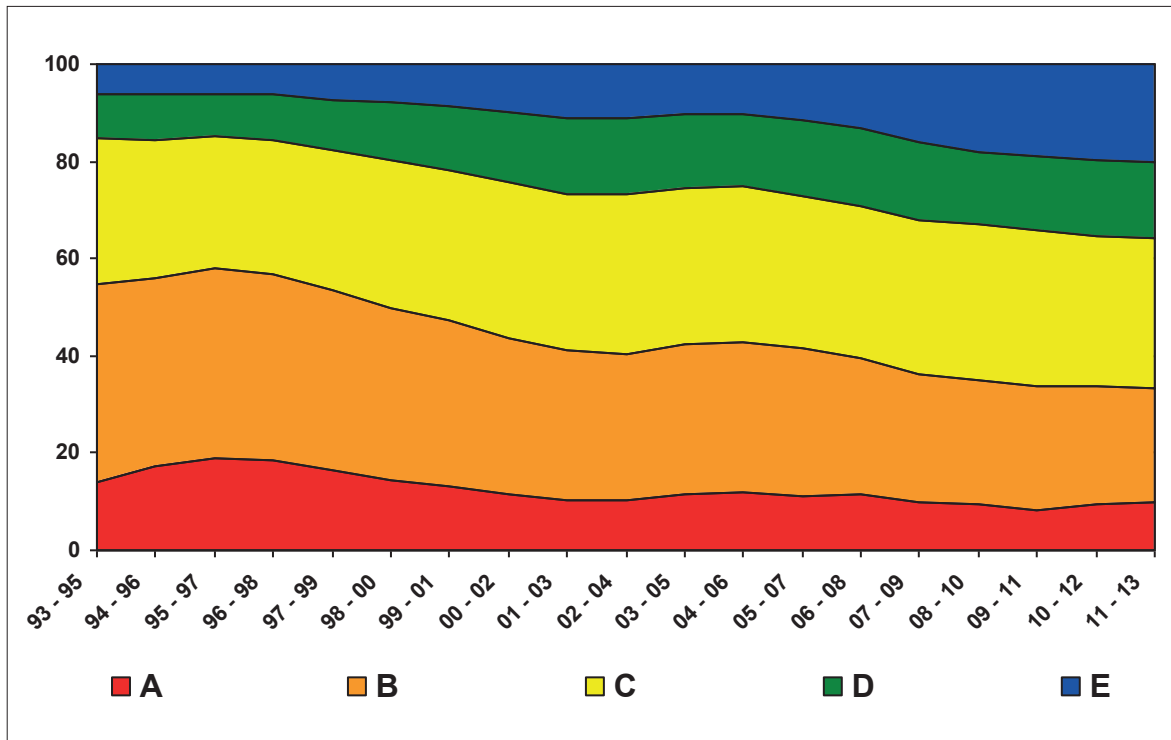


Abbildung 7: Verteilung der Mg-Gehaltsklassen (relativ), Ackerland konventionell, 1993 - 2013

Auch bei der Magnesiumversorgung des Ackerlandes weisen die ökologisch genutzten Flächen im Vergleich zum konventionellen Anbau einen ungünstigeren Nährstoffversorgungsstatus auf. Insbesondere die Gehaltsklassen A und B (niedrige pflanzenverfügbare Gehalte) treten auf einem sehr hohen Flächenumfang auf.

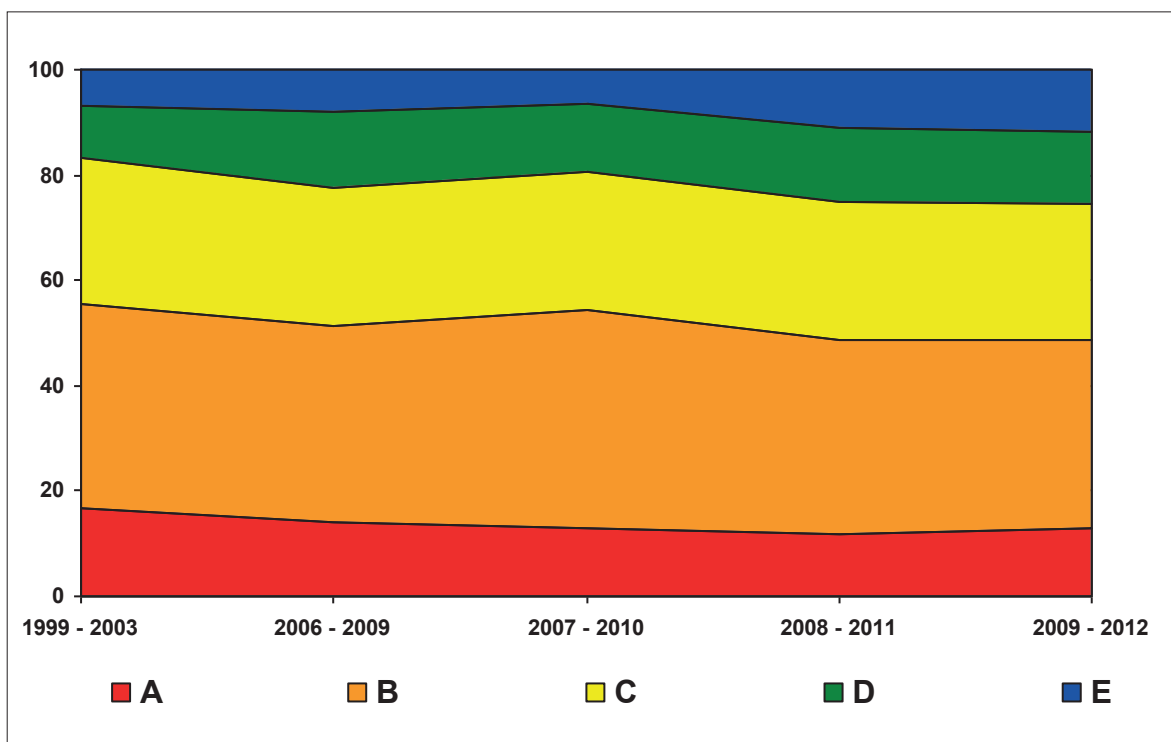


Abbildung 8: Verteilung der Mg-Gehaltsklassen (relativ), Ackerland ökologisch, 1999 - 2012

Grünland

Für die Beurteilung des Nährstoffversorgungszustandes ist das Grünland aufgrund seiner stark differierenden geologischen Ausgangsmaterialien in Niedermoor- und Mineralbodenstandorte zu unterteilen. Die nachfolgenden Abbildungen enthalten die Auswertungen des konventionellen Anbaus für den Zeitraum 2002 - 2013, wobei der gleitende Mittelwert über drei Jahre ausgewertet wurde.

Aufgrund des geringen Untersuchungsumfanges von Bodenproben von ökologisch bewirtschafteten Grünlandflächen erfolgt anschließend anstelle der zeitlichen Entwicklung eine Gesamtzusammenfassung für alle im Zeitraum 1999 - 2003 und 2006 - 2012 untersuchten Grünlandproben.

Phosphor

Wie aus den Abbildungen zu erkennen ist, weist das Niedermoorgrünland, anders als beim Kalk, einen deutlich schlechteren Phosphorversorgungsstatus auf. Mit ca. 70 % im niedrigen bis sehr niedrigen Versorgungsbereich besitzt das Niedermoorgrünland im Vergleich aller landwirtschaftlich genutzten Standorte den schlechtesten Versorgungszustand. Auch das Mineralbodengrünland hat mit ca. 50 - 60 % in den Gehaltsklassen A und B im Vergleich zu den Ackerstandorten einen sehr schlechten Phosphorversorgungsstatus.

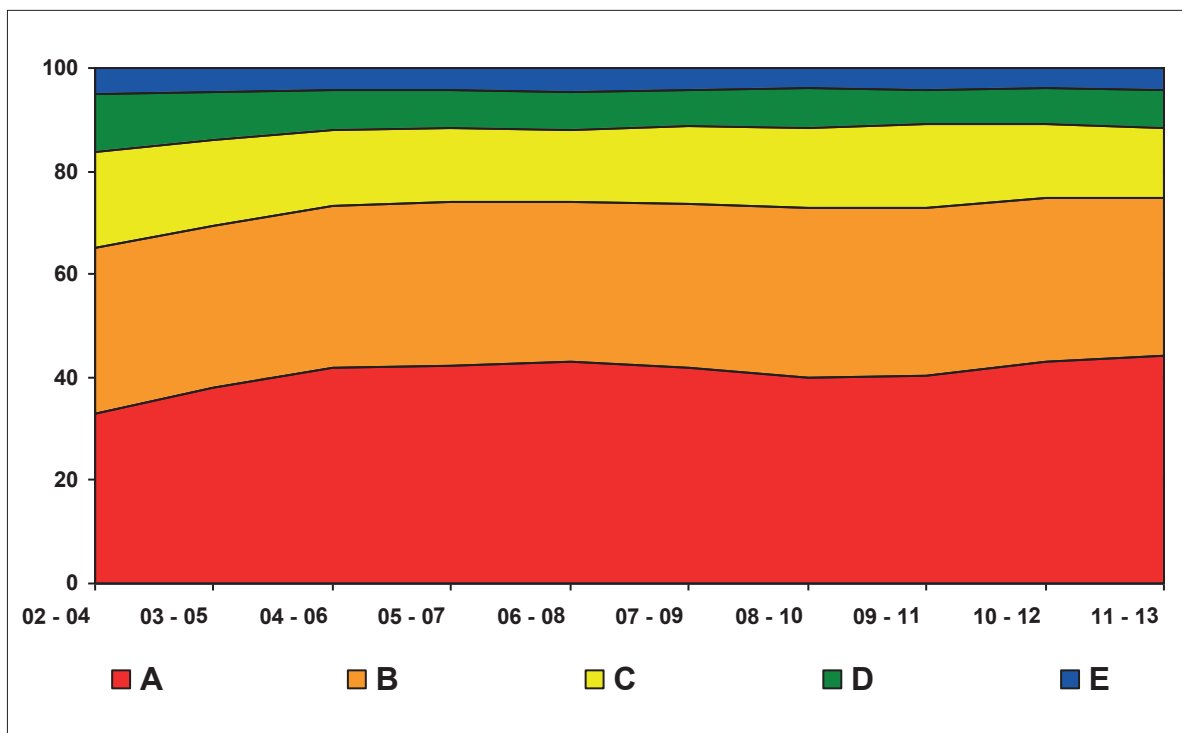


Abbildung 9: Verteilung der P-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Niedermoor

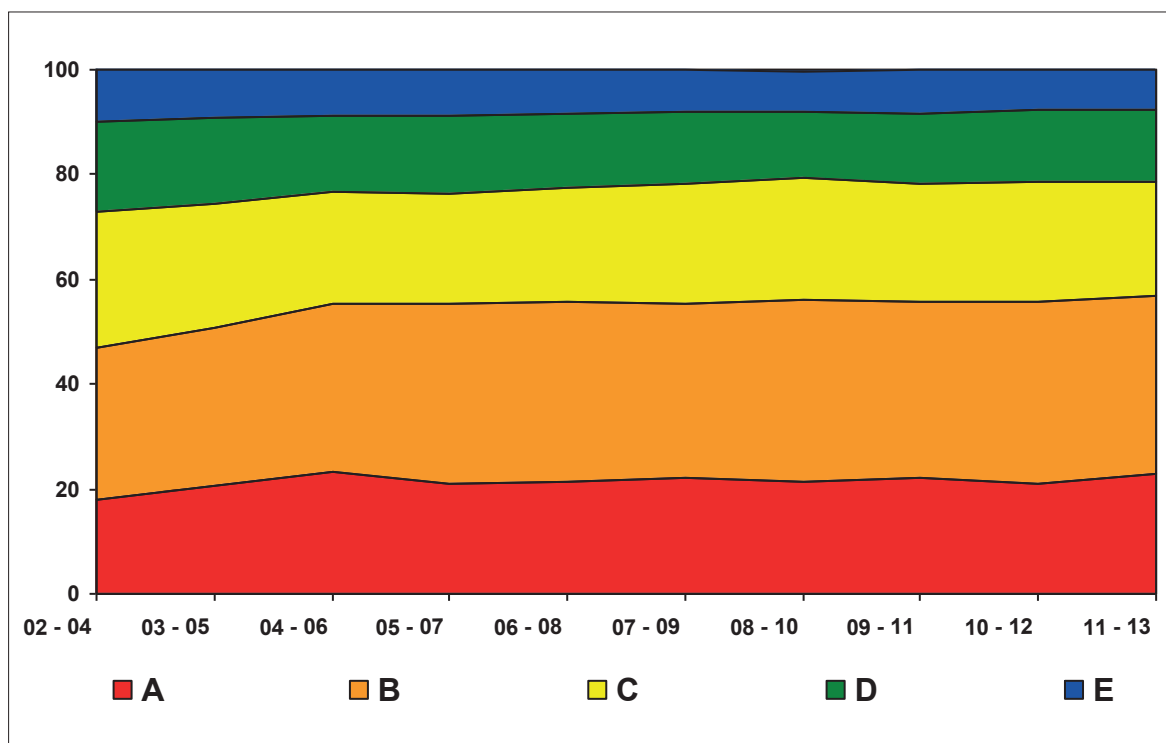


Abbildung 10: Verteilung der P-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Mineralboden

Kalium

Bei der Kaliumversorgung des konventionell genutzten Niedermoorgrünlandes ist die aktuelle Situation noch kritischer als beim Phosphor einzustufen. Rund 70 bis 80 % des Niedermoorgrünlandes weisen aufgrund der sehr geringen Kaliumnachlieferung und Kaliumbindungsfähigkeit der Moore einen niedrigen bis sehr niedrigen Versorgungsstatus auf. Mittel bis sehr hoch versorgte Standorte sind auf dem Niedermoorgrünland nur sehr selten und weisen mit ca. 20 – 30 % einen sehr geringen Flächenumfang aus. Dieses bedeutet, dass der Kaliumdüngung neben dem Ziel der ausreichenden Versorgung der Pflanzen auch unter dem Aspekt der Tierernährung auf dem Niedermoorgrünland eine größere Aufmerksamkeit gewidmet werden muss.

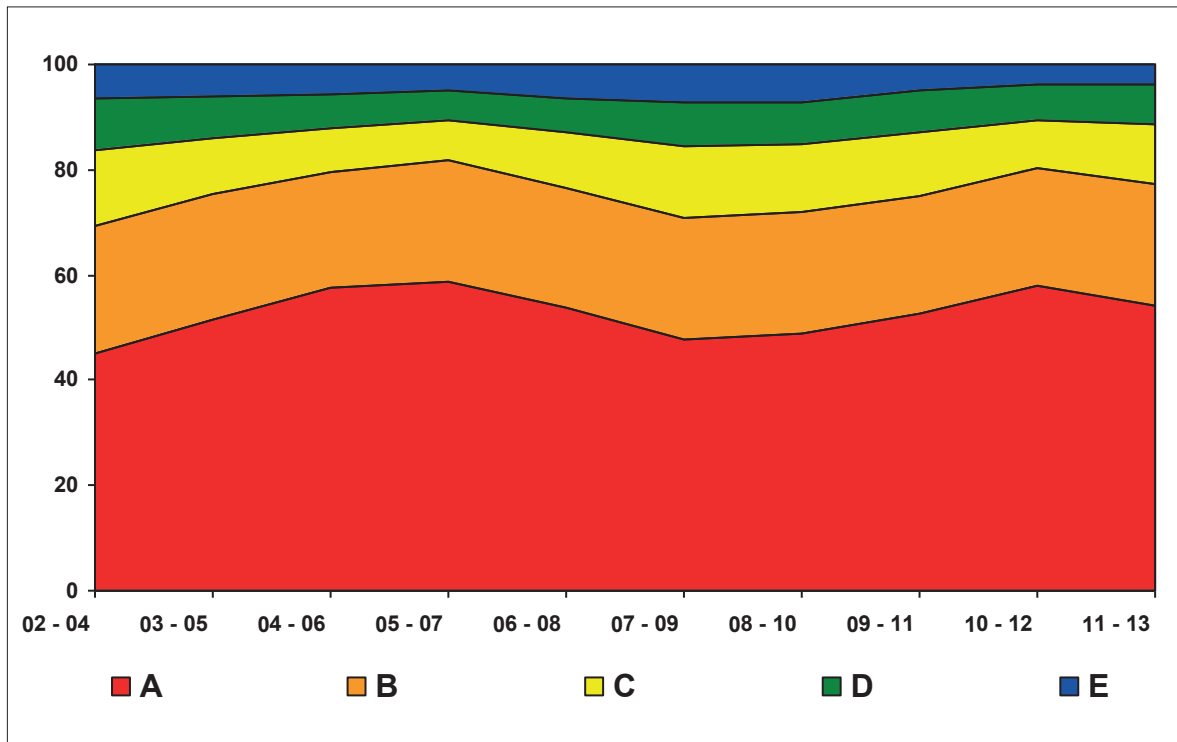


Abbildung 11: Verteilung der K-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Niedermoor

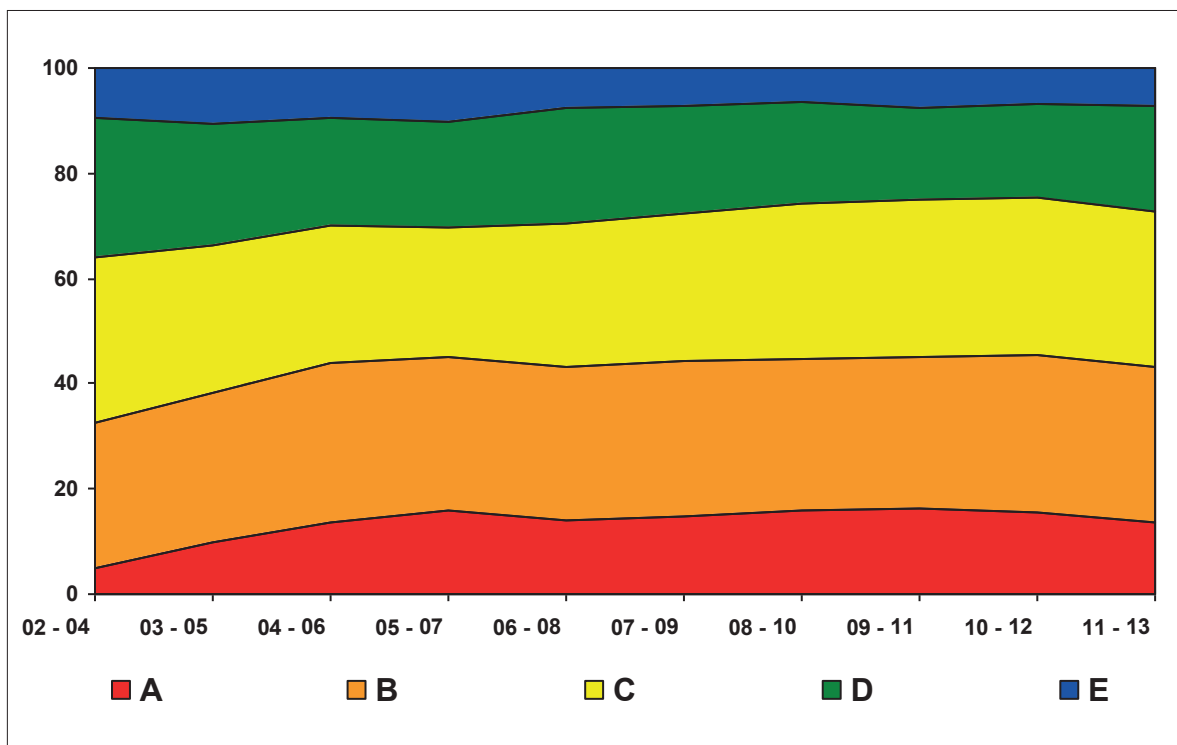


Abbildung 12: Verteilung der K-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Mineralboden

Magnesium

Ebenso wie bei der Kalkversorgung spielt auch beim Magnesium vor allem auf den Niedermoorstandorten die Bodengenesse eine entscheidende Rolle. Wie aus den Abbildungen zu

ersehen ist, weisen ca. 80 bis 85 % des Niedermoorgrünlandes eine sehr hohe bzw. hohe Magnesiumversorgung auf, so dass hier absolut keine Magnesiumzufuhr erforderlich ist, da der Boden über ein sehr hohes Nachlieferungspotential verfügt. Lediglich 15 bis 20 % des Niedermoorgrünlandes bedürfen dagegen einer regelmäßigen Magnesiumzufuhr.

Auch auf den Mineralbodenstandorten des Grünlandes wird im Vergleich zu den anderen Grundnährstoffen eine gute bis sehr gute Magnesiumversorgung festgestellt. Wie auf dem Niedermoorgrünland ist auch das Magnesiumversorgungsniveau des Mineralbodengrünlandes sehr stabil, d. h. es sind keine Veränderungen in den einzelnen Gehaltsklassen zu erkennen, was aufgrund des guten Versorgungszustandes durchaus als positiv zu bewerten ist.

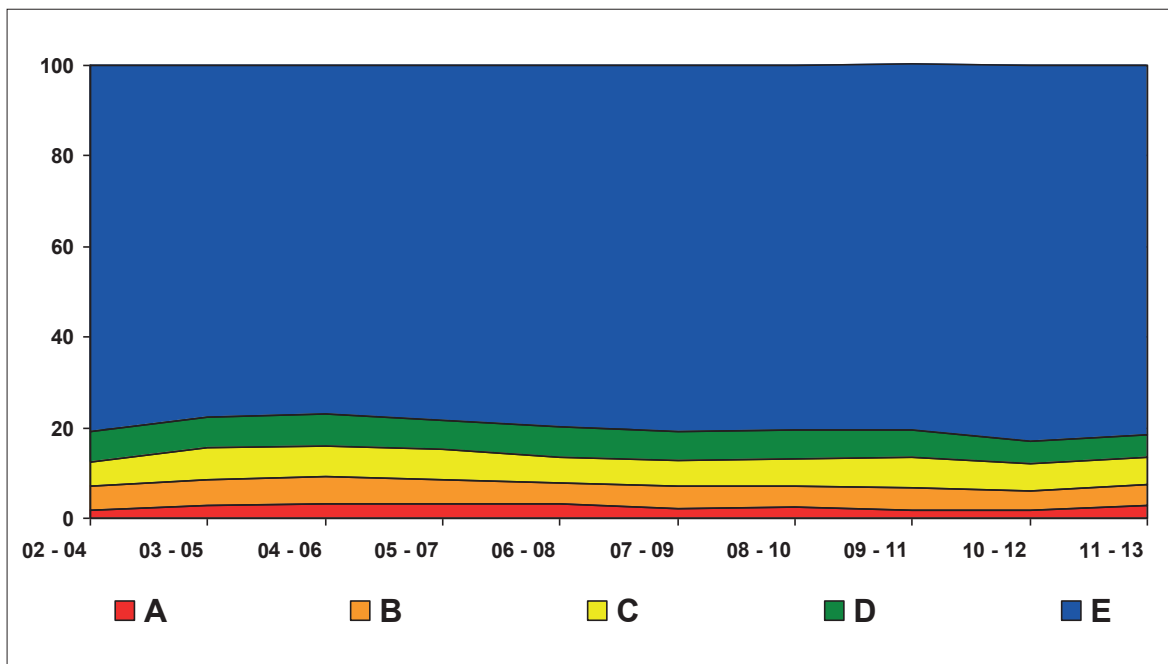


Abbildung 13: Verteilung der Mg-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Niedermoor

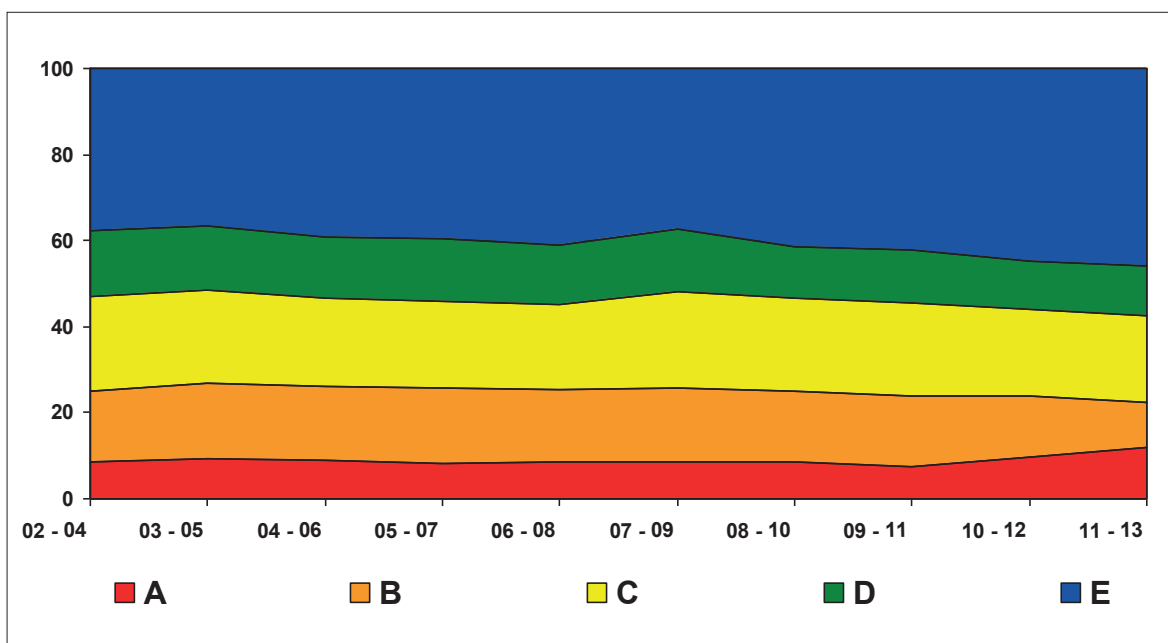


Abbildung 14: Verteilung der Mg-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Mineralboden

Für das Grünland aus dem Bereich des ökologischen Landbaus wurde der in der Tabelle 12 zusammengestellte Nährstoffversorgungsstatus ermittelt. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, bewegt sich das Niveau der Nährstoffgehalte des Grünlandes auf einer vergleichbaren Höhe wie im konventionellen Landbau.

Tabelle 12: Nährstoffstatus der landwirtschaftlich genutzten Böden von M-V – Grünland, ökologisch bewirtschaftet (2006 - 2012) (LFB 2014)

Anteil (%) in den Gehaltsklasse A bis E bei Phosphor, Kalium und Magnesium					
Nährstoff	Niedermoorböden				
	E	D	C	B	A
Phosphor	2,8	5,8	17,3	36,2	37,9
Kalium	2,0	7,1	12,2	25,0	53,7
Magnesium	75,4	10,7	5,3	6,8	1,7
Mineralböden					
Phosphor	11,2	13,0	19,6	38,9	17,2
Kalium	9,6	20,7	27,0	23,5	19,2
Magnesium	26,1	15,9	16,6	32,0	9,4

Neben dem Versorgungszustand der Böden spielt bei den Nährstoffen Phosphor, Kalium und Magnesium die aktuelle Zufuhr über Düngemaßnahmen eine entscheidende Rolle für die Wirkungen in und aus dem Boden. Neben Stickstoff ist dieses besonders für Phosphor von Bedeutung, da Phosphor bei der Gewässereutrophierung als ein auslösender Faktor bekannt ist. Die Auswertung des Düngemiteleinsatzes nach Aufwandmenge, Einsatz über organische Düngemittel und Nährstoffabfuhr kann für die Beurteilung des Einflusses des jeweiligen Nährstoffs auf den Boden und die Umwelt herangezogen werden.

Die nachfolgend dargestellten Daten zur Höhe der Düngemittelanwendung, den Nährstoffabfuhr und den Nährstoffbilanzen wurden in den Jahren 1996 bis 2004 gewonnen und repräsentieren im Jahresmittel eine Fläche von ca. 89.000 ha Ackerland (Tabellen 13 und 14). In dieser Datenerhebung wurden alle Regionen Mecklenburg-Vorpommerns erfasst. Die sich auf den Zeitraum 1996 – 2004 beziehende Auswertung dürfte für die Grundnährstoffe anders als beim Stickstoff (Umsetzung der Vorgaben der DüV seit 2006), auch gegenwärtig noch aktuell sein, da aus Nährstoffbilanzen der Jahre 2010 bis 2013 ähnliche Zahlen abgeleitet werden können. Seit dem Jahr 2004 hat sich der Einsatz von mineralischen und organischen Phosphor- und Kaliumdüngern kaum verändert. Aufgrund der Preisentwicklung ist ein eher sinkender Einsatz zu verzeichnen.

Anmerkung zu den Tabellen:

Bei den erfassten Flächen handelt es sich ausschließlich um Daten von produktiven Marktfruchtflächen des konventionellen Landbaus. Dieses ist bei der Ableitung von Schlussfolgerungen bzw. dem Vergleich mit anderen Bundesländern zu beachten.

Tabelle 13: Einsatz, Abfuhr und Bilanz von Phosphor (P_2O_5) (organisch und mineralisch) auf produktiven Marktfruchtflächen, ohne Stilllegung und Grünland (LFB 2005)

Jahr	Einsatz (mineral. und organ.)	Abfuhr	Bilanz
	kg /ha	kg/ha	kg/ha
1996	42	48	-6
1997	47	58	-11
1998	53	56	-3
1999	51	61	-10
2000	53	58	-5
2001	53	63	-10
2002	51	53	- 2
2003	41	50	- 9
2004	46	63	- 17

Tabelle 14: Einsatz, Abfuhr und Bilanz von Kalium (K_2O) (organisch und mineralisch) auf produktiven Marktfruchtflächen, ohne Stilllegung und Grünland (LFB 2005)

Jahr	Einsatz (mineral. und organ.)	Abfuhr	Bilanz
	kg /ha	kg/ha	kg/ha
1996	69	58	11
1997	79	60	19
1998	87	65	22
1999	83	66	17
2000	87	68	19
2001	86	50	36
2002	85	43	42
2003	72	42	30
2004	70	50	20

Bor, Kupfer, Mangan, Zink, Molybdän

Für die Mikronährstoffe Bor, Kupfer, Mangan, Zink und Molybdän, die nur in geringen Mengen für das Pflanzenwachstum erforderlich sind, liegen gegenwärtig keine aktuellen flächendeckenden Angaben zum Status des Versorgungszustandes der Böden vor. Die letzte, das gesamte Land umfassende Auswertung zum Mikronährstoffstatus wurde im Jahr 1990 angefertigt. Diese wies unter dem Aspekt einer ausreichenden Pflanzenernährung eine Unterversorgung der Böden aus. Eine Auswertung vorliegender aktueller Einzeluntersuchungen von Landwirtschaftsbetrieben ist aufgrund der fehlenden Repräsentanz fachlich nicht zulässig.

Humus

Die Sicherung des standorttypischen Gehaltes an organischer Bodensubstanz ist ein wesentlicher Grundsatz der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft. Der Humusgehalt hat hohen Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit und ist somit von besonderer Bedeutung.

Da gesetzliche Forderungen zur Durchführung von Bodenuntersuchungen zur Ermittlung des Humusgehaltes fehlen, liegen keine flächendeckenden Aussagen zum Humusstatus von Ackerböden in Mecklenburg-Vorpommern vor. Sporadisch durchgeführte Untersuchungen von einzelnen Landwirtschaftsbetrieben lassen keine Hochrechnungen auf Landesebene zu, da Einflussfaktoren wie Anbaustruktur und organische Düngung nicht erfasst wurden.

Eine für das gesamte Land erstellte Auswertung der Humusgehalte aus dem Jahre 1988 ist nur noch bedingt repräsentativ, da sich seit diesem Zeitpunkt die Bewirtschaftungsweise des Ackerlandes unter dem Gesichtspunkt der Humusreproduktion vollständig verändert hat. Die im Jahr 1988 vorgenommene Auswertung von ca. 25.000 Humusuntersuchungen bzw. die aus diesem Zeitraum in der LFB vorliegenden Untersuchungen können als Grundlage für ein erneutes Monitoring zur Ableitung von Entwicklungstrends und Aussagen zum Humusstatus der Ackerböden in Mecklenburg-Vorpommern dienen.

Nach den vorliegenden Erkenntnissen der LFB zum Umfang der Strohdüngung, der Zufuhr außerlandwirtschaftlicher organischer Düngemittel (Klärschlamm, Kompost), der Zunahme des Einsatzes organischer Teich- und Seesedimente sowie des steigenden Einsatzes von Hühnertrockenkot und Gärresten in der Landwirtschaft des Landes Mecklenburg-Vorpommern ist davon auszugehen, dass sich der Humusversorgungszustand auf den Ackerflächen grundsätzlich stabilisiert hat und eine positive Tendenz aufweisen dürfte.

Auf Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe ist durch die vermehrte Nutzung von Ganzpflanzen ohne entsprechende Rückführung organischer Substanz mittelfristig ein Abbau des Humusvorrates zu erwarten.

Bodenreaktion

Landwirtschaftlich genutzte Flächen sind einer ständigen Versauerung ausgesetzt. Ursache für diese Bodenversauerung sind die Ausscheidungen von Wurzeln und Mikroorganismen, der Entzug von Calcium durch die Pflanzen, die Calciumauswaschung, die versauernde Wirkung von Düngungsmaßnahmen und der Eintrag von versauernden Substanzen mit den Niederschlägen.

Ein normaler Pflanzenbestand auf dem Ackerland entzieht zwischen 20 und 50 kg CaO/Jahr. Die Auswaschung ist je nach Niederschlagsmenge mit 200 - 350 kg CaO/Jahr anzurechnen. Neben der direkten Auswaschung des Kalkes durch die Niederschläge ist auch die unmittelbare Zufuhr von versauernd wirkenden Ionen durch den Regen in Höhe von ca. 85 kg/ha CaO zu berücksichtigen. Auf landwirtschaftlichen Flächen führt insbesondere die Anwendung von Stickstoffdüngemitteln zusätzlich zu einem Anstieg der versauernden Ionen in der Bodenlösung, die durch eine zusätzliche Kalkgabe wieder neutralisiert werden. So führt z. B. der Einsatz von 180 kg N/Jahr als Harnstoff oder Ammoniak-Harnstoff-Lösung zu einem zusätzlichen Kalkbedarf von 180 bzw. 250 kg CaO, um die versauernde Wirkung dieses Düngemittels zu neutralisieren.

Tabelle 15: Kalkverluste durch Zufuhr ausgewählter Düngemittel (LFB 2011)

Düngemittel	Kalkverlust (kg CaO/100 kg N)
Schwefelsaures Ammoniak	- 299
Ammonsulfatsalpeter	-188
Harnstoff	- 100
Ammoniak-Harnstoff-Lösung	- 100
Kalkammonsalpeter	- 56

Als Maß für die Beurteilung des Grades der Versauerung von Böden ist die Messung des Boden-pH-Wertes etabliert. Die Untersuchung landwirtschaftlich genutzter Flächen auf den Bodenreaktionszustand gehört zur guten fachlichen Praxis der Düngung. Für das Gebiet des Landes Mecklenburg-Vorpommern liegen seit 1950 flächendeckende Bodenuntersuchungen aus landwirtschaftlichen Betrieben und entsprechende Auswertungen durch die LFB vor. Aufgrund des großen Stichprobenumfangs erfolgt wie bei den Makronährstoffen (Phosphor, Kalium, Magnesium) eine Auswertung des Bodenreaktionszustandes der untersuchten Proben nach konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung.

Ackerland

Für die Beurteilung der Entwicklung des Bodenreaktionszustandes der Ackerflächen wurden die Bodenuntersuchungen der landwirtschaftlichen Praxis aus Mecklenburg-Vorpommern der Jahre 1996 – 2013 zusammengetragen und ausgewertet. Die Auswertung des pH-Wertes erfolgte anders als bei den Grundnährstoffen erst ab dem Jahr 1996, da ab diesem Bodenuntersuchungsjahr die Einstufung der pH-Werte nach dem VDLUFA-Rahmenschema erfolgte. Für die Darstellung wurde wie bei den Grundnährstoffen des konventionellen Landbaus der gleitende Mittelwert über drei Jahre gewählt, um Einflüsse durch witterungsbedingte Sprünge bzw. subjektive Jahresentscheidungen der Praxis zu minimieren.

Bei der Bodenreaktion zeigt sich, dass im Auswertungszeitraum von 1996 bis 2013 eine kontinuierliche Verbesserung eingetreten ist, deren Ursache in der nicht mehr beschränkten Bereitstellung von Kalkdüngern und dem starken Rückgang des Einsatzes von Schwefelsaurem Ammoniak nach der Wende zu sehen ist. Die Verbesserung des Bodenreaktionszustandes zeigt sich vor allem in der Zunahme der Flächenanteile in der pH-Wert-Klasse D und der gleichzeitigen Abnahme der Flächenanteile in der pH-Wert-Klasse B. Durch diese Verschiebung hat sich der Anteil der Flächen mit einem optimalen pH-Wert nicht wesentlich verändert. Die kontinuierliche Verbesserung der Bodenreaktion hat dazu geführt, dass der Anteil der Flächen, die einen pH-Wert über dem Optimum haben, in den letzten Jahren stetig gestiegen ist. Trotz der Abnahme der Flächen mit suboptimalen pH-Werten ist der Anteil von Flächen mit pH-Werten in der Klasse A auf einem niedrigen aber relativ gleichbleibenden Niveau geblieben. Im Vergleich der Bodenarten fällt auf, dass die leichteren Böden ein ungünstigeres Bodenreaktionsniveau aufweisen, da hier ein zunehmender Anteil in die pH-Wert-Klassen E und D eingestuft wird. Als Ursache wird hier die von den Landwirten oft noch praktizierte „Einheitskalkung“ von ca. 2 t/ha Ware angesehen, die dazu führt, dass leichte Böden, die schneller und leichter auf eine Kalkung reagieren, dann einen überzogenen pH-Wert aufweisen.

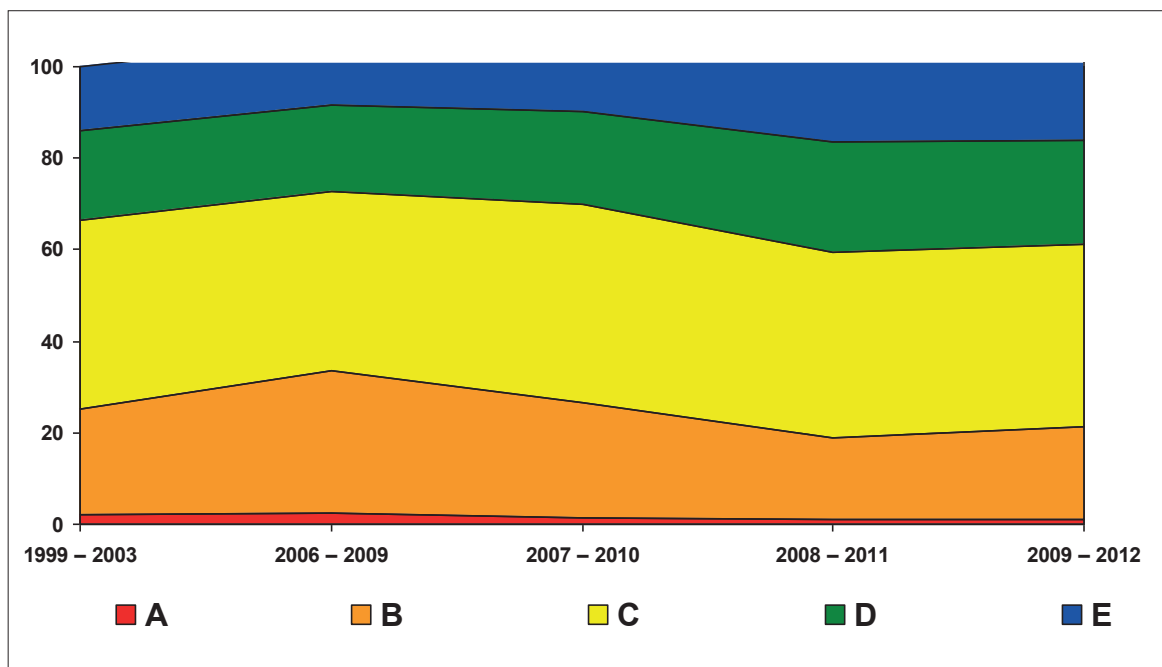


Abbildung 15: Verteilung der pH-Wert-Klassen (relativ), Ackerland konventionell, 1996 - 2013

Für das Ackerland, das nach den Regeln des ökologischen Landbaus bewirtschaftet wird, liegt aufgrund der geringen Probenzahlen nur eine Auswertung der Bodenuntersuchungsergebnisse für den Zeitraum 1999 – 2003 und 2006 – 2012 vor. Wie aus den Abbildungen zu erkennen, weisen konventioneller und ökologischer Landbau vergleichbare Bodenreaktionszustände auf.

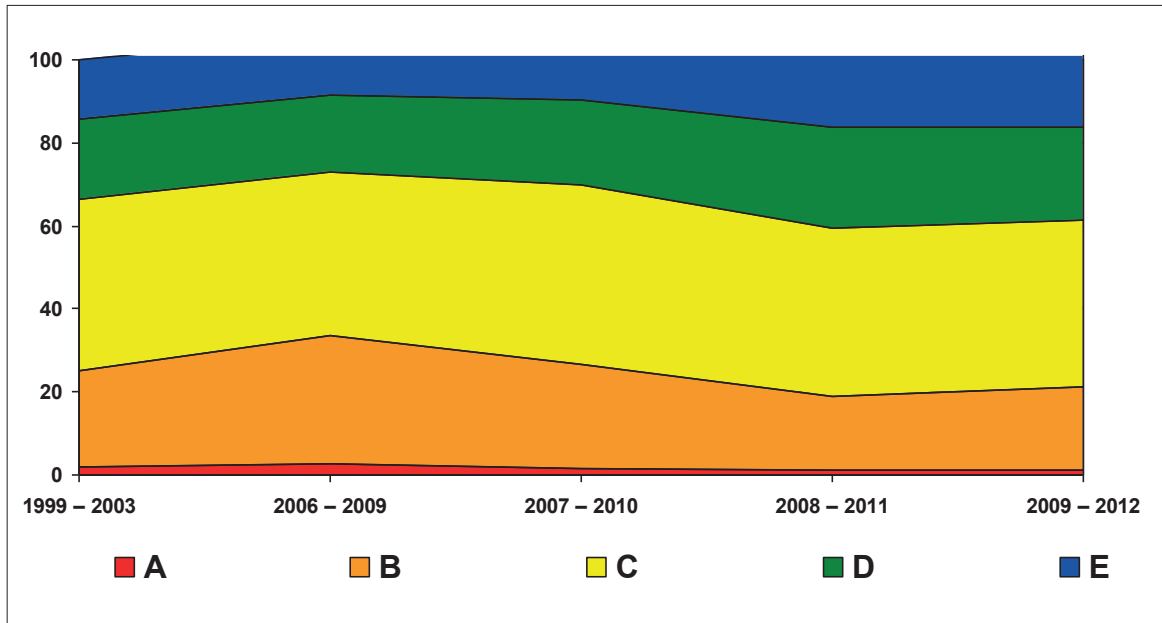


Abbildung 16: Verteilung der pH-Wertklassen (relativ), Ackerland ökologisch, 1999 – 2012

Grünland

Beim Grünland des konventionellen Landbaus wurde im Vergleich zum Ackerland ein größerer Flächenanteil mit optimalen bzw. höheren pH-Werten gefunden. Wie aus der Abbildung 17 zu ersehen ist, haben Niedermoorböden aufgrund der geologischen Entstehung in der Regel keinen Kalkbedarf.

Bei der Verteilung der Kalkversorgung auf den Mineralbodenstandorten des Grünlandes in die einzelnen Gehaltsklassen ist festzustellen, dass nur ca. 30 % der Proben im optimalen Kalkversorgungsbereich lagen, während ca. 45 - 50 % überversorgt und ca. 25 % mit Kalk unterversorgt waren, d. h. suboptimale pH-Werte aufwiesen. Im Vergleich zum Ackerland, auf dem ca. 25 – 30 % der Flächen einen Kalkbedarf haben, ist dieser Anteil auf dem Mineralbodengrünland geringer.

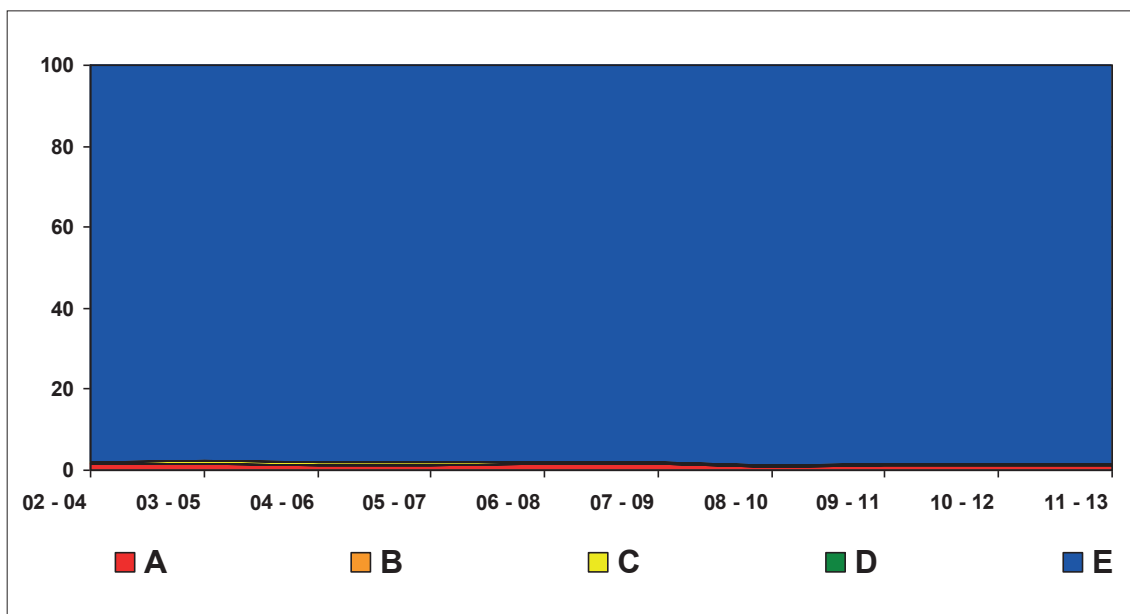


Abbildung 17: Verteilung der pH-Wertklassen (relativ), Grünland konventionell, 2003 – 2013, Niedermoor

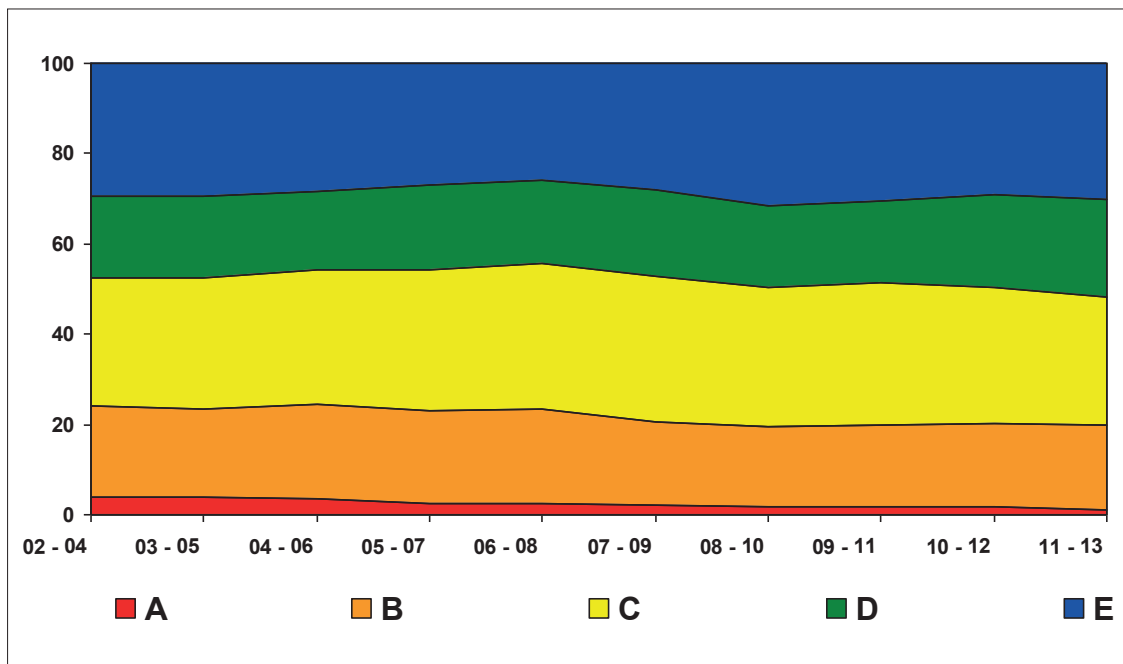


Abbildung 18: Verteilung der pH-Wertklassen (relativ), Grünland konventionell, 2002 – 2013, Mineralboden

Für Grünland, das nach den Regeln des ökologischen Landbaus bewirtschaftet wird, liegt aufgrund der geringeren Probenzahlen keine Auswertung der Entwicklung des Kalkversorgungszustandes vor. In der Tabelle 16 ist eine Zusammenfassung des Bodenreaktionszustandes aller von 2006 bis 2012 untersuchten Proben des ökologisch bewirtschafteten Grünlandes zusammengestellt. Auch hier ist zu erkennen, dass ein mit dem konventionellen Landbau vergleichbares Niveau der Bodenreaktionszustände ermittelt wurde.

Tabelle 16: Bodenreaktionsstatus der landwirtschaftlich genutzten Böden von M-V – Grünland, das ökologisch bewirtschaftet wird (2006 - 2012) (LFB 2014)

Anteil (%) in der Versorgungsstufe A bis E des pH-Wert					
Zeitraum 2006 - 2012	E	D*	C	B*	A
	pH-Wert				
Niedermoor	98,1		0,7		1,2
Mineralboden	28,8	15,8	33,8	20,3	1,3

* entsprechend VDLUFA-Schema wird auf Niedermoor diese pH-Wert-Klasse der Klasse E oder A zugeordnet

Umweltstandards

Nährstoffgehalte

Anders als bei den umweltrelevanten Schwermetallgehalten liegen für die zum pflanzlichen Wachstum benötigten Nährstoffe keine Richt- bzw. Grenzwerte vor, die zur Beurteilung der Gesamtgehalte hinsichtlich der Wirkung auf das Pflanzenwachstum bzw. die Umweltmedien Boden und Wasser herangezogen werden können. Aussagen zur Umweltwirkung von Pflanzennährstoffen können nicht unmittelbar aus den Gesamtgehalten im Boden gezogen werden, sondern sind in der Regel aus den wasserlöslichen bzw. pflanzenverfügbaren Gehalten abzuleiten. Für die Bewertung der verfügbaren Nährstoffgehalte unter dem Gesichtspunkt einer landwirtschaftlichen Nutzung liegen umfangreiche Richt- und Grenzwerte vor (siehe nachfolgend). Grenz- und Richtwerte für wasserlösliche bzw. pflanzenverfügbare Bodengehalte von Nährstoffen zur Beurteilung der Umweltwirkung liegen in der Regel nicht vor.

Stickstoff und Schwefel

Als Maß für die Beurteilung des pflanzenverfügbaren Stickstoffbodenpotentials hat sich der **N_{min}-Gehalt** bewährt. Im Gegensatz zu den Nährstoffen Phosphor, Kalium und Magnesium liegen gegenwärtig keine Richtwerte zur Beurteilung des im Boden vorhandenen Nährstoffpotentials vor.

Bei Stickstoff wird von einem Düngungssollwert (kg/ha N) aus verfügbarem Bodenstickstoffgehalt (kg/ha N_{min}) und zu düngendem Stickstoff ausgegangen. Von diesem N-Sollwert wird die im Boden verfügbare Nährstoffmenge an Stickstoff (N_{min}) abgezogen und die Differenz unter Einbeziehung weiterer Standortfaktoren als zu düngende Menge angesehen. In Abhängigkeit von der Bodenart, der Fruchtfolge und der organischen Düngung werden im Frühjahr N_{min}-Gehalte von ca. 30 – 40 kg/ha im Zusammenhang mit der Ableitung einer Düngungsempfehlung als niedrig angesehen. Aufgrund der Dynamik und starken Abhängigkeit von aktuellen Witterungsbedingungen haben die N_{min}-Bodengehalte im Gegensatz zu den Grundnährstoffen nur eine auf den Zeitraum der Probenahme beschränkte Aussagekraft.

Die nicht mit der Ernte abgefahrenen Stickstoffmengen verbleiben in Blättern, Stängeln und Wurzeln gebunden auf dem Feld und werden als buchhalterischer Bilanzüberhang in den **Nährstoffsalden** registriert. Die Nährstoffsalden beschreiben das Gesamtverlustpotential an reaktiven N-Verbindungen. Je höher die Salden, umso größer ist die Gefahr umweltrelevanter N-Emissionen. Aus Sicht des Umweltschutzes soll ein Zielwert von 50 kg/ha LN (UBA 2011) nicht überschritten werden.

Beim Schwefel wird aus der Bestimmung des **verfügbaren Bodenschwefelgehaltes (S_{min})** nur eine „Ja/Nein-Entscheidung“ zur Düngung abgeleitet, die dann in standardisierter Höhe zu den jeweiligen Kulturen ausgebracht wird. Verfügbare Schwefelmengen von ca. 20 kg/ha S_{min} im Frühjahr sind als niedrig zu bezeichnen und verlangen eine Düngung.

Phosphor, Kalium und Magnesium

Die Beurteilung der pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalte von Phosphor, Kalium und Magnesium in Böden unter dem Aspekt einer landwirtschaftlichen Nutzung erfolgt entsprechend dem VDLUFA-Schema nach dem Gehaltsklassenprinzip, wobei den einzelnen Klassen unter Beachtung von Bodenart und weiteren Standortfaktoren entsprechende Gehaltswerte zugeordnet werden.

Die Definition der einzelnen **Gehaltsklassen** und die entsprechend durchzuführenden Düngungsmaßnahmen sind der nachfolgenden Tabelle 17 zu entnehmen.

Tabelle 17: *Beurteilung der Nährstoffgehaltsklassen für die Kennzeichnung des Nährstoffversorgungszustandes (Makronährstoffe) der Böden in M-V (VDLUFA 2001, LFB 2005)*

Gehaltsklassen	Definition
A	niedrige Bodennährstoffgehalte; stark erhöhte Düngung erforderlich; Düngewirkung: hoher Mehrertrag
B	mittlere Bodennährstoffgehalte; Düngung höher als der Nährstoffentzug; Düngewirkung: mittlerer Mehrertrag
C	anzustrebende optimale Bodennährstoffgehalte; Erhaltungsdüngung, Düngung in Höhe des Nährstoffentzuges der Kultur; Düngewirkung: geringer Mehrertrag
D	hohe Bodennährstoffgehalte; Düngung geringer als der Nährstoffentzug; Düngewirkung: Mehrertrag nur bei Blattfrüchten

E	sehr hohe Bodennährstoffgehalte; keine Düngung notwendig; Düngewirkung: kein Mehrertrag
---	---

Für die einzelnen Makronährstoffe werden der Gehaltsklasse C die nachfolgend aufgelisteten Gehaltswerte zugeordnet (Tabellen 18 und 19).

Tabelle 18: Anzustrebende Makronährstoffgehalte auf landwirtschaftlich genutzten Ackerböden (LFB 2005)

Bodenart	Anzustrebende Makronährstoffgehalte auf dem Ackerland		
	Phosphor	Kalium	Magnesium
Angaben in mg P, K, Mg / 100 g lufttrockener Boden			
Sand	5,6 - 8,0	7 – 10	6 – 8
schwach lehmiger Sand	5,6 - 8,0	8 – 11	8 – 10
stark lehmiger Sand	5,6 - 8,0	9 – 13	9 – 12
sandiger/ schluffiger Lehm	5,6 - 8,0	11 – 15	12 – 16
toniger Lehm bis Ton	5,6 - 8,0	16 – 22	14 – 20
Anmoor, Moor	5,6 - 8,0	13 – 16	8 – 10

Tabelle 19: Anzustrebende Makronährstoffgehalte auf landwirtschaftlich genutzten Grünlandböden (LFB 2005)

Bodenart	Anzustrebende Makronährstoffgehalte auf dem Grünland		
	Phosphor	Kalium	Magnesium
Angaben in mg P, K, Mg / 100 g lufttrockener Boden			
Sand	5,6 - 8,0	6 – 10	6 – 8
Schwach lehmiger Sand	5,6 - 8,0	7 – 11	8 – 10
stark lehmiger Sand	5,6 - 8,0	8 – 12	9 – 12
sandiger/ schluffiger Lehm	5,6 - 8,0	9 – 15	12 – 16
toniger Lehm bis Ton	5,6 - 8,0	9 – 15	14 – 20
Anmoor, Moor	5,6 - 8,0	11 - 15	8 – 10

Böden mit Werten unterhalb der Gehaltsklasse C führen zu Ertragsbegrenzungen und werden im konventionellen Landbau aufgedüngt, um die Ausschöpfung des Ertragspotentials eines Standortes und der angebauten Fruchtart unter dem Aspekt der maximalen Abfuhr an Stickstoff von der Fläche nicht durch eine unzureichende Versorgung mit den Grundnährstoffen Phosphor, Kalium und Magnesium zu beschränken.

Böden mit Werten oberhalb der Gehaltsklasse C sind nach ökonomischen Gesichtspunkten und um mögliche Umweltgefährdungen durch Nährstoffausträge zu verhindern, abzureichern. Aufgrund der wasserwirtschaftlichen Relevanz wurde in der DüV neben einer Obergrenze für zulässige Stickstoffsalden (60 kg/ha im Mittel von 3 Jahren) auch für Phosphor eine Obergrenze für zulässige Nährstoffüberhänge definiert. Beim Phosphor darf dieser Überhang im Mittel von 6 Jahren maximal 20 kg/ha P₂O₅ betragen. Dieser Wert kann aber überschritten werden, wenn im Mittel eines Betriebes die Bodenphosphorgehalte 11 mg P/100 g Boden (DL-Extrakt) (oberer Bereich der Gehaltsklasse D) nicht überschreiten.

Bor, Kupfer, Mangan, Zink, Molybdän

Die CAT-Methode, die mit dem Jahr 2003 Eingang in die Bodenuntersuchung landwirtschaftlicher Böden des Landes Mecklenburg-Vorpommern gefunden hat, wird für die Bestimmung der Mikronährstoffgehalte (außer Molybdän) von Ackerböden genutzt. Anders als bei den Makronährstoffen wird bei den Mikronährstoffen auf die Ausweisung der Gehaltsklassen B und D verzichtet (Tabelle 20). Neben dem Bodennährstoffgehalt ist zusätzlich der Mikronährstoffanspruch der angebauten Kultur bei der Ableitung einer Düngungsempfehlung zu beachten.

Tabelle 20: Beurteilung der Nährstoffgehaltsklassen für die Kennzeichnung des Nährstoffversorgungszustandes (Mikronährstoffe) der Böden in M-V (LFB 2005)

Gehaltsklassen	Definition
A	sehr niedrige bis niedrige Bodennährstoffgehalte; Düngung in Abhängigkeit von der Fruchtart erforderlich; Düngewirkung: hoher Mehrertrag bei mikronährstoffbedürftigen Kulturen
C	mittlere Bodennährstoffgehalte; Düngung nur zu mikronährstoffbedürftigen Kulturen erforderlich; bei weniger anspruchsvollen Kulturen aktuelle Bestandesentwicklung beachten; Düngewirkung: Mehrertrag bei mikronährstoffbedürftigen Kulturen
E	hohe bis sehr hohe Bodennährstoffgehalte; keine Düngung zu allen Fruchtarten notwendig; bei anspruchsvollen Kulturen aktuelle Bestandesentwicklung beachten; Düngewirkung auf Ertrag: keine

Für die einzelnen Mikronährstoffe werden der Gehaltsklasse C die nachfolgend aufgelisteten Gehaltswerte zugeordnet (Tabelle 21).

Tabelle 21: Anzustrebende Mikronährstoffgehalte auf landwirtschaftlich genutzten Ackerböden (LFB 2005)

Bodenart	Anzustrebende Mikronährstoffgehalte auf Ackerböden							
	Bor*		Kupfer*		Mangan*		Zink*	Molybdän**
	pH-Wert	B mg/1000g	pH-Wert	Cu mg/1000g	pH-Wert	Mn mg/1000g	Zn mg/1000g	Mo Bodenzahl
Sand	≤ 5,4	0,15 – 0,25	ohne	0,8 – 1,8	< 5,0	3 – 8	1,0 - 2,5	6,4 - 7,0
	> 5,4	0,20 – 0,35			5,0 – 5,4	10 – 15		
					> 5,4	15 – 30		
schwach lehmiger Sand	≤ 5,8	0,17 – 0,27	ohne	1,0 – 2,0	< 5,3	6 – 12	1,0 - 2,5	6,4 - 7,0
	> 5,8	0,25 – 0,40			5,3 – 5,7	15 – 20		
					> 5,7	20 – 40		
stark lehmiger Sand	≤ 6,0	0,20 – 0,35	ohne	1,2 – 2,5	< 5,5	8 – 15	1,5 - 3,0	6,8 - 7,8
	> 6,0	0,30 – 0,50			5,5 – 6,0	20 – 30		
					> 6,0	30 – 50		
sandiger / schluffiger Lehm	≤ 6,0	0,25 – 0,45	< 7,0	2,0 – 4,0	< 5,9	20 – 40	1,5 - 3,0	7,2 – 8,2
	> 6,0	0,40 – 0,70	≥ 7,0	1,2 – 2,5	5,9 – 6,2	30 – 50		
					> 6,2	40 – 60		
toniger Lehm bis Ton	≤ 6,0	0,25 – 0,45	< 7,0	2,0 – 4,0	< 6,0	20 – 40	1,5 - 3,0	7,2 – 8,2
	> 6,0	0,40 – 0,70	≥ 7,0	1,2 – 2,5	6,0 – 6,3	30 – 50		
					> 6,3	40 – 60		

* CAT-Methode

** Methode nach Grigg

Humus

Veränderungen der organischen Bodensubstanz, die durch den Anbau verschiedener Kulturpflanzen oder den Einsatz organischer Düngemittel entstehen, können mit der Humusbilanzierung quantifiziert werden. Neben der Humusbilanzierung kann die Messung des Gesamtgehaltes an organischer Substanz oder anderer Humusfraktionen im Bearbeitungshorizont als Kriterium für die Beurteilung der Humusversorgung landwirtschaftlicher Standorte herangezogen werden.

Die Humusbilanzierungsmethode errechnet aus dem anbauspezifischen Humusbedarf der Fruchtarten und der Humuszufuhr durch organische Dünger einen Humussaldo. Ähnlich dem Gehaltsklassenschema für die Makronährstoffe erfolgt die Beurteilung dieses Saldos in Gruppen mit entsprechenden Aussagen zur Bewirtschaftung (Tabelle 22). In die Ableitung der Humussaldogruppen sind Belange der landwirtschaftlichen Nachhaltigkeit und der diffusen Nährstoffausträge eingeflossen.

Tabelle 22: *Beurteilung des Humussaldos für die Kennzeichnung des Humusversorgungszustandes der Böden in M-V (VDLUFA 2004, LFB 2005)*

Humussaldo kg Humus-C ha ⁻¹ a ⁻¹	Humussaldo- gruppe	Bewertung
< - 200	A sehr niedrig	ungünstige Beeinflussung von Bodenfunktionen und Ertragsleistung
- 200 bis - 76	B niedrig	mittelfristig tolerierbar, besonders auf mit Humus angereicherten Böden
- 75 bis + 100	C optimal	optimal hinsichtlich Ertragsleistung bei geringem Verlustrisiko, langfristige Einstellung
+ 101 bis + 300	D hoch	mittelfristig tolerierbar, besonders auf mit Humus verarmten Böden
> + 300	E sehr hoch	erhöhtes Risiko für Stickstoff-Verluste, niedrige N-Effizienz

Die Untersuchung des Humusgehaltes in Böden nutzt die chemische Bestimmung des organisch gebundenen Kohlenstoffs. Die nachfolgende Tabelle 23 enthält Orientierungswerte für Humusgehalte in Ackerböden von Mecklenburg-Vorpommern (D-Standorte).

Tabelle 23: *Orientierungswerte für die Einstufung grundwasserferner Standorte nach dem Grad der Versorgung mit organischer Substanz in Abhängigkeit vom Feinanteil (VDLUFA 2004, LFB 2005)*

Bodenart	Feinanteil % (< 6,3 µm)	Obere Grenze % organische Substanz	Untere Grenze % organische Substanz
Sand	4	1,5	1,0
	5	1,5	1,0
	6	1,5	1,0
	7	1,5	1,0
schwach lehmiger Sand	8	1,6	1,1
	9	1,7	1,2
	10	1,7	1,2
	11	1,8	1,3
	12	1,9	1,4
	13	1,9	1,4
	14	2,0	1,5
	15	2,1	1,6
stark lehmiger Sand	16	2,1	1,6
	17	2,2	1,7
	18	2,3	1,8
	19	2,3	1,8

	20	2,4	1,9
	21	2,5	2,0
	22	2,5	2,0
	23	2,6	2,1
	24	2,7	2,2
	25	2,8	2,2

Bodenreaktion

Aufgrund der Veränderungen in der Beurteilung des pH-Wertes ist eine Neudefinition der einzelnen Gehaltsklassen durch die LFB vorgenommen worden (Tabelle 24).

Tabelle 24: Beurteilung der pH-Wert-Klassen für die Kennzeichnung der Bodenreaktionszustandes der Böden in M-V (LFB 2005)

pH-Wert-Klasse	Definition
A	sehr niedrige Kalkversorgung; Gesundungskalkung erforderlich
B	niedrige Kalkversorgung; Aufkalkung notwendig
C	anzustrebende optimale Kalkversorgung; Erhaltungskalkung erforderlich
D	hohe Kalkversorgung; keine Kalkung notwendig
E	sehr hohe Kalkversorgung; Unterlassung jeglicher Kalkung

Für den optimalen Kalkversorgungszustand werden der pH-Wert-Klasse C die nachfolgend aufgelisteten pH-Werte zugeordnet (Tabelle 25).

Tabelle 25: Anzustrebende Bodenreaktion (pH-Wert-Klasse C) auf Acker- und Grünlandböden (VDLUFA 2004, LFB 2005)

Bodenart	Anzustrebende Bodenreaktion		
	Ackerland < 4,0 % OS	Grünland < 15 % OS	Grünland > 15 % OS
pH-Wert			
Sand	5,4 - 5,8	4,7 - 5,2	4,3 - 4,7
schwach lehmiger Sand	5,8 - 6,3	5,2 - 5,7	4,6 - 5,1
stark lehmiger Sand	6,1 - 6,7	5,4 - 6,0	4,8 - 5,4
sandiger/ schluffiger Lehm	6,3 - 7,0	5,6 - 6,3	5,0 - 5,7
toniger Lehm bis Ton	6,4 - 7,2	5,7 - 6,5	5,1 - 5,9
Moor*	4,3	4,3	4,3

* ohne Berücksichtigung des Gehaltes an organischer Bodensubstanz (OS)

Bewertung

Nährstoffgehalte

Stickstoff und Schwefel

Entsprechend der Modellierung der Nährstoffbilanz für Stickstoff im Auftrag des LUNG ist mit Stickstoffüberhängen, bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche, von ca. 65 – 75 kg/ha Stickstoff im Landesdurchschnitt zu rechnen. Es ist davon auszugehen, dass $\frac{1}{4}$ der Landwirtschaftsbetriebe in Mecklenburg-Vorpommern Probleme haben, den Nährstoffbilanzsaldo der DüV von 60 kg/ha Stickstoff im Mittel von drei Jahren einzuhalten (LFB 2014). Insbesondere die Marktfrüchte Raps und Weizen tragen zur Überschreitung der Nährstoffbilanzüberhänge bei.

Die Ableitung eines Umweltgefährdungspotentials für den Bodenstickstoff aus den N_{\min} -Gehalten ist nicht möglich, da Witterungs- und Standortfaktoren einen wesentlich höheren Einfluss auf den Stickstoffaustrag haben als die Höhe des verfügbaren Bodenstickstoffs. Der im Rahmen des vorbeugenden Wasserschutzes angestrebte N_{\min} -Wert von 50 kg/ha im Herbst (Baden-Württemberg 2001) muss deshalb immer im Zusammenhang mit den Einflussfaktoren Vorfrucht, angebaute Fruchtart und Witterungsverlauf im Herbst gesehen werden. Eine losgelöste Betrachtung kann zu Fehlinterpretation und der Ableitung falscher Schlussfolgerungen oder Bewirtschaftungsmaßnahmen führen.

Für eine unter dem Gesichtspunkt des Gewässerschutzes anstrebenswerte Beurteilung von Herbst- N_{\min} -Werten ist eine Aufgliederung nach Standort, Fruchtfolge und Witterungsverlauf zwingend erforderlich.

Wie aus den Mittelwerten der Untersuchungsergebnisse der konventionellen N_{\min} -Testflächen im Herbst der Jahre 2002 – 2014 (Tabelle 11a) zu erkennen ist, ist ein abfallender Trend bei der Höhe der N_{\min} -Gehalte vor dem Winter zu erkennen. Dies bedeutet, dass die nach der Ernte im Boden verbliebene und damit auswaschungsgefährdete Reststickstoffmenge im Vergleich zu den Jahren 2002 – 2005 deutlich geringer ist.

Aufgrund der Umstellung der Heizungssysteme seit 1990 ist es zu einem signifikanten Rückgang der Schwefeleinträge über den Luftpfad gekommen. Im Bereich der Landwirtschaft äußerte sich dies im Auftreten von Schwefelmangelsymptomen an Pflanzen und deutlichen Ertragsausfällen. Die in der Tabelle 11c aufgeführten verfügbaren Schwefelgehalte liegen in einem Gehaltsbereich, der bei schwefelbedürftigen Kulturen (Raps, W-Weizen) eine Düngung erforderlich macht. Seit Mitte der 90er Jahre wird deshalb im Bereich der Landwirtschaft Schwefel aktiv gedüngt. Aussagen zur Entwicklung von Bodengehalten lassen sich nur bedingt ableiten, da mit dem Messprogramm in Mecklenburg-Vorpommern erst nach dem Einsetzen des an den Pflanzen sichtbaren Schwefelmangels begonnen wurde. In den südlichen Bundesländern Brandenburg, Sachsen und Thüringen traten zum gleichen Zeitpunkt noch keine Schwefelmangelsymptome an Pflanzen auf (noch bestehende Kraftwerke und fehlende Wirkungen der Westwinde aus den Meeresbereichen). Die dennoch in diesen Ländern durchgeführten Untersuchungen zu den verfügbaren Schwefelgehalten wiesen im gleichen Zeitraum S_{\min} -Werte von 50 – 60 kg/ha aus (LFB 2006), während in Mecklenburg-Vorpommern S_{\min} -Gehalte von 20 – 30 kg/ha ermittelt wurden.

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse für Mecklenburg-Vorpommern (Tabelle 11c) lässt sich ableiten, dass sich der Gehalt der verfügbaren S_{\min} -Mengen im Frühjahr auf dem für Pflanzen sehr niedrigen Bereich von < 20 kg/ha eingepegelt hat. Da nennenswerte Schwefeleinträge über den Luftpfad nicht mehr zu erwarten sind, wird ein mittleres S_{\min} -Niveau von 50 – 60 kg/ha auf landwirtschaftlichen Flächen nicht mehr auftreten, so dass die Schwefelzufuhr über mineralische Dünger Bestandteil der guten fachlichen Praxis der Düngung sein wird.

Phosphor, Kalium und Magnesium

Bei der Versorgung des *Ackerlandes* mit Phosphor ist seit dem Auswertungszeitraum 1993 – 1995 ein deutlich abnehmender Trend zu verzeichnen. Die seit Jahren unter der Phosphorabfuhr liegende Phosphordüngung, die zu mittleren jährlichen Phosphorsalden von ca. -10 bis -15 kg/ha P_2O_5 auf den Ackerflächen führt, spiegelt sich immer deutlicher im Rückgang der Bodenphosphorgehalte wider. Im Vergleich zum Mittel der Jahre 1993 - 1995, als nur 23,6 % der Flächen eine niedrige bis sehr niedrige Phosphorversorgung aufwiesen, ist die Phosphorversorgung des Ackerlandes im Auswertungszeitraum 2011 - 2013 deutlich gesunken. 45 % der Ackerflächen weisen nunmehr Phosphorgehalte auf, die nur in die Gehaltsklasse A (sehr niedrig) und B (niedrig) einzuordnen sind. Auf rund einem Fünftel der Ackerfläche (23,4 %) werden in der Auswertung für 2011 - 2013 gleichzeitig noch hoch und sehr hoch versorgte Proben ermittelt, so dass hier die Möglichkeit einer Umverteilung der Phosphordüngung gegeben ist. Flächen mit einer sehr hohen und hohen Phosphorversorgung werden vor allem in Betrieben mit einem hohen Viehbesatz, einer langjährigen Klärschlammdüngung sowie im Zusammenhang mit der Verwertung von Gärresten gefunden.

Der Nährstoffstatus ökologisch bewirtschafteter Ackerflächen ist beim Phosphor im Vergleich zu den konventionell arbeitenden Betrieben bei Verwendung des gleichen Beurteilungsmaßstabes (Gehaltsklassen A – E) etwas ungünstiger zu beurteilen. Da beim ökologischen Landbau aufgrund des geringeren Nährstoffbedarfs der Pflanzen jedoch nur der obere Bereich der Gehaltsklasse B angestrebt wird, ist der Anteil der Flächen, die einen über den Entzug der Pflanzen hinausgehenden Düngebedarf haben, geringer als im konventionellen Landbau.

Insgesamt ist einzuschätzen, dass von den Ackerflächen des Landes Mecklenburg-Vorpommern durch Phosphor gegenwärtig ein deutlich geringeres Umweltgefährdungspotential ausgeht als in der Vergangenheit.

Für das Grünland zeigen die untersuchten Bodenproben, dass der Phosphorstatus deutlich niedriger als der des Ackerlandes ist. Dabei fallen die Proben vom Niedermoorgrünland noch stärker ab, als Proben vom Mineralbodengrünland.

Die Phosphorgehalte der Bodenproben des ökologisch bewirtschafteten Grünlandes liegen ebenfalls unter dem Niveau der Bodenproben des ökologisch bewirtschafteten Ackerlandes. Sie weisen aber im Vergleich zu den Grünlandproben des konventionellen Landbaus deutlich geringere Anteile im Bereich der sehr hohen bzw. sehr niedrigen Versorgung auf, d. h. die Nährstoffversorgung ist hier wesentlich ausgeglichener als im konventionellen Bereich. Auch hier gilt, dass aufgrund der geringeren Ansprüche an die Höhe der Bodengehalte, die über den Entzug zu düngenden Flächenanteile geringer sind, als im konventionellen Grünland. Damit ist insgesamt für das Grünland hinsichtlich eines möglichen Phosphoraustrages nicht nur aufgrund der geringeren Erosionsgefährdung ein niedrigeres Umweltgefährdungspotential zu attestieren als für das Ackerland.

Für das Kalium wurde seit dem Bodenuntersuchungszeitraum 1993 – 1995 auf dem Ackerland eine leichte Verschiebung der Bodengehalte von den Gehaltsklassen E, D und C in den Bereich der weniger hohen Bodengehalte (Gehaltsklassen A und B) ermittelt. Aufgrund des sehr hohen Anteils der Gehaltsklasse D und E (2011- 2013: 39,4 %) sowie der häufig positiven Kaliumbilanzsalden in den Betrieben, besteht hier das größte Einsparungspotential auf dem Gebiet der Grunddüngung. Anders als bei der Phosphorversorgung gilt für den Nährstoffstatus der ökologisch wirtschaftenden Betriebe beim Kalium auf dem Ackerland, dass sie unter dem Niveau der konventionell arbeitenden Betriebe liegen. Da aber auch beim Kalium die im ökologischen Landbau anzustrebende Gehaltsklasse B einen sehr hohen Anteil hat, ist der Anteil der Flächen mit einem zusätzlichen Kaliumdüngbedarf ebenfalls deutlich geringer als im konventionellen Bereich.

Der Status der Kaliumversorgung des konventionellen Grünlandes ist im Vergleich zum Ackerland als deutlich ungünstiger zu beurteilen, wobei aufgrund der geologischen Entstehung die Kaliumversorgung des Niedermoorgrünlandes noch stärker abfällt als die des Mineralbodengrünlandes. Im Bereich des ökologischen Landbaus ist ebenfalls festzustellen, dass das Grünland schlechter mit Kalium versorgt ist als das Ackerland. Ebenso wie im konventionellen Landbau weist das Niedermoor die deutlich geringeren Kaliumgehalte auf.

Bei der Magnesiumversorgung des Ackerlandes hat sich seit der Auswertung der Jahre 1993 – 1995 eine deutliche Verbesserung eingestellt. Wurden in den Jahren 1993 – 1995 noch 54,8 % der Bodenproben in den sehr niedrigen und niedrigen Versorgungsbereich eingestuft, so ist aufgrund der verstärkten Zufuhr von magnesiumhaltigen Kalken in den letzten 20 Jahren dieser Anteil im Auswertungszeitraum 2011 – 2013 auf 33,4 % zurückgegangen.

Auf den ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen ist es dagegen nicht zu dieser nachhaltigen Verbesserung der Magnesiumversorgung gekommen. Selbst unter Berücksichtigung des Umstandes, dass man für die Magnesiumversorgung im ökologischen Landbau ebenfalls die Gehaltsklasse B als ausreichend ansehen kann, ist der Flächenanteil, der eine über dem Entzug liegende Magnesiumdüngung erhalten muss, im Vergleich zu Phosphor und Kalium deutlich höher.

Das Grünland weist, anders als bei Kalium und Phosphor, sowohl im konventionellen als auch im ökologischen Landbau vor allem auf den Niedermoorstandorten aufgrund der geologischen Entstehung einen deutlich höheren Magnesiumversorgungstatus auf als das jeweilige Ackerland. Auch die Magnesiumgehalte der Mineralbodenstandorte des Grünlandes liegen bei beiden Landnutzungsformen über dem Niveau des Ackerlandes.

Bor, Kupfer, Mangan, Zink, Molybdän

Da die Bodenuntersuchung für Mikronährstoffe im Rahmen der DüV nicht gefordert wird, die Pflanzenverfügbarkeit der Mikronährstoffe stark von variierenden Bedingungen abhängt (Witterung, Temperatur, pH-Wert, Pflanzenart, organischer Düngung), die Untersuchungen kostenmäßig stark zu Buche schlagen und ein ausreichendes Angebot an kostengünstigen Mikronährstoffdüngemitteln vorhanden ist, liegen in der landwirtschaftlichen Praxis nur wenige Untersuchungsergebnisse vor. Aufgrund geringer Untersuchungsdaten können deshalb keine eindeutigen Aussagen über die Mikronährstoffversorgung der Böden sowie die Umweltbelastung durch Mikronährstoffe auf bzw. von landwirtschaftlichen Standorten abgeleitet werden.

Geogen bedingt weisen die Böden Mecklenburg-Vorpommerns auf nahezu allen landwirtschaftlich genutzten Standorten unter dem Aspekt einer ausreichenden Pflanzenernährung Defizite bei der Nachlieferung entsprechender Mengen an Mikronährstoffen auf (Auswertung 1990). Dies bedeutet, dass die Zufuhr der Mikronährstoffe Bor, Kupfer, Mangan, Zink und Molybdän grundsätzlich eine Standardmaßnahme im Rahmen der guten fachlichen Praxis der Düngung in Mecklenburg-Vorpommern ist.

Durch den zunehmenden Verzicht der Landwirte, die Mikronährstoffdüngung über den Boden vorzunehmen und statt dessen mit der Blattdüngung die erforderlichen Mikronährstoffe den Pflanzen zu zuführen, hat sich die Mikronährstofffracht auf die jeweils gedüngte Flächeneinheit deutlich reduziert, da mit der Blattdüngung wesentlich geringere Nährstoffmengen je Flächeneinheit aufgebracht werden. Insgesamt ist jedoch einzuschätzen, dass sich der Flächenanteil der Mikronährstoffdüngung aufgrund des zunehmenden Anbaus mikronährstoffintensiver Kulturen (Raps, Weizen) auch auf Grenzstandorten erhöht hat und somit die zugeführte Menge an Bor, Kupfer, Mangan, Zink und Molybdän auf Landesebene absolut gestiegen ist. Konkrete Einflüsse auf Wasser und Boden lassen sich aus diesem veränderten Düngeverhalten der Landwirte jedoch nicht ableiten.

Humus

Aktuelle Auswertungen zur Humusversorgung und zum Humusstatus auf landwirtschaftlich genutzten Böden in Mecklenburg-Vorpommern existieren nicht. Da die Humusgehalte von Böden neben den Bewirtschaftungsbedingungen (Bearbeitungsart, organische Düngung und Fruchtfolge) auch vom Standort und dem Zeitpunkt der Probenahme (Jahreszeit) abhängen, ist für eine statistische Auswertung eine ausreichend große Probenzahl und eine sehr detaillierte Protokollierung der o. g. Einflussfaktoren bei der Probenahme erforderlich. Da diese nicht vorliegen, ist eine Auswertung von Humusuntersuchungen, durchgeführt von landwirtschaftlichen Unternehmen, sehr kritisch zu beurteilen, so dass auf die Auswertung der vorhandenen Untersuchungen verzichtet wurde.

Auswertungen der Humusbilanzierungen im Rahmen von Cross Compliance geben Grund zur Annahme, dass sich der Humusversorgungszustand auf den Ackerflächen stabilisiert hat und eine überwiegend positive Bilanz aufweisen dürfte.

Der Erhalt des Bodenhumus sowie die Kohlenstoff-Bindung in Böden stellen sowohl im Hinblick auf den Klima- und Bodenschutz (Vermeidung der Freisetzung klimarelevanter Gase, Erhaltung und Entwicklung der natürlichen Bodenfunktionen) als auch im Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel (Wasserspeichervermögen, Erosionswiderstand) eine zunehmend wichtige Aufgabe dar (siehe auch Kapitel 3.2.5).

Bei einer intensiven Verwertung landwirtschaftlicher organischer Substanzen (Stroh, NaWaRo) zur Energiegewinnung durch Vergärung und Verbrennung bzw. der Verwendung von Wirtschaftsdung und festen NaWaRo-Resten in Bereichen außerhalb der Landwirtschaft (Landschaftsbau, Kleinverbraucher) ist nicht auszuschließen, dass es zu negativen Entwicklungen der Humusgehalte kommt.

Bodenreaktion

Wie die Auswertung der Bodenuntersuchung zeigt, hat sich der Kalkversorgungszustand auf den Ackerböden seit dem Auswertungszeitraum 1996 – 1998 aufgrund der in ausreichendem Umfang zur Verfügung stehenden Kalke verbessert. Im Auswertungszeitraum 2011 – 2013 wiesen nur noch 22,2 % der Bodenproben von Ackerflächen einen suboptimalen pH-Wert auf. Gegenüber dem Zeitraum 1996 – 1998 (44,3 %) ist dies ein Rückgang der Flächen mit niedrigen und sehr niedrigen pH-Werten um 22,1 %. Trotz dieses Rückgangs der suboptimalen pH-Werte stieg aber gleichzeitig der Anteil von Flächen mit pH-Werten über dem Optimum um 18,8 %.

Die Abnahme unzureichend mit Kalk versorgter Flächen (pH-Wert-Klassen A und B) ist unter dem Blickwinkel der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, der Erhaltung des Nährstoffspeichervermögens der Böden sowie der maximalen Ausschöpfung der Ertragspotentiale der Standorte und Kulturen im Zusammenhang mit der Minimierung der Stickstoffbilanzüberhänge als positiv zu bewerten.

Die Zunahme der Flächenanteile in den Gehaltsklassen E und D, die entsprechend dem Gehaltsklassenschema des VDLUFA eine Überkalkung darstellen, ist unter dem Aspekt der Nährstoffverfügbarkeit nicht positiv zu beurteilen. Unter dem Aspekt einer möglichen Schadstoffaufnahme durch die Pflanzen ist dieses aber positiv zu bewerten, da insbesondere leicht lösliche Schadstoffe bei hohen pH-Werten im Boden festgelegt werden.

Anders als bei Phosphor, Kalium und Magnesium ist auch im ökologischen Bereich die pH-Wertklasse C anzustreben, da sich nur in diesem pH-Wert ein optimales Pflanzenwachstum, eine optimale Verfügbarkeit der Nährstoffe und eine günstige Bodenstruktur einstellen.

Im Vergleich zum konventionellen Landbau weisen Betriebe mit ökologischer Landbewirtschaftung beim Bodenreaktionszustand der Ackerflächen einen etwas besseren Versorgungsstatus auf. Ursache ist hier vor allem der fehlende Rückgang des pH-Wertes durch den Verzicht auf die mineralische Stickstoffdüngung, die im konventionellen Landbau aufgrund der Bindungsform des Stickstoffs und der Kombination mit Schwefel oft mit versauernd wirkenden Mineraldüngern erfolgt.

Grünland besitzt im Vergleich zum Ackerland wesentlich höhere Flächenanteile mit erhöhten pH-Werten. Auf Niedermoorstandorten ist dies meist geogen bedingt. Diese Aussage gilt gleichermaßen für das ökologisch bewirtschaftete Grünland.

Die Auswertung der umfangreichen Materialien identifizierte unklare und auch noch nicht angesprochene Bereiche, die für eine umfassende Bewertung und Optimierung der Nährstoff- und Humusgehalte sowie Bodenreaktion im Land erforderlich sind.

Nährstoffgehalte

- trotz sinkender wasserlöslicher Bodengehalte sind noch immer Stickstoffausträge aus landwirtschaftlich genutzten Böden in Gewässer zu verzeichnen
- trotz rückläufiger Bodengehalte sind beim Phosphor noch immer Austräge durch Erosion und Abschwemmung von landwirtschaftlichem Boden zu verzeichnen
- auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen besteht hohe bis sehr hohe Kalium-Versorgung
- auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen ist zunehmend eine hohe bis sehr hohe Magnesium-Versorgung zu verzeichnen
- fehlende Daten zum Versorgungszustand mit Mikronährstoffen

Humus

- fehlende aktuelle Daten zur Humusversorgung und zum Humusstatus
- fehlende Datengrundlage zur Beurteilung vorhandener Humusuntersuchungen
- fehlende Aussagen zur Entwicklung der Humusversorgung bei steigender energetischer oder außerlandwirtschaftlicher Verwertung von organischen landwirtschaftlichen Stoffen (NaWaRo, Stroh, Wirtschaftsdung)

Bodenreaktion

- noch immer hoher Anteil niedriger und sehr niedriger pH-Werte (Gehaltsklassen B und A) auf landwirtschaftlichen Flächen

Qualitäts- und Handlungsziele

Nährstoffgehalte

Grundlage für den fachlich begründeten Einsatz von Nährstoffen auf landwirtschaftlichen Flächen ist der sich aus Bodenvorrat des Standortes und dem Nährstoffbedarf der jeweiligen Fruchtart in Abhängigkeit von Ertragsniveau und Produktionsziel ergebende Düngebedarf. In Abhängigkeit vom jeweiligen Nährstoff oder Bodenfruchtbarkeitsfaktor sind dazu folgende Maßnahmen erforderlich:

Stickstoff und Schwefel

- weitere Erhöhung der Effizienz der Stickstoff- und Schwefeldüngung
- Optimierung aller pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Maximierung der Stickstoffabfuhr von den Flächen
- bessere Anpassung der Stickstoff- und Schwefeldüngung an Standort- und Witterungsbedingungen
- keine Überschreitung des nach DüV fachlich zulässigen Überhangs bei Stickstoff
- Verbesserung der Ausnutzung des Stickstoffs, der mit organischen Düngern zugeführt wird

Phosphor, Kalium und Magnesium

- langfristiges Anstreben eines ausgeglichenen Nährstoffstatus (Gehaltsklasse C)
- Vermeidung von überhöhten Bodengehalten (Gehaltsklasse E) und sehr niedrigen Bodengehalten (Gehaltsklasse A)
- bei Gülle-, Gärrest- und Klärschlammdüngung Einhalten einer ausgeglichenen Nährstoffbilanz bei Phosphor zur Vermeidung von Phosphoranreicherungen im Boden (> Gehaltsklasse D)

Bor, Kupfer, Mangan, Zink, Molybdän

- Sicherung einer optimalen Ernährung der Pflanzen mit Mikronährstoffen
- Düngung von Mikronährstoffen nur bei nachgewiesenem Bedarf
- Nachweis des Mikronährstoffbedarfs durch Boden- und Pflanzenuntersuchungen
- Monitoring zum Niveau der Mikronährstoffgehalte in intensiven Fruchtfolgen mit hohem Raps-, Rüben- und Weizenanteil sowie bei langjährigem Klärschlamm- und Gülleeinsatz

Humus

- Sicherung der Reproduktion der organischen Substanz zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und des Nährstoffspeicherungspotentials
- Erhaltung der standorttypischen Humusgehalte
- Vermeidung von extrem positiven und negativen Humussalden
- punktuelles Monitoring der Humusgehalte auf dem Ackerland in Abhängigkeit von der Bodenart, der Bewirtschaftungsweise, dem Viehbesatz und der Fruchtfolge
- kontinuierliche Überwachung des Humusgehaltes auf Flächen mit einer langjährigen negativen Humusbilanz (Maisfruchtfolgen zur NaWaRo-Produktion, Getreidefruchtfolgen mit laufendem Strohverkauf)

Bodenreaktion

- Beseitigung extremer Versauerung auf landwirtschaftlichen Standorten (Gehaltsklassen A und B)

2.1.2.2 Forstwirtschaftlich genutzte Flächen

Waldböden unterlagen im Laufe der Jahrhunderte vielfältigen, häufig nachteiligen anthropogenen Einflussnahmen, wie beispielsweise der Entwaldung, der ackerbaulichen Nutzung, der Streugewinnung und der Waldweide. Mit zunehmender wirtschaftlicher Entwicklung traten, insbesondere im Laufe des 20. Jahrhunderts bis heute, zunächst örtliche, später großräumige stoffliche Emissionen der Industrie, des Straßenverkehrs und der Landwirtschaft als Hauptbelastungen in den Vordergrund. Diese wurden verstärkt in den Wäldern deponiert, da diese eine hohe Filterwirkung besitzen. In den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts war der Höhepunkt der Luftverschmutzung erreicht. Die Einträge von Säurebildnern und weiteren toxischen Stoffen haben direkte und teils dauerhafte Auswirkungen auf die Böden und das Grundwasser. Kennzeichnende schädliche Bodenprozesse sind die Versauerung, die Nährstoffverarmung sowie die Akkumulation und Verlagerung von toxischen Stoffen. Zukünftig wird auch der Klimawandel zur Veränderung der Bodenzustände beitragen.

Nur intakte Böden sind in der Lage, ihre Funktionen im Naturhaushalt in vollem Umfang zu erfüllen. Zum Schutz der Waldökosysteme und zum Zwecke der Umweltkontrolle wurden Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts europaweite, hierarchisch aufgebaute forstliche Umweltmonitoringprogramme auf Basis der Genfer Luftreinhaltekonvention installiert. Die Bodenzustandserhebungen sind ein integraler Bestandteil dieser Programme. Erste flächenrepräsentative Bodenuntersuchungen in den Wäldern Mecklenburg-Vorpommerns fanden 1986 im Rahmen der „Ökologischen Waldzustandskontrolle“ – den heutigen Bodendauerbeobachtungsflächen Forst (BDF-F) und später im Jahr 1992 mit der Ersterhebung der „Bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE)“ zum Zwecke des vorsorgenden Bodenschutzes statt. Diese Bodenmonitoringnetze mit jeweils 59 Flächen (BDF-F) bzw. 47 Probestellen der BZE-2 (2. Erhebung) werden seither periodisch untersucht.

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse stützen sich in erster Linie auf die jüngste bodenkundliche Auswertung von Waldbodendaten in Mecklenburg-Vorpommern – dem Ergebnisbericht der BZE-2 (Russ et al. 2011). Hierbei handelt es sich um eine Stichprobe von 47 Aufnahmepunkten, welche für das Land Mecklenburg-Vorpommern bezüglich einiger größerer Straten (Auswertungseinheiten) flächenrepräsentativ erscheint. Zusätzlich werden teilweise Bezüge zum Bodenbericht der BDF-F (Dieckmann 2004) und den seit 1996 betriebenen Intensivmonitoringflächen (Level-II) hergestellt.

Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustandes

Bodenreaktion und Nährstoffstatus

In unserem humiden Klima sind langsam ablaufende Nährstoffverluste der Böden und eine damit einhergehende Bodenversauerung ein natürlicher Prozess. Die Versauerungsdynamik wird durch das örtliche Klima, die bestehenden Bodeneigenschaften und die aufstockenden Waldbestände beeinflusst. Menschliches Handeln kann die natürlichen ökosysteminternen Versauerungsprozesse deutlich intensivieren. Beispiele für diese prozessbeschleunigende Wirkung sind der zuvor erwähnte Eintrag versauernd wirkender Stoffe (Stickstoff- und Schwefelverbindungen) oder eine unsachgemäße Bewirtschaftung (wie etwa ein übermäßiger Biomasseentzug). Aufgrund hoher anthropogener Stoffeinträge kann in den letzten Jahrzehnten von einer flächendeckenden Überschreitung der natürlichen Bodenversauerung ausgegangen werden.

stoffvorräte besitzen. Ferner werden Waldböden weit weniger intensiv als landwirtschaftliche Böden bearbeitet und bewirtschaftet. Böden unter Wald weisen daher eine große Breite ökologischer Eigenschaften mit einer biodiversen Flora und Fauna auf.

Wichtige Kenngrößen zur Einschätzung der unter den rezenten Bedingungen beschleunigten Versauerung unserer Böden sind die Bodenreaktion (pH-Wert), die Zusammensetzung des Kationenbelags der Bodenaustauscher und die austauschbar gebundenen Nährstoffvorräte.

Die Bodenversauerung beginnt gewöhnlich im Oberboden und schreitet nach unten hin fort. Der grundsätzliche Versauerungsfortschritt wird bereits anhand der dargestellten pH-Werte der BZE-Stichproben erkennbar (Abbildung 19). Dabei sind die in Kaliumchlorid gemessenen pH-Werte als die maximal mögliche Säurestärke zu interpretieren. Kennzeichnend für unsere Waldböden ist, dass die Oberböden ökologisch sehr unterschiedlicher Bodentypen häufig bis 90 cm, teilweise sogar noch tiefer, versauert sind. Meist treten pH-Werte (in KCl) von deutlich unter 5 auf, die eine verstärkte Auswaschung löslicher Nährstoffe sowie eine Reduktion der Speicherkapazität der Bodenaustauscher zur Folge haben. Bei diesen pH-Werten gehen verstärkt Aluminium- und Eisenionen sowie Protonen in Lösung, die toxisch auf Pflanzen wirken und Säurestress oder Wachstumsstörungen verursachen können. Die biologische Aktivität der Bodenlebewesen ist in diesem Milieu herabgesetzt, wodurch sich die Bodenstruktur verschlechtern und der Stoffumsatz verlangsamen kann. In sorptionsschwachen, carbonatfreien Sandböden setzen sich die geringen pH-Werte bis in den Untergrund fort. Hinsichtlich der anhydromorphen Böden besitzen einzig die Lessivés und die carbonathaltigen Braunerden stärker differenzierte pH-Tiefengradienten. Sie haben entweder im Untergrund bzw. spätestens mit dem Einsetzen carbonatführender Substrate wesentlich günstigere Bodenreaktionen.

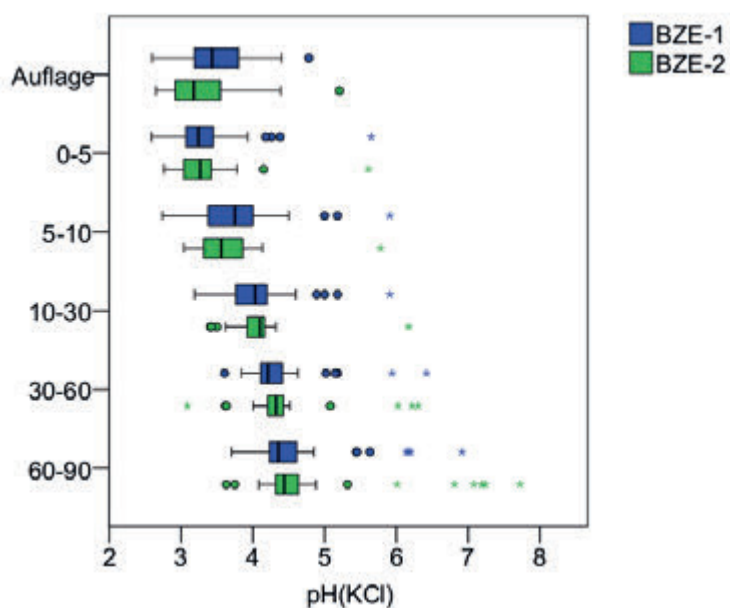


Abbildung 19: $pH(KCl)$ -Werte verschiedener Tiefenstufen (bis 90 cm) der BZE-Aufnahmen 1 (1992) und 2 (2006/07) in M-V

Deutliche Veränderungen der Bodenreaktion lassen sich zwischen den BZE-Inventuren (1992 und 2007) weder anhand der $pH(H_2O)$ -Werte (ohne Abbildung) noch anhand der $pH(KCl)$ -Werte erkennen.

Eine genauere Beurteilung der Versauerungsvorgänge kann über die Betrachtung der an den Bodenaustauschern gebundenen Kationen erfolgen (Abbildung 20). Der Kationenbelag der hiesigen Waldböden wird demnach von „sauer“ wirkenden Kationen, vor allem dem Aluminium dominiert. In den oberen beiden Tiefenstufen nehmen von den „sauer“ wirkenden

Kationen zudem Wasserstoff-Ionen einen größeren Anteil ein, während Eisen und Mangan durchgehend nur einen kleinen Anteil am Austauscher ausmachen.

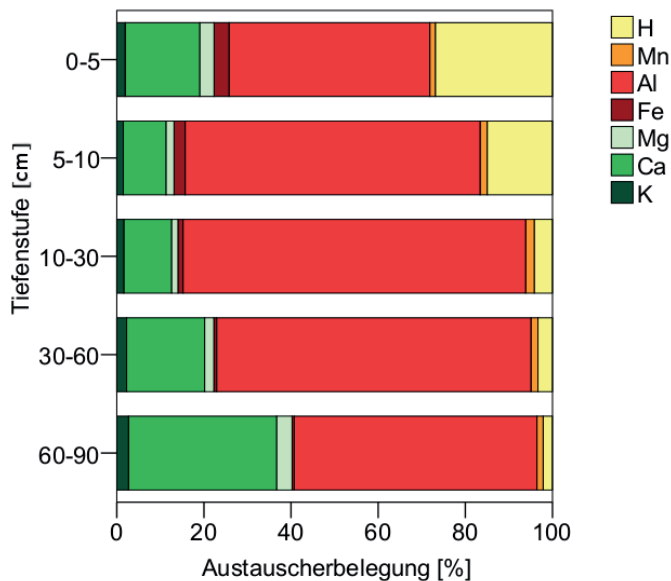


Abbildung 20: Mittlere Austauscherbelegung verschiedener Tiefenstufen (cm) der BZE-2-Stichprobe (2006/07) in M-V

Die Basensättigung gibt den prozentualen Anteil der „basisch“ wirkenden Kationen an den Austauschern an. Sie steht in enger Beziehung zu den Konzentrationen dieser Nährstoffe in der Bodenlösung. Die Podsole und die Mehrzahl der carbonatfreien Braunerden sind in allen Tiefenstufen fast ausschließlich basenarm, d. h. es liegen kritische Basensättigungen von unter 15 % vor (Abbildung 21). Die Elastizität gegenüber Säurebelastung ist bei diesen Standorten vorwiegend sehr gering bis gering einzuschätzen. Ein deutlich anderes Bild zeigt sich für die carbonathaltigen Braunerden und die Lessives. An der Mehrzahl der Standorte nimmt die Basensättigung innerhalb der oberen drei Tiefenstufen zunächst leicht ab (Basenpumpeneffekt) und steigt dann deutlich mit größerer Tiefe an. Der Oberboden ist basenarm bis mittel mit Basen ausgestattet. Entsprechend ist die Elastizität gegenüber Säurebelastungen im Oberboden gering bis mittel; im Unterboden wird in der Regel eine mäßig hohe bis sehr hohe Elastizität erreicht. Die Basensättigung der hydromorphen Böden ist in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Einflüssen durch Grund- und Stauwasser in dieser Gruppe sehr variabel.

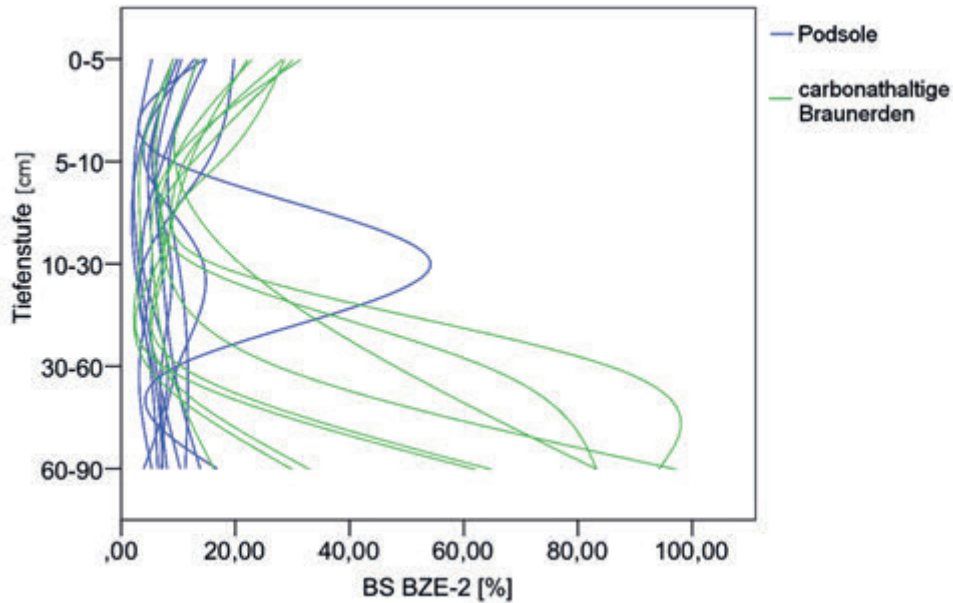


Abbildung 21: Tiefengradient der Basensättigung [%] für zwei Bodentypengruppen (jede Linie entspricht einem BZE-2-Punkt in M-V, 2006/07)

Die Vorräte pflanzenverfügbarer basischer Kationen (bis 90 cm Bodentiefe) liegen überwiegend im Bereich niedriger bis mittlerer Werte (Abbildung 22). Sowohl für die Humusaufgabe als auch den Mineralboden unterscheiden sie sich im Vergleich zwischen BZE-1 und BZE-2 kaum. Äquivalent zum Basensättigungsbefund treten zwischen den gleichen benannten Hauptbodentypen wesentliche Unterschiede in der Vorratshöhe auf. Betrachtet man mächtigere Bodenblöcke, z. B. bis 1,80 m Bodentiefe, können die pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräte noch stärker differieren (Dieckmann 2004).

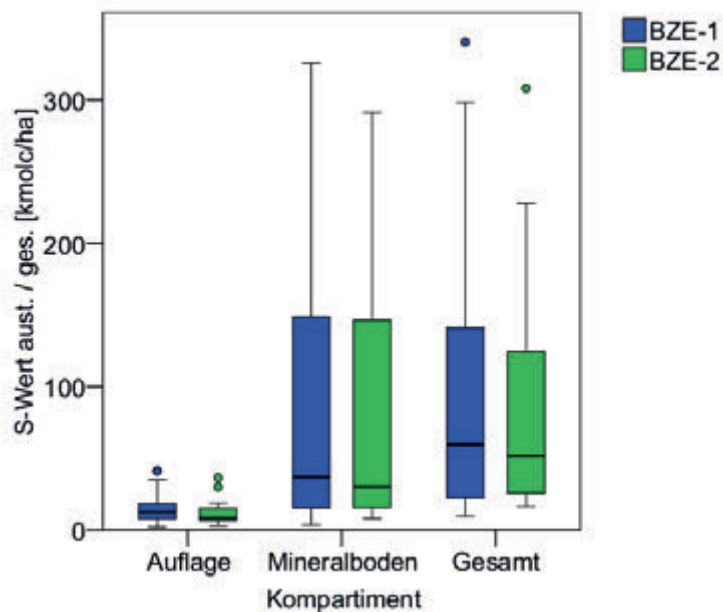


Abbildung 22: Vorräte austauschbarer „basischer“ Kationen (bis 90 cm Bodentiefe) der BZE-Aufnahmen 1 (1992) und 2 (2006/07) in M-V

Der Höhe der Magnesiumvorräte kommt im Zusammenhang mit der Bodenversauerung eine besondere Bedeutung zu. Das im Vergleich zu Calcium eintauschschwächere und dadurch geringer am Austauscher präsente Magnesium wird bevorzugt mit dem Sickerwasser ausgewaschen. Insbesondere auf ärmeren, stärker versauerten Böden sind die austauschbar

gebundenen Magnesiumvorräte und die damit korrespondierenden Magnesiumgehalte in der Bodenlösung sehr gering. Die berechneten mittleren Magnesiumvorräte zum Zeitpunkt der BZE-2 wiesen niedrigere Werte als die der BZE-1 auf. Signifikante Unterschiede zwischen den Erhebungen konnten für dieses Element ebenfalls nicht nachgewiesen werden.

Die grundsätzliche Ausstattung der Waldböden im Land ist aufgrund flächenmäßig stark überwiegender, jungeszeitlichen Bodenbildungen und deren Untergründen recht gut, wenn auch die heutigen Wälder häufig auf schlechter nährstoffversorgten Standorten stocken. Außerdem war das hiesige Säureeintragungsgeschehen im deutschlandweiten Vergleich meist weniger stark. Laut den BZE-2-Auswertungen erscheinen Kalkungsmaßnahmen gegenwärtig nur bedingt empfehlenswert, da die Baumernährung und der Kronen- sowie Bodenzustand der Wälder im zeitlichen Verlauf recht stabil sind. Ferner bedeuten Kalkungen einen erheblichen finanziellen Aufwand und mit ihnen können negative Wirkungen auf die Waldökosysteme einhergehen.

Stickstoff

Stickstoff ist ein wichtiges Hauptnährelement und unabdingbar für das Pflanzenwachstum (Eiweißsynthese). Es muss aus der Atmosphäre in reaktive Formen überführt werden, um pflanzenverfügbar zu sein. Pflanzenwirksamer Stickstoff ist biogenen Ursprungs und gelangt vorwiegend über Stoffkreisläufe (z. B. durch den Laubfall und die Totholzablagerung) aus den Waldbeständen in den Waldboden. Hier liegt der Stickstoff in gebundener Form in der organischen Substanz, vor allem im Humus und in den Bodenlebewesen, vor. Zusätzlich wird anthropogener, reaktiver Stickstoff über die Luft und teils über das Wasser in die Waldökosysteme verlagert.

In der Vergangenheit war Stickstoff, bedingt durch überhöhte Stoffentzüge in Verbindung mit Waldweide oder Streunutzung, lange ein das Wachstum limitierendes Nährelement. Nach Einstellung der Waldweide und Ablösung der Streunutzungs-Berechtigungen verbesserte sich die Situation. Seit den 1960er Jahren wurde Stickstoff vermehrt über Düngemittel oder Tierhaltung in Wälder eingetragen. In den 1970er und 1980er Jahren wurden diese Einträge insbesondere durch die erhebliche Zunahme der landwirtschaftlichen Nutztierbestände verstärkt, so dass allgemein eine Umkehr vom Stickstoffmangel hin zur Stickstoffsättigung feststellbar ist (Kopp et al. 1996, Riek et al. 2007, Heinsdorf 2007).

Die Stickstoff-Messzeitreihen an den forstlichen Intensivmonitoringflächen Mecklenburg-Vorpommerns geben einen Überblick zum Stickstoffeintragsverlauf von 1996 bis 2013 (Abbildung 23). Bezogen auf den dargestellten Gesamtzeitraum ist eine abnehmende Tendenz erkennbar, obwohl die Zeiten höchster Stickstoffeinträge (1970/1980er Jahre) vor Messbeginn lagen. Die kritische Eutrophierungsgrenze (Critical Load) des untersuchten Kiefernbestandes im Forstamt Rothemühl wird im gesamten Messzeitraum verletzt. Für den Buchenbestand im Forstamt Sandhof wurde diese bestandesspezifische Grenze seit 2003 nur noch in zwei Jahren (2006 und 2007) überschritten.

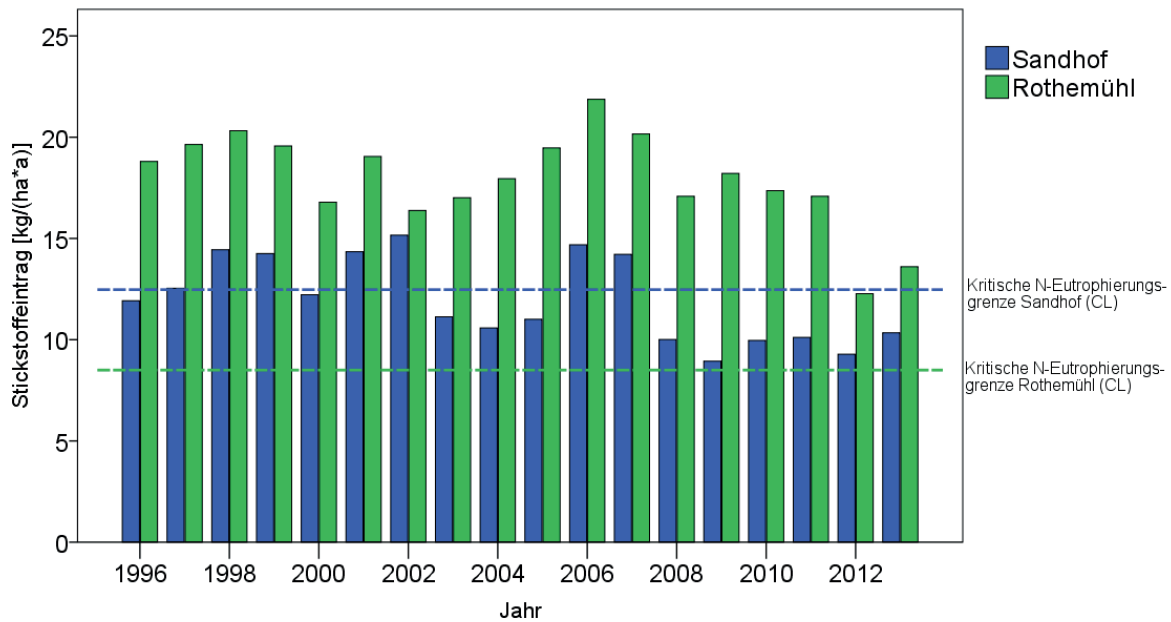


Abbildung 23: N-Eintrag an den beiden forstlichen Intensivmonitoringflächen M-V (Summe von Nitrat- und Ammoniumstickstoff im Bestandesdurchlass ohne Stammabfluss) von 1996 bis 2013

Zuviel Stickstoff führt zur Eutrophierung und Versauerung, d. h. die Waldbestände werden übermäßig stickstoffversorgt und durch verstärkten Nitrataustrag kommt es zum Verlust basischer Nährelemente. Gleichzeitig nivellieren sich von Natur aus sehr unterschiedlich ausgestattete Waldökosysteme und massive Veränderungen der natürlichen Flora und Fauna sind möglich. Ungünstige Rückwirkungen können sich ebenfalls für die Baumernährung, die Anfälligkeit der Wälder gegenüber Schadfaktoren und auch für das Klima infolge der erhöhten Treibhausgasemission der Böden (Lachgas) ergeben.

Der Stickstoffstatus unserer Waldböden ist von Natur aus sehr unterschiedlich. In natürlichen Waldökosystemen existieren enge Zusammenhänge zwischen der Stickstoff- und der Basenausstattung der Böden (Kopp et al. 1996). Reiche und kräftige Böden (Lessives), die überwiegend mit Laubbäumen bestockt sind, weisen u. a. höchste Basen- und Stickstoffvorräte auf. Anhydromorphe Böden mäßiger bis armer Trophie können wesentlich weniger Stickstoff speichern. Deponierter Stickstoff wirkt hier nach der Kompensation historischer Stickstoffverluste am stärksten verändernd.

Für die BZE-2-Gesamtstichprobe wurde für den Zeitraum von 1992 bis 2007 ein Rückgang der Gesamtstickstoffvorräte im effektiven Wurzelraum (bis 90 cm Bodentiefe) auf 4,03 t/ha festgestellt. Eine Bewertung der Stickstoffbelastung fand im Rahmen der BZE-2 anhand des modellierten Nitrataustrags mit dem Sickerwasser auf der Grundlage einer einmaligen Messung unterhalb des Wurzelraums statt. Demnach sind 37 % der mecklenburgischen BZE-Standorte mit Austragsraten von < 5 kg/(ha * a) als nicht stickstoffgesättigt einzuschätzen. 42 % der Standorte sind mit Nitratfrachten von 5 - 15 kg/(ha * a) auf niedrigem Niveau stickstoffgesättigt und für 21 % der Standorte muss mit Stickstoffausträgen über 15 kg/(ha * a) von einer hohen Stickstoffsättigung ausgegangen werden. Überdurchschnittlich hohe Nitratkonzentrationen im Sickerwasser und Stickstoff-Austragsraten finden sich vor allem in landwirtschaftlich geprägten Wuchsräumen. Die modellierten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser überschreiten jedoch an keinem Punkt den gesetzlichen Grenzwert der Trinkwasserschutzverordnung von 50 mg/l (Abbildung 24), so dass mit großer Wahrscheinlichkeit keine Grundwassergefährdung zu erwarten ist.

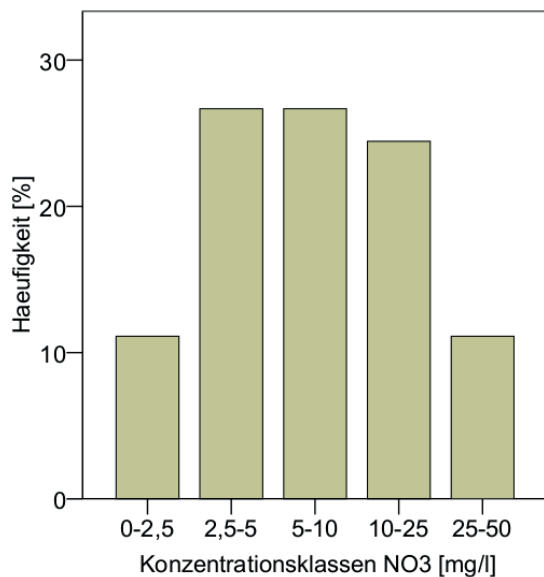


Abbildung 24: Ermittelte Nitratkonzentration der BZE-2-Stichprobe (2006/07) in M-V nach Klassen

Zur Beurteilung verfügbarer Stickstoffverhältnisse im Boden kann der Ernährungszustand der Waldbäume als indirekter Weiser herangezogen werden. Dabei muss beachtet werden, dass die Bewertung der Baumernährung stark vom verwendeten Bewertungsrahmen abhängt. Die Stickstoffgehalte zeigen bei Bewertung nach AK Standortskartierung (2003) eine deutliche Häufung im hohen bis sehr hohen Bereich, wobei sich im zeitlichen Verlauf kaum Änderungen des Niveaus ergaben. Die Folge sind teilweise auftretende, disharmonische Nährstoffverhältnisse zwischen Stickstoff und weiteren Nährstoffen in den Waldbäumen.

Für den BZE-Untersuchungszeitraum fielen die Veränderungen der Waldvegetation einschließlich der Waldbodenvegetation für alle soziologischen Pflanzenschichten meist gering aus. Die Zeigerwerte nach Ellenberg et al. (1992) (Stickstoffzahl, Feuchtezahl, Reaktionszahl) erreichen meist mittlere Niveaus und zeigen von der BZE-1 zur BZE-2 keine Änderungen.

Kohlenstoff/Humus

Kohlenstoff als wesentlicher Bestandteil der organischen Substanz ist im Boden überwiegend in Form von Humus vorhanden. Gerade für die tendenziell tonmineralarmen, sandigen Waldböden Mecklenburg-Vorpommerns sind die Kohlenstoffvorräte ein wichtiger Einflussfaktor für den Wasser- und Nährstoffhaushalt der forstlichen Standorte. Allgemein wirkt sich Kohlenstoff im Mineralboden positiv auf die Bodenstruktur, die Kationenaustauschkapazität und die nutzbare Wasserspeicherkapazität der Waldböden aus. Die vertikale Verteilung des Kohlenstoffs im Boden ist von seiner biologischen Aktivität abhängig. In bodenbiologisch aktiven Böden sind höhere Kohlenstoff-Vorräte im Mineralboden vorhanden, was sich demzufolge vorteilhaft auf die Bodeneigenschaften auswirkt.

Kohlenstoff bildet das bedeutsame Treibhausgas Kohlendioxid. Im Zusammenhang mit dem prognostizierten Klimawandel sind Vorratsänderungen in den angrenzenden Kompartimenten von besonderem Interesse, da diese klimawirksam sein können. Nach den BZE-Untersuchungen in Mecklenburg-Vorpommern beträgt die jährliche Kohlenstofffixierung für den Gesamtboden (Auflage und Mineralboden bis 90 cm Tiefe) im Zeitraum 1992-2007 1,73 t/(ha * a). Die höchsten Kohlenstoffvorräte weisen Podsole und Lessivés auf. Dabei ist zu beachten, dass der beobachtete Trend zum Anstieg der Kohlenstoffvorräte statistisch gut abgesichert erscheint, das tatsächliche Niveau der Kohlenstofffixierung aufgrund methodischer Unsicherheiten (geänderte Bodenprobenahme) ggf. deutlich von den berechneten

Werten abweichen kann. Im Rahmen der BDF-Untersuchungen wurden demgegenüber für den Zeitraum von 1986-2001 keine signifikanten Änderungen des mittleren Kohlenstoffvorrates festgestellt.

Schwermetalle

Das BZE-2-Untersuchungsprogramm beinhaltete ein breites Schwermetall-Analysespektrum, um die potentiellen Schädwirkungen dieser Stoffe quantifizieren zu können. Hierbei wurde festgestellt, dass an keinem BZE-2-Punkt die relevanten gesetzlichen Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte der Bundesbodenschutzverordnung (1999) überschritten wurden (Tabelle 26). Auch die Orientierungswerte für die Humusaufgabe nach Tyler (1992), die angeben, ab welchen Konzentrationen Beeinträchtigungen von Ökosystemkomponenten durch Schwermetalle auftreten können, werden in keinem Fall überschritten. Nur an einzelnen Punkten zeigen sich gegenüber Hintergrundwerten erhöhte Schwermetallgehalte.

Tabelle 26: Anzahl der BZE-Punkte, an denen Überschreitungen etablierter Grenzwerte für Schwermetallkonzentrationen auftraten (bezogen auf 47 BZE-2-Punkte in M-V, 2006/07)

	Anzahl der Überschreitungen von Schwellenwerten [N]							
	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
Vorsorgewerte der BBodschV	0	0	0	0		0	0	0
Prüfwerte der BBodschV für Kinderspielflächen	0	0			0	0	0	0
Prüfwerte der BBodschV für Park- u. Freizeitanlagen	0	0			0	0	0	0
Maßnahmenwerte der BBodschV für Grünland		0	0		0	0	0	0
Vorsorgewerte nach PRÜESS (1994)	3	0	4	1	1	1		8
Orientierungswerte nach TYLER (1994)	0		0	0		0	0	0
	zugrunde liegende Schwellenwerte [mg/kg]							
Vorsorgewerte der BBodschV (Sand)	30	15	20	60		0,4	0,1	40
Prüfwerte der BBodschV für Kinderspielflächen	400	70			25	2	10	200
Prüfwerte der BBodschV für Park- u. Freizeitanlagen	1000	350			125	50	50	1000
Maßnahmenwerte der BBodschV für Grünland		1900	200		50	20	2	1200
Vorsorgewerte nach PRÜESS (1994) (Auflage / Sand (< 8 % Ton))	20/20	15/15	20/10	85/35	10/6	0,7/0,2		130/25
Orientierungswerte nach TYLER (1994)	30		20	300		3,5	0,75	150

Für die potentielle Gefährdung des Grundwassers durch Austrag von Schwermetallen ist die elementspezifische Bindungsstärke ausschlaggebend, die für die BZE-Punkte geschätzt wurde. Demnach ist die Bindungsstärke für Chrom und Kupfer vorwiegend hoch und für Blei und Quecksilber sogar sehr hoch. Dies begründet sich in der starken Bindung an die organische Substanz und die auch noch bei mäßig saurer Bodenreaktion geringe Mobilität dieser Elemente. Nickel, Zink und Cadmium werden vorrangig nur mit geringer Bindungsstärke im Boden gehalten. Dies liegt daran, dass insbesondere Zink nur schwach an die organische Substanz gebunden wird und diese Elemente bereits bei sehr schwach saurer Bodenreaktion vermehrt in der Bodenlösung gelöst werden.

Aus den vorliegenden Analysewerten wurden Hintergrundwerte für die Waldflächen in Mecklenburg-Vorpommern nach einem bundeseinheitlichen Berechnungsverfahren ermittelt. Näheres ist in Kapitel 2.1.1 des vorliegenden Berichtes zu finden.

Umweltstandards

Für die Bewertung von Waldböden existieren kaum rechtsverbindliche Umweltstandards. Für organische und anorganische Schadstoffe gelten die Vorsorgewerte der BBodSchV (Stand 1998). Diese Vorsorgewerte repräsentieren Bodenwerte, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung von geogenen oder großflächig siedlungsbedingten Schadstoffgehalten in der Regel davon auszugehen ist, dass die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht. Sie dienen damit der Abwehr akuter Risiken.

Bewertung

Die Bewertung der ermittelten Waldbodenparameter musste häufig außerhalb direkter gesetzlicher Standards vorgenommen werden, indem entweder Grenzwerte anderer Fachbereiche übertragen (z. B. aus der TrinkwV) oder bodenkundliche Bewertungsrahmen von Fachexperten verwendet wurden. Diese zuletzt genannten Bewertungsrahmen für Waldböden wurden von Bodenkundlern durch Auswertung großflächiger Erhebungen statistisch hergeleitet. Im vorliegenden Text wurden die verwendeten Literaturquellen stets angegeben.

Die Versauerung unserer Waldböden ist anhand vieler Bodenkennwerte auf allen anhydromorphen Waldböden feststellbar. Besonders die Podsole und carbonatfreien Braunerden sind bis in den Untergrund versauert und basenarm. Bei den übrigen, trophisch besser ausgestatteten anhydromorphen Mineralböden beschränkt sich die Versauerung häufig auf den Oberboden. Signifikante Bodenveränderungen infolge anthropogener und natürlicher Säureinträge bzw. Rückwirkungen der Versauerung auf das Baumwachstum oder die Baumernährung konnten innerhalb der letzten beiden Jahrzehnte überwiegend nicht festgestellt werden.

Mit der Nutzung von Holz und sonstiger Biomasse ist immer ein Nährstoffentzug der Waldböden verbunden. Speziell auf den zuvor erwähnten Standorten ärmerer Trophie muss dies beachtet werden, um Bodendegradationen zu vermeiden.

Eine nicht standortgerechte Baumartenwahl kann neben ökonomischen Nachteilen die Leistungsfähigkeit der Böden und die Naturnähe der Waldökosysteme beeinträchtigen. Diese mit langfristiger Wirkung verbundene Entscheidung muss daher stets sehr fachkundig erfolgen.

Hohe anthropogen bedingte Stickstoffinträge haben in der Vergangenheit unsere Waldböden am deutlichsten verändert. Die Stickstofffrachten in die Wälder fördern das Fortschreiten der Versauerung und die Eutrophierung vor allem der schwächeren, mit Nadelbäumen bestockten Standorte. Noch sensibler gegenüber Stickstoffinträgen sind Waldmoore armer Trophie.

Trotz der in den letzten 10 bis 15 Jahren sinkenden Stickstoffdepositionen werden in Mecklenburg-Vorpommern auch gegenwärtig die berechneten kritischen Eutrophierungsgrenzen (Critical Load) häufiger überschritten (Bultjes, P. et al 2011). Für die versauernde Stickstoffwirkung ist dies zurzeit nur örtlich der Fall. Die auf einem Bodenmonitoringnetz des Bundeslandes einmalig gemessenen Nitratkonzentrationen im Wald sind in den landwirtschaftlichen Wuchsräumen erhöht, befinden sich aber noch unterhalb des zulässigen Trinkwassergrenzwertes. Die Stickstoffernährung der Waldbäume besitzt ein meist hohes Niveau, wobei teilweise bereits disharmonische Ernährungsverhältnisse vorliegen.

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist es, die Bodendegeneration durch nutzungsbedingte Nährstoffentzüge zu vermeiden.

Ziel ist es, die Leistungsfähigkeit der Böden durch eine standortgerechte Baumartenwahl zu erhalten bzw. zu verbessern.

Ziel ist es, die negativen Rückwirkungen (wie Eutrophierung und Versauerung) auf unsere Waldökosysteme infolge anthropogener Stickstoffeinträge weiter zu minimieren.

Ziel ist es, günstige Kohlenstoffvorräte in den Waldböden zu erhalten bzw. zu entwickeln.

2.1.3 Radioaktivitätsgehalt

Beschreibung des Ist-Zustands

Im Teil 1 des Bodenschutzprogramms, dem „Bodenbericht des Landes Mecklenburg-Vorpommern“ (LUNG 2002), sind mögliche Quellen von Radioaktivität in Böden bereits ausführlich dargestellt. So wurde zwischen Radionukliden natürlichen und künstlichen bzw. anthropogenen Ursprungs unterschieden. Zu den anthropogenen Quellen gehören auch Radionuklide natürlichen Ursprungs, wenn sie durch technische Prozesse eine Anreicherung erfahren haben. Dies gilt insbesondere für die landwirtschaftliche Boden-Düngung.

Eine Beschreibung des Ist-Zustands der Radioaktivität in Böden kann anhand von Messprogrammen vorgenommen werden, welche die Radioaktivitätsmessstelle des LUNG mit anderer Zielstellung durchführt. Aus den Messprogrammen ergibt sich nochmals die Aufteilung von Radionukliden natürlichen und künstlichen Ursprungs. Für erstere gibt es in der Umweltüberwachung nur wenig verpflichtende Vorgaben zu Untersuchungen, sie werden aber immer mehr in europäischen Richtlinien verankert. Deshalb werden hier vor allem Messwerte aus Messprogrammen entliehen, in denen die Erfassung von Radionukliden künstlichen Ursprungs mittels γ -Spektrometrie das Ziel ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass insbesondere für die Uran- und Thorium-Gehalte Modelle zur Auswertung Anwendung finden, die zusätzlich zur ausgewiesenen Messunsicherheit erhebliche Abweichungen zum „wahren Wert“ aufweisen können. Die Messungen weisen dennoch die vorliegenden Größenordnungen richtig aus. Damit können die erhaltenen Daten für vergleichende Beurteilungen herangezogen werden.

Radionuklide künstlichen Ursprungs

Als Quellen für Radionuklide künstlichen Ursprungs wurde eine Reihe von Nukliden im Bodenbericht 2002 aufgeführt, ohne auf mögliche Freisetzungen einzugehen. So ist beispielsweise der Eintrag von Cobalt-60 in Böden an schwere Störfälle gebunden. Im Rahmen von Messprogrammen zur Überwachung der Umweltradioaktivität besteht eine Verpflichtung, alle Nuklide künstlichen Ursprung in der Umwelt zu erfassen, die zu einer schädigenden Wirkung (Dosis) auf die Bevölkerung beitragen könnten. Geregelt ist dies über die Überwachung der Umweltradioaktivität nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) und bei der Überwachung der kerntechnischen Anlagen nach dem Atomgesetz (AtG). Darüber hinaus greift die behördliche Überwachung beim Umgang mit Radioaktivität nach der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV).

Die Messungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität zeigen, dass lediglich Cäsium-137 und Strontium-90 in bilanzierbaren Aktivitätskonzentrationen in Böden enthalten sind. Das Vorkommen von Cäsium-137 ist auf den Reaktorunfall in Tschernobyl und das von Strontium-90 auf die oberirdischen Atomwaffenversuche der 60er Jahre zurückzuführen. Entsprechend der Halbwertszeiten von 30 Jahren bzw. 29 Jahren gehen die Aktivitätskonzentrationen beider Nuklide kontinuierlich zurück. Die sehr geringen Aktivitätskonzentrationen sind dennoch bei der Überwachung der Umweltradioaktivität und bei der Überwachung der kerntechnischen Anlagen relevant. Von ihnen können Erwartungswerte für unbelastete Umweltbereiche abgeleitet werden. Darüber hinaus besteht an den Daten ein radioökologisches Interesse. Radioökologie ist die Lehre vom Verhalten radioaktiver Stoffe in der Umwelt. So wird ein Übergang von Cäsium-137 aus Böden in Gewässer bei gleichzeitiger Akkumulation in Böden beobachtet. In diesem Zusammenhang sind die Aktivitätskonzentrationen in Klärschlämmen und Kompost zu bewerten. Sie zeigen lediglich den Austausch dieser Ultraspurenstoffe zwischen einzelnen Umweltbereichen auf. Eine schädigende Wirkung für die Bevölkerung durch die durchweg niedrigen, auffindbaren Aktivitätskonzentrationen ist nach dem Stand der Wissenschaft auszuschließen.

Radionuklide natürlichen Ursprungs

Während eine schädigende Wirkung der derzeit im Boden enthaltenen Radionuklide künstlichen Ursprungs für die Bevölkerung ausgeschlossen werden kann, ist das für Radionuklide natürlichen Ursprungs nicht zwangsläufig der Fall. Sie können in einem Maße vorhanden sein, dass ein individuelles Lebensrisiko bestehen kann, ernstlich zu erkranken. Dennoch sollte und kann der Gebrauch von Böden nicht eingeschränkt werden, da er unsere Lebensgrundlage und Lebensqualität bestimmt. Dass Änderungen im Gebrauch von Böden einen Einfluss auf das Lebensrisiko haben könnten, ist nur in extremen Einzelfällen möglich. Dazu müssten Radionuklide natürlichen Ursprungs über geologische Prozesse (Monazit-Sande) oder durch bergmännische Tätigkeiten (Uran-Gewinnung) angereichert vorliegen. Beides ist für Mecklenburg-Vorpommern nicht zutreffend. Eine Abschätzung, ob eine Gefährdung vorliegen könnte, die eine eingeschränkte Nutzung rechtfertigen würde, kann über die Berechnungsgrundlagen Bergbau (BglB 2015) erfolgen. Im einfachsten Fall reicht ein Vergleich der dort festgehaltenen „Allgemeinen Werte der spezifischen natürlichen Untergrund-Aktivität bestimmter Radionuklide“ mit vorhandenen Messwerten.

Messwerte im Einzelnen

Alle hier aufgezeigten Messwerte stammen aus den eingangs genannten Messprogrammen der Umgebungsüberwachung gemäß AtG und der Umweltüberwachung gemäß dem StrVG. Die Probenentnahme erfolgte entsprechend der nachstehenden Tabelle 27.

Tabelle 27: Jährliche Probenentnahme an Böden in Mecklenburg Vorpommern

Umweltbereich	Anzahl der jährlichen Proben Stand 2014		resultierende jährliche Messungen	
	nach StrVG	nach AtG	γ-Spektrometrie	α-Spektrometrie
unbearbeiteter Boden	11	19	30	-
Ackerboden	7	-	7	-
Klärschlamm	20	4	24	4
Kompost	6	-	6	-
SUMME:	44	23	67	4
SUMME:	67		71	

Die prioritäre Entnahme aus unbearbeiteten Böden hat zwei Hintergründe. Zum einen wird dort auch Weiden- und Wiesenbewuchs entnommen, um Einträge einer Wachstumsperiode in den Boden ermitteln zu können. Zum anderen reichern sich radioaktive Stoffe künstlichen Ursprungs in der oberen Bodenschicht bei geschlossener Bewuchsdecke besser an. Somit sind Einträge aus der Luft zuverlässiger zu erfassen. Für Radionuklide, die natürlicher Bestandteil des Bodens sind, gilt dies nur im eingeschränkten Maße.

Tabelle 28: *Höchster Cäsium-137-Wert 2014 mit korrespondierenden Werten für Radionuklide natürlichen Ursprungs in Böden*

Nuklid	Messwerte 2014 in Bq kg ⁻¹ TM			Maximale Werte 2002 bis 2013 in Bq kg ⁻¹ TM	spezifische natürliche Untergrund-Aktivität nach BgIB
	unbearbeiteter Boden nach AtG	unbearbeiteter Boden nach StrVG	Ackerboden nach StrVG		
künstlich					
Cs-137	13,0 ± 0,8	25,5 ± 1,5	11,8 ± 0,8	83,1	
natürlich					
Thorium gemessen als Ac-228	9,7 ± 0,5	14,9 ± 0,8	16,2 ± 0,9	34,1	40
Uran gemessen als Bi-214	8,8 ± 0,5	14,1 ± 0,8	13,0 ± 0,8	69,4	50
Uran gemessen als Ra-226	12,6 ± 1,1	39,7 ± 2,9	16,6 ± 1,7	31,1	
K-40	217 ± 12	210 ± 13	311 ± 20	582	-

Aus der Tabelle 28 ist zu entnehmen, dass Kalium-40 die höchsten Aktivitätskonzentrationen in Böden aufweist. Dieser Wert resultiert aus dem für Wachstum und Leben essentiellen Kaliumgehalt im Boden. Somit würde hier eine „Gefahrenabschätzung“ in die Irre führen. Auch ist ein Vergleich der Messwerte einzelner Nuklide nicht zur „Gefahrenabschätzung“ geeignet. Genauso entscheidend sind Bewertungskriterien wie Dosiskoeffizienten, Dosiskonversionskoeffizienten und Expositions-Parameter wie Expositionszeiten und Aufnahme-raten in den Körper.

Weiter fällt auf, dass für „Uran gemessen als Bi-214“ und „Uran gemessen als Ra-226“ abweichende Werte vorliegen. Das zeigt, dass die Nuklide der Uran-Zerfallsreihe nicht im Gleichgewicht vorliegen und somit der Gehalt an Uran und die Auswirkungen der Zerfallsprodukte nicht eindeutig bestimmt werden können. Dieser Umstand gilt für Böden grundsätzlich, da in einem Volumenelement des Bodens Radionuklide der Zerfallsreihe aus fernen Quellen sowohl zu- als auch abgeführt werden können. Hier ist insbesondere das gasförmige Zerfallsprodukt Radon aus der Uranzerfallsreihe zu erwähnen. So kann sich Radon in wasserführenden Schichten anreichern und verlagern. Damit bleibt zur Beurteilung der Ergebnisse der Vergleich mit den Werten der BgIB. Der Vergleich ergibt, dass in den Böden Mecklenburg-Vorpommerns keine Belastung durch Uran und Thorium vorliegt.

Tabelle 29: *Höchster Cäsium-137-Wert 2014 mit korrespondierenden Werten für Radionuklide natürlichen Ursprungs in Klärschlamm und Kompost*

Nuklid	Messwerte 2014 in Bq kg ⁻¹ TM			Maximale Werte 2002 bis 2013 in Bq kg ⁻¹ TM	spezifische natürliche Untergrund-Aktivität nach BgIB
	Klärschlamm nach AtG	Klärschlamm nach StrVG	Kompost nach StrVG		
künstlich					
Cs-137	2,0 ± 0,1	3,3 ± 0,2	12,2 ± 0,9		
natürlich					
Thorium gemessen als Ac-228	16,4 ± 1,0	16,3 ± 0,9	15,2 ± 0,9	101	40
Uran gemessen als Bi-214	4,0 ± 0,3	7,6 ± 0,5	14,5 ± 0,9	22,7	50
Uran gemessen als U-238 ^{*)}		16,6 ± 4,1			
K-40	136 ± 9	77 ± 5	511 ± 33	665	-

^{*)} Gemessen mittels α -Spektrometrie

Umweltstandards

Radioaktivität nimmt eine Sonderstellung ein, wenn es darum geht, Umweltstandards zu definieren. Der Grund liegt darin, dass Radioaktivität in der Umwelt überall in Form von Radionukliden natürlichen Ursprungs, der Höhenstrahlung und der terrestrischen Strahlung vertreten ist, die zusammenwirken. Die durchaus stark variierende Umgebungsstrahlung stellt die Grundlage zur Bewertung der Gefährdung von zusätzlichen Radioaktivitätsbeiträgen dar. Entsprechend ist die schädigende Wirkung von Radioaktivität – die Dosis – zu bewerten, die sich aus der Summe von Quellen unter Berücksichtigung der jeweiligen Expositionswege für die Bevölkerung ergibt. Grenzwerte für Nuklide analog zu chemischen Gefahrstoffen können somit nicht erwartet werden. Stattdessen werden für eine realistische Dosisabschätzung spezielle Messprogramme durchgeführt.

Erkennbar ist diese Problematik in der „Richtlinie 2013/59/EURATOM des Rates zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung“. Darin werden die Mitgliedstaaten der EU verpflichtet, Programme für bestehende Expositionssituationen durchzuführen, „die unter Strahlenschutz Gesichtspunkten nicht außer Acht gelassen werden können“. Im Hinblick auf Böden sind die Messprogramme der Umgebungsüberwachung gemäß Atomgesetz (AtG) und der Umweltüberwachung gemäß dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) für Radionuklide künstlichen Ursprungs auch für diesen Zweck geeignet.

Demgegenüber ist die Relevanz von Radionukliden natürlichen Ursprungs an Hand von Radon, das aus dem Boden über den Luft- und Wasserpfad entweicht, im Zusammenhang mit den radioaktiven Inhaltstoffen von Trinkwasser zu bewerten. Dies erfolgt jedoch nicht durch Messungen an Böden, sondern dort, wo Expositionssituationen für Einzelpersonen der Bevölkerung entstehen können.

Bewertung

Die vorliegenden Daten für Nuklide natürlichen Ursprungs im Boden, Klärschlamm und Kompost wurden über Messungen zur Erfassung von künstlichen radioaktiven Stoffen ermittelt. Die Daten für Radionuklide natürlichen Ursprung sind dennoch ausreichend, um zu bestätigen, dass die untersuchten Medien im Sinne der Richtlinie 2013/59/EURATOM des Rates unter Strahlenschutz Gesichtspunkten außer Acht gelassen werden können.

Radionuklide künstlichen Ursprungs.

Die Messwerte der Überwachungsprogramme zeigen ausschließlich Werte an, die mit den Modellen der Wissenschaft zu keiner zusätzlichen merklichen Strahlenexposition führen.

Radionuklide natürlichen Ursprungs

Wie aus den geologischen Gegebenheiten und dem Messnetz zur Überwachung der Gamma-Ortsdosisleistung durch das Bundesamt für Strahlenschutz (http://www.bfs.de/de/ion/imis/odl_messnetz.html (05.02.15)) zu erwarten war, weisen die hier untersuchten Böden keine Hinweise auf erhöhte Aktivitätskonzentrationen radioaktiver Stoffe auf.

Qualitäts- und Handlungsziele

Qualitäts- und Handlungsziele ergeben sich aus der Zweckbestimmung des StrVG, das als direkte Folge des Reaktorunfalls in Tschernobyl 1986 erlassen wurde. Danach ist „die Strahlenexposition der Menschen und die radioaktive Kontamination der Umwelt im Falle von Ereignissen mit möglichen nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen unter Beachtung des Standes der Wissenschaft und unter Berücksichtigung aller Umstände durch angemessene Maßnahmen so gering wie möglich zu halten.“ Folgerichtig werden umfassende und flächendeckende Messungen durchgeführt, um Ereignisse mit möglichen nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen unabhängig von möglichen Quellen erfassen zu können.

2.1.4 Schadstoffgehalte von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten sowie Verdachtsflächen und schädlichen Bodenveränderungen

Bei Verdachtsflächen und altlastverdächtigen Flächen besteht der Verdacht bzw. bei schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten gilt es als festgestellt, dass Bodenfunktionen so beeinträchtigt sind, dass dadurch Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit sowie – im Falle von Altlasten – sonstige Gefahren herbeigeführt werden können.

Ohne die Begriffe „Verdachtsfläche“ und „schädliche Bodenveränderung“ zu nennen, gelten diese Flächen immer als miterfasst, wenn im Folgenden von „altlastverdächtigen Flächen“ und „Altlasten“ die Rede ist.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Ermittlung und Erfassung

Der konkrete stoffliche Bodenzustand hängt bei Altstandorten (z. B. stillgelegte Gaswerke, chemische Reinigungen, Tankstellen/-lager, metallverarbeitende Betriebe) von der Art und Menge der Schadstoffe ab, mit denen auf dem Grundstück nicht bestimmungsgemäß umgegangen wurde. Bei Altablagerungen (z. B. aus der Nachsorge entlassene Deponien, „Bürgermeisterkippen“, „ungenehmigte Abfallablagerungen“) ist dies eine Frage der Art und Menge der Abfälle, die insbesondere nicht sachgerecht behandelt, gelagert oder abgelagert wurden. Eine Beschreibung des Bodenzustandes kann daher bei altlastverdächtigen Flächen und Altlasten immer nur im Einzelfall erfolgen.

In Mecklenburg-Vorpommern liegen nur in wenigen Ausnahmefällen in Datenbanken recherchierbare konkrete Stoffgehalte einzelner altlastverdächtiger Flächen und Altlasten vor. In der Regel sind die spezifischen Stoffdaten in den einzelnen Gutachten zur Erkundung bzw. zur Sanierung der Flächen dokumentiert. Zu welchen altlastverdächtigen Flächen und Altlasten jeweils Gutachten vorliegen (5.945 Gutachten/Erkundungen), kann seit 2014 im digitalen Bodenschutz- und Altlastenkataster Mecklenburg-Vorpommern (dBAK) recherchiert werden (Kapitel 1.3 Nummer 1.3.2). Die orientierenden Untersuchungen und Detailuntersuchungen zur Gefährdungsabschätzung sind in der Regel bei den Erfassungsbehörden, die Sanierungsuntersuchungen bei den Sanierungsbehörden einsehbar.

Aus den Angaben im dBAK lassen sich nur indirekt Rückschlüsse auf die Schadstoffart ziehen, da je nach Typ des Altstandortes bzw. der Altablagerung nur bestimmte Schadstoffe in Frage kommen.

Im dBAK werden derzeit bei den Altablagerungen in Abhängigkeit der Abfallarten 6 Ablagerungs-Typen unterteilt:

- Hausmüll
- Bauschutt
- Bodenaushub
- Abfall aus produzierendem Gewerbe
- Genaue Angaben der Abfallarten
- Sonderabfall

In Mecklenburg-Vorpommern stellen ehemalige Hausmülldeponien den größten Anteil an den Altablagerungen dar, Boden- oder Sonderabfalldeponien den geringsten.

Tabelle 30: Verteilung der im dBAK je Landkreis bzw. kreisfreien Stadt erfassten Altablagerungen (Stand: Januar 2016)

Kreisfreie Stadt / Landkreis	Anzahl der erfassten Altablagerungen	davon						
		Hausmüll	Bauschutt	Bodenaushub	Abfälle prod. Gewerbe	genaue Angabe der Abfallarten	Sonderabfälle nach Abfallrecht	nicht spezifiziert
HRO	70	4	3					63
SN	219	2	1		1		2	213
NWM	331	184	32	6	10	68	1	33
LUP	701	292	82	2	8	136	4	177
LRO	557	279	55	2	1	74	1	145
MSE	473	272	20	2	4	166	3	6
VG	573	182	45	6	9	229	3	99
VR	605	213	18	2	11	341	16	4
Gesamt:	3.529	1.428	256	20	44	1.014	30	740

Die Altstandorte lassen sich im dBAK in 12 verschiedene Branchengruppen differenzieren, die sich wiederum in bis zu 100 unterschiedliche Branchen aufsplitten. Jeder Branche können typische Schadstoffe zugeordnet werden. Eine Darstellung der einzelnen Branchen ist hier nicht möglich; statistisch nehmen chemische Reinigungen, Tankstellen/Tanklager, Gaswerke, Wertstandorte, Agrochemische Zentren bzw. Düngemittellager einen hohen Anteil an den erfassten altlastverdächtigen Flächen ein.

Erste für Mecklenburg-Vorpommern repräsentative Daten über die stoffliche Belastung aufgrund von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten wurden im Rahmen der Bestandsaufnahme zur Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zusammengefasst. Im Ergebnis der Recherche konnten 62 altlastverdächtige Flächen und Altlasten als punktuelle Schadstoffquellen identifiziert werden, die zwar eine Beeinflussung des Grundwassers, aber nicht des gesamten Grundwasserkörpers verursachen. Die bei diesen Flächen relevanten Schadstoffe verteilen sich entsprechend der Abbildung 25.

Bei den ermittelten punktuellen Schadstoffquellen sind vor allem die aromatischen Kohlenwasserstoffe (BTEX) und die leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffe (LCKW) relevant, gefolgt von den Schadstoffen bzw. Schadstoffgruppen der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), der Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), der Phenole, der Cyanide (CN) und dem Summenparameter der adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen (AOX). Die Schadstoffe Chrom, Zink, Ammonium (NH₄), Pflanzenschutzmittel (PSM), Polychlorierte Biphenyle (PCB), Sulfate (SO₄), Chlor, Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer und Fluor sowie eine nicht näher spezifizierte Gruppe der Schwermetalle (in der Abbildung als SM abgekürzt) spielen dagegen nur geringfügig eine Rolle.

Auch wenn hier nur altlastverdächtige Flächen und Altlasten mit einer Beeinflussung des Grundwassers in die Erfassung einbezogen wurden, spiegelt diese Verteilung doch recht gut das stoffliche Belastungsspektrum der Böden bei altlastverdächtigen Flächen und Altlasten wider.

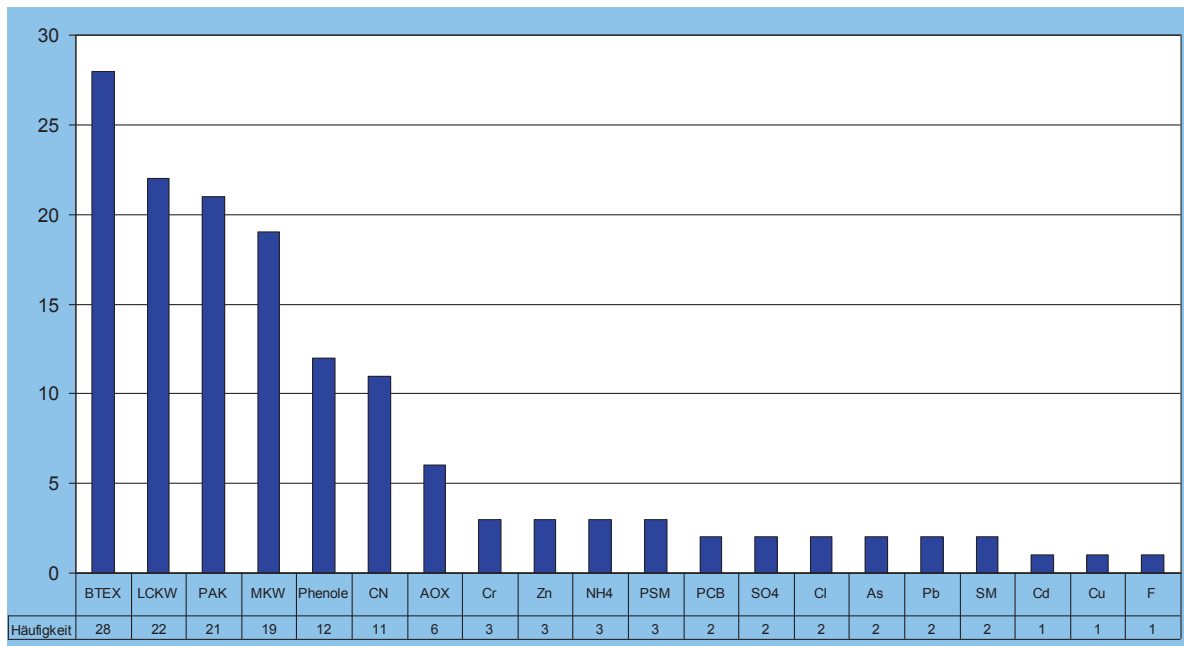


Abbildung 25: Verteilung der Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen der 62 relevanten punktuellen Schadstoffquellen in M-V (www.wrrl-mv.de)

Eine Darstellung der insgesamt durch altlastverdächtige Flächen und Altlasten betroffenen Flächengröße in Mecklenburg-Vorpommern ist nicht möglich. Zwar besteht im dBAK die Möglichkeit, die Fläche des (vermutlich) betroffenen Bodens im Kataster zu erfassen, jedoch sind diese Angaben bislang nur selten gemacht worden. Aussagen über die Tiefe der Schadstoffausbreitung liegen zudem meist nur in den Gutachten vor.

Seit 1. Dezember 2015 erfassen alle unteren Bodenschutzbehörden des Landes ihre Standorte im dBAK. Mit dem Vorgängerprogramm ALPHA 2000 haben nicht alle Erfassungsbehörden gearbeitet, so dass für statistische Angaben eigene Ermittlungen der Landkreise und kreisfreien Städte an das LUNG (Katasterbehörde) in Form von Übersichten gemeldet wurden. Hier wurden die Meldungen mit den im ALPHA 2000 erfassten Daten zusammengefasst und der LABO/ALA für die bundesweite Statistik¹ übersandt. Vergleiche mit anderen Bundesländern können dort eingesehen werden. Hinsichtlich der Gesamtzahl ziviler altlastverdächtigter Flächen und Altlasten wird auf Tabelle 31 und die von der LABO veröffentlichte Altlastenstatistik verwiesen.

Die bis zum Jahr 2013 geführten Kennziffern „militärische Altlasten“ (Abbildung 26) und „Rüstungsverdachtsflächen“ waren in der Übersicht zur Altlastenstatistik bisher nicht berücksichtigt und wurden von den Erfassungsbehörden nur anlassbezogen gepflegt. Mit vollständiger Umsetzung des dBAK fand eine Überprüfung statt, und diese Flächen wurden als „militärische Altablagerungen oder militärische Altstandorte“ neu erfasst und in die Gesamtstatistik integriert. Aus den vorbenannten Gründen wurden für 2013 die gleichen Gesamtzahlen wie 2012 vom LUNG im Rahmen der Statistik veröffentlicht.

Die Zahlen für das Jahr 2014 sind im Zuge der Erstellung des dBAK geprüft und weitestgehend bereinigt, so dass ein Zahlensprung (siehe Abbildung 26) zu verzeichnen ist.

Einige der eingelesenen Daten in das dBAK, insbesondere die der Hansestadt Rostock, bedurften noch einer Nachbearbeitung, so dass in 2015 erneut eine sichtbare Veränderung stattgefunden hat.

¹ Die Daten werden im jährlichen Bericht des ALA über die „Bundesweiten Kennzahlen der Altlastenstatistik“ auf der LABO-Homepage veröffentlicht (www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen.html).

Tabelle 31: Altlastenstatistik der altlastverdächtigen Flächen und Altlasten in M-V (LUNG Januar 2016)

Merkmal	Jahr							
	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2015
Erfassung von altlastverdächtigen Flächen								
Altablagerungen	3.715	3.205	2.774	2.688	2.648	2.629	2.731	2.416
Altstandorte	5.148	4.296	3.597	3.376	3.187	3.162	2.733	3.047
Erstbewertung								
Altablagerungen	2.150	1.994	2.001	1.951	1.685	1.671	1.319	1.308
Altstandorte	2.154	2.068	1.996	1.683	1.609	1.619	1.418	1.388
orientierende Untersuchung								
Altablagerungen	307	314	261	254	219	223	183	160
Altstandorte	702	726	617	603	563	573	489	652
Detailuntersuchung								
Altablagerungen	188	128	81	86	91	100	58	87
Altstandorte	384	313	297	243	176	200	290	427
Altlasten								
Altablagerungen	458	409	556	412	540	527	672	1.113
Altstandorte	493	480	602	498	459	546	1.773	1.974
Sanierung begonnen								
Altablagerungen	105	179	169	156	155	158	185	176
Altstandorte	152	191	208	212	204	207	372	360
Sanierung abgeschlossen								
Altablagerungen	258	228	603	623	679	722	833	850
Altstandorte	479	430	534	555	476	531	968	1.186

* bis zum Jahr 2013 wurden lediglich die zivilen Flächen erfasst, ab 2014 die zivilen und militärischen altlastverdächtigen Flächen und Altlasten.

In den Jahren 1990 bis 2001 wurden im Jahresdurchschnitt ca. 140 Flächen erkundet und 180 saniert oder aus dem Verdacht entlassen. Es muss jedoch beachtet werden, dass die Zahlen seitdem rückläufig sind. In den Jahren 2002 bis 2013 wurden im Jahresdurchschnitt 15 Flächen erkundet und 25 aus der Sanierung entlassen. Wurden in den Anfangsjahren der Altlastenbearbeitung viele kleinere Objekte zum Abschluss gebracht, handelt es sich nunmehr um größere Projekte mit Laufzeiten von 5 bis 10 Jahren.

Die Gesamtzahl der altlastverdächtigen Flächen und Altlasten in Mecklenburg-Vorpommern seit dem Jahr 2000 zeigt Abbildung 26. Schwankungen nach oben ergeben sich z. B. aus der im Rahmen einer Erkundung und Gefährdungsbeurteilung notwendigen Grundstücksaufteilung. Aus einem altlastverdächtigem Agrochemischen Zentrum wird dann ein zu sichernder Lagerbereich, ein zu überwachender Werkstattbereich und ein zu sanierender Betankungsbereich.

Wegen der zuvor benannten uneinheitlichen Erfassung im ALPHA 2000 basiert die Gesamtzahl bis zum Jahr 2013 auf einer jährlichen Abfrage bei den Erfassungsbehörden und lag niedriger als die im dBAK 2014 erfasste Gesamtzahl. Im Jahr 2015 kam es letztmalig durch das Einpflegen der Daten der Hansestadt Rostock zu einer geringfügigen Erhöhung.

Eine weitere Zunahme ergibt sich durch die laufende Entlassung von Deponiestandorten aus dem Geltungsbereich des Abfallrechts nach dem Abschluss der Nachsorgephase. Hier wurden in den zurückliegenden Jahren mehrere Hundert Standorte als Altablagerungen im dBAK erfasst. Dieser Prozess wird sich in der Zukunft fortsetzen.

Eine Entlassung aus dem dBAK ist bei diesen ehemaligen Deponien nicht angezeigt, auch wenn sie keinen schädlichen Einfluss z. B. auf das Grundwasser oder die Allgemeinheit haben. Deponien sind als Anlagen auf Dauer angelegt und dauerhaft zu sichern; sie eignen sich in der Regel nicht für eine uneingeschränkte Nachnutzung.

Eine Übersicht über die in Mecklenburg-Vorpommern derzeit in der abfallrechtlichen Überwachung befindlichen 376 Deponien liefert die nachfolgende Tabelle 31a. Darin sind nur solche Deponien berücksichtigt, die nach dem 01.07.1990 stillgelegt wurden oder noch betrieben werden. Ältere Deponien mit einem Stilllegungsdatum vor diesem Stichtag werden generell als Altablagerung geführt.

Tabelle 31a: Abfallrechtlich überwachte Deponien in M-V (WM 2017)

Landkreis/ Kreisfreie Stadt	Im Ablagerungs- betrieb	In Stilllegung	In Nachsorge
Landeshauptstadt Schwerin	0	0	0
Hansestadt Rostock	0	0	0
Nordwestmecklenburg	1	10	0
Ludwigslust-Parchim	2	127	4
Landkreis Rostock	2	1	5
Mecklenburgische Seenplatte	1	97	47
Vorpommern-Greifswald	0	53	13
Vorpommern-Rügen	0	4	9
Gesamt	6	292	78

Darüber hinaus wurden bereits 600 ehemalige Deponien aus dem Abfallrecht entlassen und sind bereits jetzt als Altablagerungen im Sinne des Bodenschutzrechts zu bewerten.

Die in der Tabelle aufgeführten Deponien werden nach der Entlassung aus der Nachsorge als Altablagerungen in das dBAK zu übernehmen sein. Zwischen dem Ende des Ablagerungsbetriebs und dem Ende der Nachsorgephase vergehen typischerweise mehrere Jahrzehnte. Die Stilllegungsarbeiten wie zum Beispiel die Herstellung der Oberflächenabdichtung nehmen im günstigen Fall ein Jahr in Anspruch. Daran schließt sich die Nachsorgephase an, die bei Deponien der Klasse 0 und I (Deponien für unbelasteten Bodenaushub und gering belasteten Bauabfall) mindestens 10 Jahre währt. Bei Deponien der Klasse II und III ist eine Nachsorgephase von mindestens 30 Jahren vorgesehen. Dieser Zeitraum gilt insbesondere für ehemalige Hausmülldeponien. Bei Deponien für gefährliche Abfälle (Sonderabfalldeponie – Deponiekategorie III) ist von längeren Nachsorgezeiträumen auszugehen.

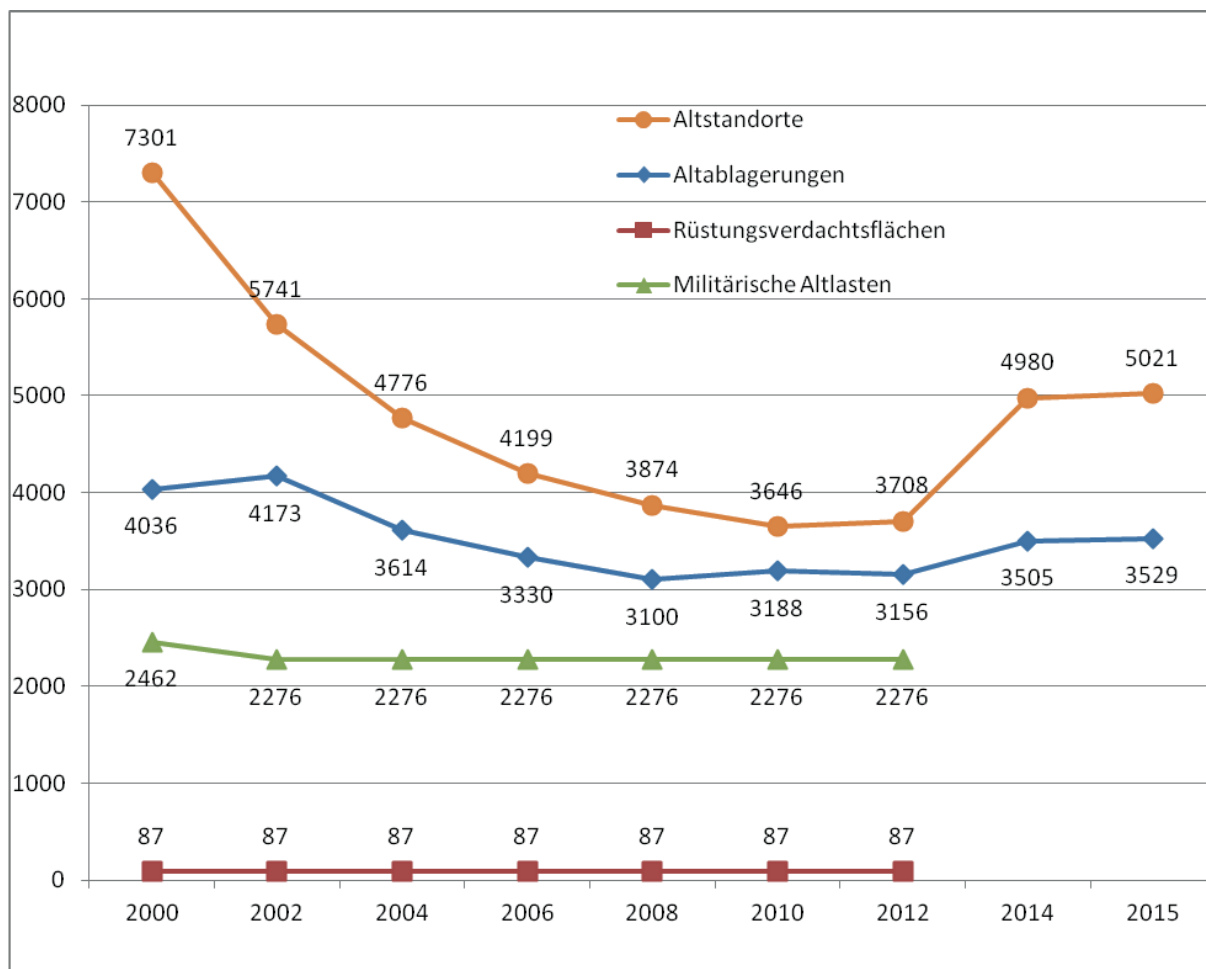


Abbildung 26: Anzahl der zivilen und militärischen altlastverdächtigen Flächen und Altlasten in M-V (LUNG 2000 bis 2015)

Förderprogramme und Investitionshilfen

Die hohen Kosten der Altlastensanierung stellen das größte Hemmnis in der zeitnahen Realisierung der erforderlichen Gefahrenabwehrmaßnahmen durch die Pflichtigen dar.

Bund und Land haben auf Grundlage des Verwaltungsabkommens über die Regelung der Finanzierung der ökologischen Altlasten (1992) und des Generalvertrages über die abschließende Finanzierung der ökologischen Altlasten in Mecklenburg-Vorpommern (2002) für die Beseitigung der ökologischen Altlasten der Vorwendezeit bereits 89 Mio. € eingesetzt, damit Investoren im Rahmen der Freistellungsregelung auf diesen Flächen Arbeitsplätze erhalten und neue schaffen.

Vorrangig betrifft diese Regelung ehemalige Industrie- und Gewerbestandorte, wie Tanklager, Tankstellen, Chemische Reinigungen, Gaswerke und Standorte der Erdölindustrie.

Saniert wurden u. a.:

- 63 ehemalige Sondenplätze und eine Feldzentrale (Entsorgung 350.000 t mit Mineralöl kontaminierten Bohrschlamms, Rekultivierung von 45 ha devastierter Fläche)
- 5 größere sowie 2 kleinere Gaswerkstandorte
- 1 Großtanklager in Rostock, 12 weitere Tanklager und 25 Tankstellenstandorte, ehemals MINOL
- 8 Industrie- und Gewerbeflächen, hauptsächlich ehemalige chemische Reinigungen

Die Kommunen haben seit 1991 mit Hilfe der Altlastenfinanzierungsrichtlinie (AlaFR) zahlreiche erforderliche Untersuchungen und Sanierungen kommunaler Altlasten realisieren können; bis Ende 2015 sind hierfür rund 53 Mio. € Fördermittel vergeben worden.

Umweltstandards

Die Anforderung an die Ermittlung und Erfassung der genannten Flächen im dBAK als Bestandteil des Bodeninformationssystems ergibt sich aus §§ 5 bis 7 LBodSchG M-V. Hierzu bestehende Mitteilungs- und Mitwirkungspflichten sind in § 2 LBodSchG M-V enthalten.

Anforderungen an die Gefahrenabwehr der Pflichtigen ergeben sich unmittelbar aus § 4 BBodSchG und dem untergesetzlichen Regelwerk der BBodSchV.

Ob eine altlastverdächtige Fläche eine Beeinträchtigung der Bodenfunktionen oder eine sonstige Gefahr darstellt, steht in der Regel erst nach Durchführung einer Gefährdungsabschätzung (orientierende Untersuchung und Detailuntersuchung) fest. Als wichtige Bewertungshilfen im Rahmen der Gefährdungsabschätzung wurden in der BBodSchV Prüf- und Maßnahmenwerte gesetzlich verankert (Anhang 1.2 BBodSchV). Diese unterscheiden sich bzgl. der verschiedenen Wirkungspfade („Boden – Mensch“, „Boden – Nutzpflanze“ und „Boden – Grundwasser“) und deren ggf. abgrenzbaren Nutzungen. Bei der Gefahrenbeurteilung sind nach § 4 Absatz 8 BBodSchV der naturbedingte (geogene) Zustand bzw. die ubiquitäre Belastung des Bodens sowie großflächig siedlungsbedingt erhöhte Schadstoffgehalte (siehe Kapitel 2.1.1) einzubeziehen.

Darüber hinaus wurden von der LABO, der LAWA und dem UBA Arbeitshilfen zur Bewertung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten unter Berücksichtigung der bodenschutzrechtlichen Anforderungen veröffentlicht.

LABO 2003: Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen

UBA 2003: Erfassung und Bewertung von Grundwasserkontaminationen durch punktuelle Schadstoffquellen - Konkretisierung von Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie

LAWA 2004: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser

LAWA/LABO 2006: Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen

LABO 2008: Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen

UBA 2008: Leitfaden zur Bewertung der Gleichwertigkeit von unterschiedlichen Messverfahren für anorganische und organische Schadstoffparameter im Rahmen der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)

LABO 2009: Berücksichtigung der natürlichen Schadstoffminderung bei der Altlastenbearbeitung

LABO 2009: Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten - Informationsblatt für den Vollzug

LABO 2013: Arbeitshilfe "Arsentransfer aus Böden in Nahrungs- und Futterpflanzen – Gefahrenbeurteilung und Maßnahmen"

LABO 2013: Musterempfehlung "Anbau von Nutzpflanzen auf arsenbelasteten Böden - Handlungsempfehlungen für Landwirte und Gärtner"

Die heute in Betrieb, Stilllegung und Nachsorge befindlichen Deponien befinden sich derzeit noch im Regime des Abfallrechts. Mit der Entlassung aus der Nachsorgephase verlassen diese Deponien den Geltungsbereich des Abfallrechts. Sie werden als Altablagerungen weiter im dBAK geführt.

Die Kosten für Stilllegung und Nachsorge sowie für die Sanierung etwaiger schädlicher Bodenveränderungen, die in der Zeit festgestellt werden solange das Abfallrecht gilt, trägt der Deponiebetreiber als Verpflichteter nach dem Abfallrecht.

Bei Deponien sind das Schadstoffpotential und mögliche Beeinflussungen des Bodens und des Grundwassers in der Regel gut bekannt. Werden Beeinflussungen dieser Schutzgüter in der Betriebs- oder Stilllegungsphase erkannt, so erfolgt die Überwachung und ggf. die Sanierung auf der Grundlage des Abfallrechts, das entsprechende Regularien vorsieht. Sollte eine Sanierung noch im Zeitraum des Geltungsbereichs des Abfallrechts erforderlich werden, kann eine Entlassung aus der abfallrechtlichen Nachsorge erst nach einem erfolgreichen Sanierungsabschluss erfolgen.

Besteht der Verdacht, dass von einer endgültig stillgelegten Deponie schädliche Bodenveränderungen ausgehen, sind für die Erfassung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung die Vorschriften des BBodSchG anzuwenden.

Bewertung

Die Altlastenbearbeitung war nach 1990 eine zentrale Aufgabe des Bodenschutzes in Mecklenburg-Vorpommern. Die hohe Zahl von über 15.000 zivilen und militärischen Altlastverdachtsflächen, die 1996 im Land erfasst worden waren, konnte durch die systematische Untersuchung, Bewertung und Sanierung erheblich reduziert werden. 2015 wurden noch rund 5.500 altlastenverdächtige Flächen im Land erfasst.

Ohne die erhebliche finanzielle Unterstützung durch die öffentliche Hand hätte dieser Stand in der Altlastenbearbeitung nicht erreicht werden können, denn insbesondere die Kosten der Altlastensanierung übersteigen oft die finanziellen Möglichkeiten der Pflichtigen. Die Förderung der Altlastenuntersuchung und –sanierung hat nicht nur die Abwehr von Gefahren für Umwelt und Gesundheit maßgeblich unterstützt, sondern auch zu positiven städtebaulichen Entwicklungen, Gewerbeansiedlungen und zum Erhalt bzw. zur Schaffung von Arbeitsplätzen durch die investive Nachnutzung der Standorte beigetragen.

Hierdurch konnten Industrie- und Gewerbebestände auf bereits vorbelasteten Flächen gehalten und die Verlagerung auf die Grüne Wiese reduziert werden.

Die Förderprogramme sind jedoch auslaufend. Die Verfahren der Altlastenfreistellung sollen bis 2020 abgeschlossen werden (bis auf noch nachlaufende Maßnahmen). Das Fördervolumen der AlaFR ist seit 2008 auf jährlich 50.000 € beschränkt, so dass kostenträchtige Maßnahmen von den Kommunen nicht mehr realisiert werden können. Ungelöst bleibt die Problematik privater Pflichtiger nach § 4 BBodSchG mit mangelnder oder fehlender Solvenz, für die es keine Fördermöglichkeiten gibt.

Die Digitalisierung des Bodenschutz- und Altlastenkatasters kann als Erfolg bezeichnet werden. Hierdurch ist die zentrale Erfassung von altlastenverdächtigen Flächen und Altlasten sowie ein Verschneiden der Daten mit anderen webbasierten Kartenanwendungen möglich geworden. Gleichzeitig konnte der Aufwand für die Datenpflege erheblich verringert werden. Aufgrund der technischen Möglichkeiten ist auch die Aktualität der Daten verbessert.

Erfreulich ist auch die konstante Sanierung der Altlasten. Zum Jahresende 2015 sind laut Altlastenstatistik aktuell 3.087 Altlasten in Mecklenburg-Vorpommern erfasst, bei denen eine schädliche Bodenveränderung oder sonstige Gefahren aufgrund von stofflichen Belastungen festgestellt wurden. Sie befinden sich in der Kontrolle/Überwachung, der Sanierungsvorbereitung, der Sanierung und Sicherung oder Nachsorge, wobei diese noch nicht abgeschlossen ist.

Der Anteil der altlastverdächtigen Flächen und Altlasten beträgt schätzungsweise weniger als 0,1 % der Landfläche von Mecklenburg-Vorpommern. Auch wenn dieser Flächenanteil gering erscheint, so gilt auf diesen Flächen eine besonders schädliche Beeinträchtigung von Bodenfunktionen als erfasst und festgestellt. Darüber hinaus können auch weitere Schutzgüter (z. B. Grundwasser) gefährdet sein.

Bei den insgesamt 5.463 als altlastverdächtig erfassten zivilen und militärischen Flächen (Stand Januar 2016) wird sich im Zuge der Altlastenerkundung und -bearbeitung nicht für alle der Verdacht auf Altlasten bzw. die Notwendigkeit einer Sanierung bestätigen. In Anbetracht der hohen Anzahl altlastverdächtiger Flächen und Altlasten bedeutet dies, dass Erkundungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen noch mehrere Jahrzehnte erforderlich sein werden.

Generell ist davon auszugehen, dass die Zahl neu zu erfassender altlastverdächtiger Flächen rückläufig sein wird. Im dBAK sind außerdem 2.036 abschließend sanierte Altlasten erfasst (Stand Januar 2016), deren Entlassung aus dem Kataster im Regelfall § 7 Absatz 3 Satz 2 des LBodSchG M-V entgegen steht.

Wegen der begrenzten finanziellen Handlungsspielräume für die Altlastenuntersuchung und Sanierung sollten im Rahmen des Bodenschutzprogramms vorrangig Maßnahmen installiert werden, die eine vollständige Erfassung und zügige Erkundung altlastverdächtiger Flächen

unter Ausschöpfung der vorhandenen Instrumente ermöglichen sowie einen Anreiz für eine zeitnahe Sanierung der festgestellten Altlasten bewirken.

Qualitäts- und Handlungsziele

Handlungsziel ist es, die Altlastensanierung (von der Erkundung bis zur Sanierung) in den nächsten Jahrzehnten abzuschließen.

Ziel ist es, ein abgestimmtes Konzept zur Entlassung von Deponien aus der Nachsorge zu entwickeln.

Ziel ist es, durch finanzielle Anreize des Landes M-V die Erkundung und Sanierung altlastenverdächtiger Flächen und Altlasten zu fördern. Förderprogramme sind auf entsprechende Synergien zu überprüfen.

Im Zusammenhang mit dem Ziel, die Flächeninanspruchnahme in M-V dauerhaft zu reduzieren, gilt es, Altlasten einer Nachnutzung und damit dem Flächenkreislauf wieder zuzuführen. Dies gilt auch für Altablagerungen, auch wenn eine Nachnutzung nur in sehr eingeschränktem Umfang möglich ist.

Ziel ist es, künftig Schadstoffeinträge zu unterbinden, die zur Entstehung schädlicher Bodenveränderungen und zukünftiger Altlasten führen, indem z. B. bodenbezogene wasser-, immissionsschutz- und abfallrechtliche Anforderungen zum Anlagenbetrieb konsequent durchgesetzt und gegebenenfalls sanktioniert werden.

2.1.5 Schadstoffgehalte in potentiell überschwemmungsgefährdeten Gebieten

Beschreibung des Ist-Zustandes

Böden in potentiell überschwemmungsgefährdeten Gebieten (Flusstäler, Seeniederungen, Küstenniederungen) können stoffliche Belastungen, verursacht durch abgelagerte Schwebstoffe und Sedimente, aufweisen. In Mecklenburg-Vorpommern betrifft dies insbesondere die Niederungen der Flüsse Elbe, Elde, Sude, Warnow, Recknitz, Peene, Tollense, Trebel und Uecker sowie die Küstengewässer.

Untersuchungen zu Schadstoffgehalten von Böden in potentiell überschwemmungsgefährdeten Gebieten sind bisher nicht systematisch durchgeführt worden. Auch liegen keine konkreten Daten vor, wo Sedimentablagerungen aufgrund von Hochwasserereignissen wie häufig mit welchen Schadstoffkonzentrationen auf Böden abgelagert wurden. An dieser Stelle sei auf Kapitel 3.1.2 Sedimentablagerungen aufgrund von Hochwasserereignissen verwiesen.

Allein die Böden der mecklenburgischen Elbaue wurden umfangreich untersucht. Grund hierfür ist, dass die Elbsedimente und damit verbunden auch die Überschwemmungsbereiche der Elbaue eine besondere anthropogen verursachte Belastungssituation aufweisen. Erste Untersuchungen der Böden wurden in den Jahren 1990, 1998 und 2002 durchgeführt und durch Schweder et al. (2005) zusammenfassend publiziert (Tabelle 32).

Tabelle 32: Schadstoffgehalte [mg/kg TM bzw. ng I-TE/kg TM] in Oberböden (Bodenart: Lehm) der mecklenburgischen Elbaue (Schweder et al. 2005)

Schadstoff	Einheit	1990	1998		2002	
		Ø von 47 Proben	Probe P6	Probe P8	Probe P2	Probe P9
As	mg/kg TM	n.b.	48,1	42,5	31,0	35,9
Pb		169	116	102	40,6	53,7
Cd		7,3	5,3	2,7	2,4	3,0
Cr ges.		203	105	83,4	33,2	65,2
Cu		189	115	65,4	39,3	57,8
Ni		57	29,4	33,9	18,2	28,3
Hg		5,9	11,6	2,12	1,36	2,08
Zn		891	469	333	216	303
Tl		n.b.	n.b.	n.b.	0,26	0,45
PAK		n.b.	n.b.	n.b.	0,64	0,63
B[a]P		n.b.	n.b.	n.b.	0,047	0,05
PCB		n.b.	n.b.	n.b.	0,012	0,02
PCDD/F		ng I-TE/kg TM	n.b.	594	107	130

Weitergehende Untersuchungen der Elbe- und Sudeniederung (Sediment und Boden) wurden im Jahr 2006 unter Beteiligung der LFB sowie des LUNG durchgeführt (LFB 2006). Eine systematische Untersuchung der Ober- und Unterböden der gesamten mecklenburgischen Elbaue erfolgte im Jahr 2008. Die ausführlichen Auswertungen dieser Untersuchungen sind im Ergebnisbericht aus dem Jahr 2009 (LUNG 2009) nachzulesen. Aufgrund der Probenvielzahl konnten eine statistische Auswertung sowie eine konkrete Ausweisung der Belastungsgebiete erfolgen. Folgende Schadstoffgehalte wurden ermittelt (Tabellen 33 und 34):

Tabelle 33: Schadstoffgehalte [mg/kg TM bzw. ng I-TE/kg TM] in Oberböden (LUNG 2009)

Schadstoff	Einheit	n	50. Perzentil	90. Perzentil
As	mg/kg TM	82	14,0	42,0
Pb		90	41,0	172,5
Cd		90	0,7	4,0
Cr		90	28,5	82,0
Cu		90	20,5	102,0
Ni		90	14,0	31,5
Hg		90	0,3	3,0
Zn		90	90,5	415,0
Tl		82	1,0	2,9
PCDD/F		ng I-TE/kg TM	90	18,5

Tabelle 34: Schadstoffgehalte [mg/kg TM bzw. ng I-TE/kg TM] in Unterböden (LUNG 2009)

Schadstoff	Einheit	n	50. Perzentil	90. Perzentil
As	mg/kg TM	51	14,0	38,0
Pb		51	31,0	74,0
Cd		51	0,5	1,4
Cr		51	29,0	50,0
Cu		51	15,0	38,0
Ni		51	14,0	26,0
Hg		51	0,1	0,6
Zn		51	80,0	162,0
Tl		51	1,1	3,5
PCDD/F		ng I-TE/kg TM	51	4,9

- Einzelne Analysewerte > Vorsorgewerte für Metalle lt. BBodSchV
- Einzelne Analysewerte > Maßnahmenwerte für Metalle lt. BBodSchV
- Einzelne Analysewerte > Maßnahmenwert von 100 ng I-TE/kg TM lt. BBodSchV

Umweltstandards

Relevante Umweltstandards sind:

- als Bewertungsmaßstab für die natürliche Beschaffenheit der Böden: die Vorsorgewerte der BBodSchV und die Hintergrundwerte natürlicher Oberböden des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Kapitel 2.1.1)
- als Bewertungsmaßstab für die Einstufung dieser Böden als schädliche Bodenveränderung, sofern sie die Vorsorgewerte der BBodSchV überschreiten: die Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV

Für die Beurteilung von Dioxin-/Furangehalten im Boden benennt die BBodSchV für den Pfad Boden - Mensch lediglich Maßnahmenwerte für Kinderspielflächen (100 ng I-TEq/kg TM), Wohngebiete (1.000 ng I-TEq/kg TM), Park- und Freizeitanlagen (1.000 ng I-TEq/kg TM) sowie für Industrie- und Gewerbegebiete (10.000 ng I-TEq/kg TM).

Darüber hinaus weist die Klärschlammverordnung Dioxin-/Furangrenzwerte für den Einsatz von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Flächen von 100 ng I-TEQ/kg TM aus.

Die Bund/Länder Arbeitsgruppe Dioxine hat in ihrem 2. Bericht 1993 (Bundesministerium für Umwelt 1993) folgende Richtwerte und Handlungsempfehlungen zur Bodennutzung ausgesprochen:

PCDD/F-Kontamination ng I-TEQ/kg TM	Handlungsempfehlungen
< 5	Zielgröße; jegliche Nutzung ungeprüft möglich
5 - 40	<p>Prüfaufträge und Handlungsempfehlungen für die landwirtschaftliche und gärtnerische Bodennutzung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anbau von Gras, Klee o. ä. ohne Einschränkungen - Kartoffeln, Rüben bei der Ernte Bodenpartikel entfernen - bei Gemüse entfernen von am Boden liegenden Blättern - keine Weidenutzung (direkte Bodenaufnahme durch Tiere vermeiden)
> 40	<p>Einschränkung auf bestimmte landwirtschaftliche und gärtnerische Bodennutzung, uneingeschränkte Nutzung bei minimalem Dioxintransfer</p> <ul style="list-style-type: none"> - kein Anbau bodennah wachsender Obst- und Gemüsearten sowie entsprechender Feldfutterpflanzen - keine bodengebundene Nutztierhaltung - Anbau von Pflanzen mit minimalem Dioxintransfer (Getreide, Obstbäume etc.)

Bewertung

Die Konzentrationen aller untersuchten anorganischen Schadstoffe in den Böden der Hochwassergebiete der Elbe und ihrer Rückstaugebiete liegen deutlich über den Hintergrundgehalten von Ackerböden. Die Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und Benzo[a]pyren in den untersuchten Böden überschreiten zwar das 50. Perzentil der Hintergrundwerte, jedoch nicht das 90. Perzentil.

Im Untersuchungsgebiet Elbe wurden bei fast allen Schwermetallen Überschreitungen der Vorsorgewerte lt. BBodSchV festgestellt. Besonders häufig traten Überschreitungen bei Cadmium, Blei, Quecksilber und Zink auf. Allein die Thallium-Gehalte waren in allen untersuchten Böden im Vergleich mit den Vorsorgewerten nicht erhöht. Eine Überschreitung der Vorsorgewerte bedeutet, dass bei diesen Böden die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht.

Für die Schwermetalle Kupfer, Quecksilber und Arsen wurde vereinzelt eine Überschreitung der Maßnahmenwerte lt. BBodSchV nachgewiesen, insofern ist bzgl. dieser Stoffe die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung gegeben.

Auch die Gehalte an Dioxinen/Furanen liegen bezogen auf den Wirkungspfad Boden – Mensch in großen Bereichen über dem Maßnahmenwert der BBodSchV für die sensibelste Nutzung als Kinderspielfläche bzw. dem Richtwert der AG Dioxine für eine uneingeschränkte landwirtschaftliche Nutzung.

Insgesamt korrelieren die Schadstoffdaten mit den bekannt hohen Werten in den Elbauen aus anderen Bundesländern.

Tabelle 35: Betroffenheit der mecklenburgischen Elbaue (LUNG 2009)

Fläche	Fläche [ha]	Fläche [%]	
Auensedimente gesamt	5627		
Aue in landwirtschaftlicher Nutzung (LN)	4681	83	der Gesamtauenfläche (100 % LN)
Aue Grünland	2982	64	der LN
Aue Acker	1692	36	der LN
Aue Forstung	6	0,1	der LN
betroffene landwirtschaftlich genutzte Aue	2465	53	der LN
betroffenes Grünland	2028	68	des Grünlandes
betroffener Acker	430	25	der Ackerfläche
betroffene Forstung	6	100	der Forstungen

In der nachfolgenden Abbildung 27 sind alle Gebiete ausgewiesen, in denen die Konzentrationen der Schwermetalle mindestens die Vorsorgewerte gemäß BBodSchV und/oder den Richtwert der AG Dioxine für PCDD/F für eine uneingeschränkte landwirtschaftliche Nutzung von 40 ng I-TE/kg TM überschreiten.

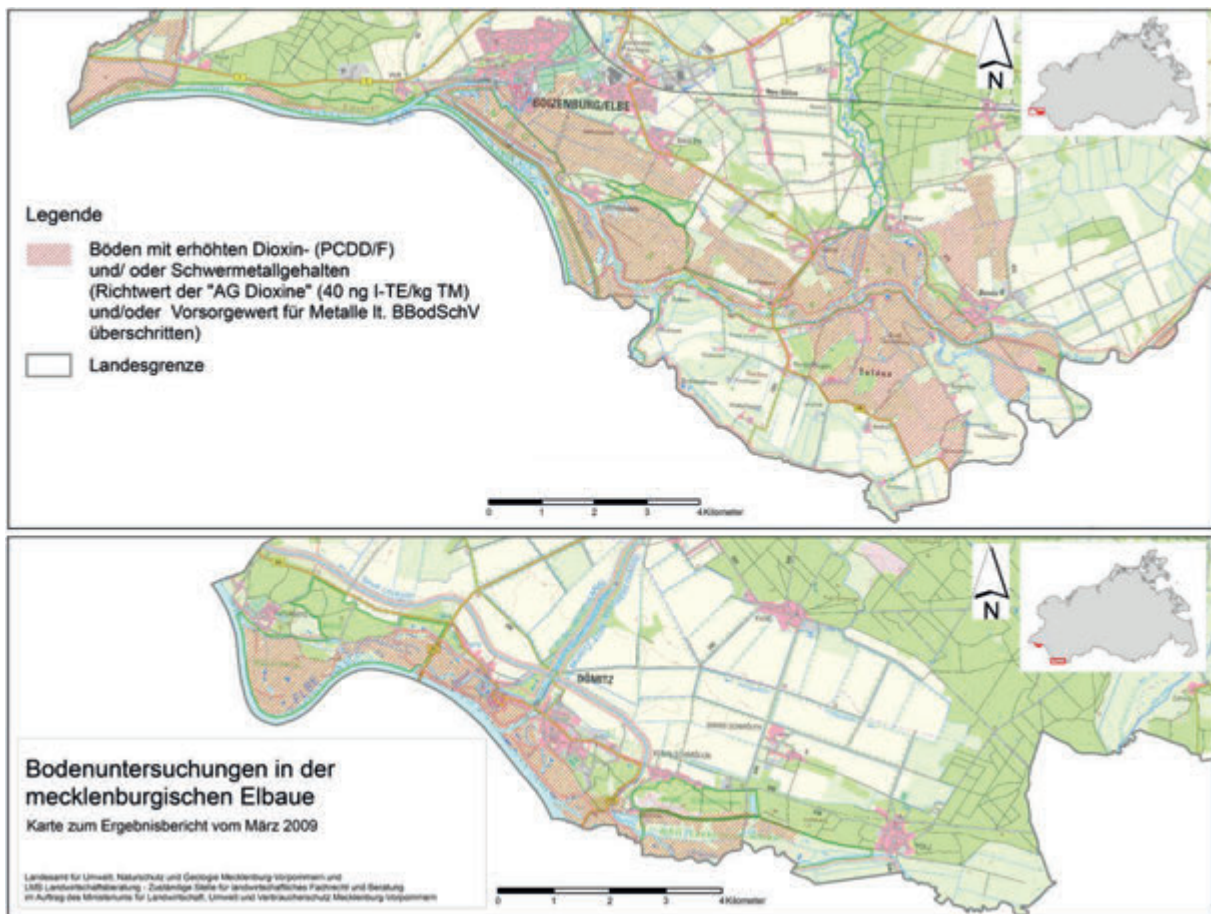


Abbildung 27: Gebietsausweisung mecklenburgische Elbaue (LUNG 2009)

Aufgrund der nachgewiesenen flächenhaften Schadstoffbelastungen in der mecklenburgischen Elbaue wurden für die Grünland- und Ackerflächen in den Jahren 2007-2010 länderübergreifende Handlungsempfehlungen zur guten fachlichen Praxis der Bewirtschaftung dieser Standorte entwickelt und an alle Flächennutzer herausgegeben. Die Merkblätter sind unter folgenden Internetadressen veröffentlicht und abrufbar:

- http://www.lms-beratung.de/upload/59/1373529024_12549_15027.pdf
sowie
- http://www.lms-beratung.de/upload/59/1373528710_12372_20796.pdf

In Folge des transparenten Umgangs mit allen Betroffenen bleibt eine sichere Nutzung der Flächen eröffnet. Ein Fachaustausch mit den Elbanrainerländern findet statt.

Sinnvoll wäre auch, Kenntnisse über die stoffliche Beschaffenheit der Böden in überschwemmungsgefährdeten Gebieten der Elde, Sude, Warnow, Recknitz, Peene, Tollense, Trebel und Uecker sowie der Küstengewässer zu erlangen, um auch in diesen Bereichen Transparenz und eine sichere Landnutzung zu gewährleisten. Durch anthropogene Schadstoffeinträge ist auch für diese überschwemmungsgefährdeten Gebiete eine differenzierte Betrachtung erforderlich.

Qualitäts- und Handlungsziele

In überschwemmungsgefährdeten Gebieten ist ein besonders sensibler Umgang mit dem Boden geboten. Nutzungsbedingte zusätzliche Schadstoffeinträge sind zu vermeiden (z. B. durch Ausbringung von Klärschlamm oder Gärresten). Insgesamt ist einer „Auffüllung“ an Schadstoffgehalten entgegen zu wirken.

Ziel ist es, alle potentiell überschwemmungsgefährdeten Gebiete mit Überschreitung der Vorsorgewerte auszuweisen (betroffene Flächen ermitteln).

Für die Nutzer schadstoffbelasteter Gebiete sind ergänzende Handlungsempfehlungen zur guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung zu erarbeiten.

2.1.6 Gehalte an Pflanzenschutzmitteln

Beschreibung des Ist-Zustandes

Für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Flächen in der konventionellen Landwirtschaft und den Anbau von Energiepflanzen ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln oft unerlässlich.

Bodenuntersuchungen zu Gehalten an Pflanzenschutzmitteln sowie systematische Felduntersuchungen zum Einfluss des Pflanzenschutzmitteleinsatzes auf Bodenlebewesen gibt es für Mecklenburg-Vorpommern nicht bzw. nur sehr eingeschränkt. Im Rahmen der Überprüfung von Gewässerabstandsauflagen sowie der Schadfalldiagnostik hat das LALLF in den Jahren 2002 bis 2004 insgesamt 522 Bodenproben auf Rückstände an Pflanzenschutzmitteln untersucht. Im Ergebnis wurden keine Pflanzenschutzmittelwirkstoffe über $>0,1$ mg/kg Boden nachgewiesen.

Angaben zu den in Mecklenburg-Vorpommern eingesetzten Wirkstoffgruppen und -mengen sind dem Kapitel 3.1.3.6 zu entnehmen. Einziger Indikator für Risiken aus der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist deren Eintrag in das Grund- oder Oberflächenwasser. Hierzu wird ebenfalls auf die Ausführungen im Kapitel 3.1.3.6 verwiesen.

Durch eine praxisgerechte Applikation soll möglichst ausgeschlossen werden, dass sich Pflanzenschutzmittel als Langzeithypothek im Boden anreichern. Festzustellen ist, dass durch die Bodenpassage (Versickerung durch den Boden oder über präferentielle Fließwege wie Spalten oder Regenwurmlöcher) wie auch durch Uferfiltration nach Abschwemmung in Oberflächengewässer Pflanzenschutzmittel in tiefere Bodenschichten und in das Grundwasser gelangen (siehe Kapitel 3.1.3.6).

Umweltstandards

Laut Verordnung (EG) 1107/2009 Artikel 4 Absatz 3 e) über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln dürfen Pflanzenschutzmittel keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Umwelt haben, auch hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die biologische Vielfalt sowie das Ökosystem, einschließlich Bodenorganismen (z. B. Bakterien, Pilze, Regenwürmer).

Die bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln einzuhaltenden Umweltstandards sind allgemein im Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) und in den Grundsätzen zur „[Guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz](#)“ festgelegt. Produktspezifische Anwendungsbestimmungen und Auflagen sind jeweils detailliert geregelt.

Die BBodSchV legt für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser für die Insektizide Aldrin und DDT jeweils einen Prüfwert von $0,1$ $\mu\text{g/l}$ fest. Die Prüfwerte gelten für den Übergangsbereich von der ungesättigten zur wassergesättigten Bodenzone (Ort der Beurteilung). Beide Wirkstoffe sind seit mehr als 20 Jahren in Deutschland nicht mehr zur Anwendung zugelassen. Seit 2004 gilt ein weltweites Verbot. Die Grundwasserverordnung (GrwV) legt für das Grundwasser einen Schwellenwert von $0,1$ $\mu\text{g/l}$ für jeden Einzelwirkstoff bzw. $0,5$ $\mu\text{g/l}$ für die Summe aller nachgewiesenen Einzelwirkstoffe fest. Die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) gibt in den Anlagen 5 und 7 Umweltqualitätsnormen für bestimmte Pflanzenschutzmittel vor.

Risiken, die durch die Anwendung von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln entstehen können, sollen durch den "Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP)" (www.nap-pflanzenschutz.de) reduziert werden. Ausführliche Beschreibungen hierzu finden sich im Kapitel 3.1.3.6.

Bewertung

Hochauflösende Informationen zu Bodenarten in Form von digitalen Bodenschätzungsdaten sind als Grundlage für eine vollzugserleichternde Anwendung und teilflächenspezifische Bewertung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes unabdingbar.

Pflanzenschutzmittel können grundsätzlich Auswirkungen auf den Boden haben. Beispielsweise können Beeinträchtigungen der Bodenfruchtbarkeit durch die Schädigung wichtiger Bodenorganismen (z. B. Turbe et al. 2010, Wall et al. 2012, Pelosi et al. 2013) ausgelöst werden. Auch Wirbeltiere oder Blütenbestäuber bei der Nahrungssuche auf den behandelten Flächen können durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln direkt oder indirekt geschädigt werden (z. B. Turbe et al. 2010, Pelosi et al. 2013). Zudem sind Probleme wie „gebundene Rückstände“ als Langzeithypothek im Boden, Komplexierung von Nährstoffen mit Pflanzenschutzmitteln, welche die Verfügbarkeit von Nährstoffen für Pflanzen vermindern (z. B. Johal und Huber 2009), Nachweise von Pflanzenschutzmitteln im Grundwasser oder Oberflächengewässern, sowie die Belastung von Nahrungsmitteln zu nennen (<http://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/pflanzenschutzmittel-in-der-landwirtschaft>).

Im Ergebnis der Bodenuntersuchungen in den Jahren 2002 bis 2004 wurden keine Pflanzenschutzmittelwirkstoffe über $>0,1$ mg/kg Boden belegt. Auch wenn der Prüfwert von Aldrin und DDT für den Pfad Boden-Grundwasser jeweils $0,1$ µg/l beträgt, ist dies für die hier im Kapitel anstehende Bewertung der Bodenrelevanz nur von geringer Bedeutung, weil beide Wirkstoffe seit mehr als 20 Jahren nicht mehr eingesetzt werden.

Weiterreichende Spezifizierungen können aufgrund fehlender Daten- und Bewertungsgrundlagen für den Zustand des Bodens Mecklenburg-Vorpommerns derzeit nicht vorgenommen werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Grundwasseruntersuchungen sind ausführlich im Kapitel 3.1.3.6. beschrieben. Hier zeigt sich, dass Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln mit Einträgen verbunden sind, die zu Belastungen des Grundwassers sowie über die Bodenpassage ggf. zu Belastungen des Oberflächenwassers (z. B. über Drainagen) führen können.

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist es, insbesondere die Einführung und Weiterentwicklung von Pflanzenschutzverfahren mit geringen Pflanzenschutzmittelanwendungen im integrierten Pflanzenschutz und im ökologischen Landbau zu fördern, um den Boden stärker zu schützen.

Ziel ist es, ein Bodenmonitoring für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in ausgewählten Bereichen zu implementieren.

Langfristiges Ziel sollte der teilflächenspezifische Pflanzenschutzmitteleinsatz unter Berücksichtigung des Bodenzustands (u. a. Bodenart; Bodenfeuchtigkeit; Humusgehalt) sein. Voraussetzung hierfür sind Bodenanalysen und/oder großmaßstäbige digitale Bodenkarten.

2.1.7 Gehalte an Tierarzneimitteln

Beschreibung des Ist-Zustandes

Kenntnisse zu Tierarzneimittelgehalten in Böden in Mecklenburg-Vorpommern liegen aus Erhebungen der Jahre 2002 und 2014 vor.

In der vom LUNG beauftragten Studie (LUNG 2002a) wurden die Gehalte von ausgewählten Tierarzneimitteln (hier: Antibiotika wie Tetracycline, Sulfonamide und Chloramphenicol) in landwirtschaftlich genutzten Böden in Mecklenburg-Vorpommern untersucht. In die Beprobung wurden Flächen einbezogen, die in der Vergangenheit (bis 1990) in regelmäßigen Abständen mit hohen Gaben an Gülle (Gülleverwertungsflächen) sowohl aus der Schweine- als auch aus der Rinderhaltung gedüngt wurden. Ein aktueller Bezug zur Tierhaltung war somit nicht in jedem Fall gegeben. In den 11 untersuchten Bodenproben liegen die Tetracyclin- und Sulfonamid-Gehalte unter den jeweiligen Bestimmungsgrenzen (10 µg/kg TM für Tetracycline und 2 µg/kg für Sulfonamide), so dass sich der Verdacht der Anreicherung dieser Stoffe in Böden und Grundwasser durch vorliegende Untersuchungen nicht bestätigt hat.

Der Wirkstoff Chloramphenicol wurde in allen 11 Bodenproben nachgewiesen. Die Gehalte von 9 Proben liegen mit Werten zwischen 2,2 und 4,64 µg/kg TM Chloramphenicol im Bereich der Bestimmungsgrenze (2 µg/kg TM), bei zwei Proben jedoch mit 17,5 und 50,2 µg/kg TM deutlich darüber. Dabei konnte keine Beziehung zu den Güllearten, zum Tierbesatz und dem Düngungsregime ermittelt werden.

Im Jahr 2014 wurden im Auftrag des LM Ackerböden an 28 Standorten auf ausgewählte Tierarzneimittel untersucht (LMS 2015).

In den 9 mit Schweinegülle gedüngten Böden ließen sich Chlortetracyclin, Sulfadimidin, Oxytetracyclin und Trimethoprim nicht nachweisen. In einer Bodenprobe konnte Tetracyclin mit einem Gehalt von 62 µg/kg TM und in drei Bodenproben Enrofloxacin in Konzentrationen von 29 bis 54 µg/kg TM bestimmt werden.

In den 14 mit Geflügeldung gedüngten Böden konnten Sulfadimidin, Sulfadiazin und Trimethoprim nicht nachgewiesen werden. In einer Bodenprobe ließ sich Enrofloxacin mit einem Gehalt von 68 µg/kg TM bestimmen.

Die fünf untersuchten Böden mit Gärreste-Düngung (aus Geflügeldung) enthielten weder Sulfadimidin noch Sulfadiazin, Trimethoprim oder Enrofloxacin oberhalb der Nachweisgrenze.

Antibiotika sind innerhalb der Tierarzneimittel mengenmäßig und deshalb auch in Bezug auf die Umweltgefährdung als wichtigste Arzneimittelgruppe anzusehen.

Seit Beginn der öffentlichen Diskussion um überhöhte Antibiotikaaanwendungen in Tierhaltungen im Jahr 2011 sind diese Arzneimittel besonders im Focus des öffentlichen Interesses. Für Mecklenburg-Vorpommern liegen keine flächendeckenden Daten über die Verwendung von Antibiotika in landwirtschaftlichen Betrieben vor.

Mit Inkrafttreten der 16. AMG Novelle am 1. April 2014 sind Tierhalter, die Tiere zur Mast halten, verpflichtet, Daten über die Antibiotikaverwendung in ihren Betrieben halbjährlich in eine zentrale Datenbank einzustellen. Die ersten Auswertungen dieser Daten für das 2. Halbjahr 2014 und das 1. Halbjahr 2015 sind erfolgt. Damit liegen konkrete Daten über den Verbrauch von Antibiotika in den betreffenden Tierhaltungen vor, die allerdings nur durch die Tierhalter genutzt werden dürfen, um ihnen einen Abgleich des

Antibiotikaverbrauches in ihrem Betrieb im bundesweiten Vergleich ihrer Betriebsart zu ermöglichen. Eine darüber hinausgehende Nutzung dieser Daten ist durch das Arzneimittelgesetz nicht vorgesehen.

Im Jahr 2000 lag der Verbrauch pharmakologisch wirksamer Stoffe in Mecklenburg-Vorpommern nach Schätzungen bei 8,3 t (LUNG 2002). Nach einer Erhebung des LALLF lag die Verabreichung dieser Stoffe über Fütterungsarzneimittel im Zeitraum von Oktober 2000 bis September 2001 bei 10 t (LALLF 2003).

Das entspricht einer durchschnittlichen Menge von 5,57 g/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche, wobei die Verteilung in den einzelnen Landkreisen variiert (Erhebung LALLF: 4-23 g/ha). Die Aufbringung erfolgt durch den Einsatz von Wirtschaftsdünger bzw. direkt durch Weidetiere. Die Antibiotika sind wegen der Problematik „Entstehung von Antibiotikaresistenzen“ auch für den Bodenschutz relevant.

Seit dem Jahr 2011 muss die pharmazeutische Industrie jährlich die an praktizierende Tierärzte abgegebenen Mengen an Antibiotika erfassen und diese an ein zentrales Register beim Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information melden. Einschränkung muss hinzugefügt werden, dass anhand dieser Zahlen keine Aussagen über den tatsächlichen Einsatz dieser Arzneimittel in Tierhaltungen gemacht werden können. Insgesamt sind im Jahr 2012 1.619 Tonnen, und im Jahr 2014 1.238 Tonnen Antibiotika von pharmazeutischen Unternehmen und Großhändlern an Tierärzte in Deutschland abgegeben worden. Das waren 468 Tonnen (ca. 27%) weniger gegenüber der ersten Erfassung 2011. Die Hauptabgabemengen bildeten dabei die Tetracycline und Penicilline gefolgt von Sulfonamiden, Makroliden und Polypeptidantibiotika.

Bereits in den Jahren 2012-2014 sind in Mecklenburg-Vorpommern unter Federführung des LM drei Monitorings in Masthähnchenhaltungen und jeweils ein Monitoring bei Puten- und Mastschweinehaltungen durchgeführt worden. Ziel dieser Erhebungen war es, Informationen über die Verwendung von Antibiotika in den genannten Haltungsformen zu bekommen.

Die häufigsten Wirkstoffe, die in der Masthähnchenhaltung Anwendung fanden, waren Colistin, Amoxicillin, Sulfamethoxacol, Benzylpenicillin, Lincomycin und Tylosin. Im Bereich der Putenhaltung wurden schwerpunktmäßig Benzylpenicillin, Colistin, Amoxicillin, Tetracyclin, Tylosin und Doxycyclin angewendet.

Bei den Mastschweinen kamen Makrolide (z. B. Tylosin), Beta-Lactame (z. B. Penicillin), Tetracycline, Sulfonamide, Polypeptide (z. B. Colistin), Pleuromutiline (z. B. Tiamulin) und Fluorchinolone (z. B. Enrofloxacin) am häufigsten zum Einsatz.

Diesen Wirkstoffen sollte bei Untersuchungen im Boden zukünftig vorrangig Aufmerksamkeit geschenkt werden. Neuerdings wird auch die Wirkung von Arzneimitteln mit Stoffen mit hormoneller Wirkung auf die Umwelt diskutiert. Allerdings liegen auch hier noch keine Verbrauchszahlen vor.

Außerdem wird jährlich unbearbeitete und bearbeitete Geflügelgülle aus EU-Nachbarländern nach Mecklenburg-Vorpommern verbracht. Schwerpunkt sind hier Importe aus den Niederlanden. So wurden in den Jahren 2009-2013 im Durchschnitt 30.000 t pro Jahr und in 2014 noch 14.370 t (der enorme Rückgang war einem Geflügelpestgeschehen in den Niederlanden geschuldet) unbehandeltes Material importiert. Auch wenn ein Großteil in den Biogasanlagen verarbeitet wird, wird vieles auf die Äcker verbracht, wie auch die Gärreste aus den

Biogasanlagen. Um einen Gesamtüberblick über die Arzneimiteleintragsquellen in den Böden und Grundwasser zu erhalten, wären auch diese Eintragsmöglichkeiten zu beleuchten.

Umweltstandards

In den Mitgliedstaaten der EU ist seit 1998 die Prüfung umweltrelevanter Eigenschaften bei der Zulassung neuer Tierarzneimittel nach den EU-Richtlinien 81/852/EWG, 92/18/EWG und der Richtlinie 2004/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. März 2004 zur Änderung der Richtlinie 2001/82/EG vom 6. November 2001 zur Schaffung eines Gemeinschaftskodexes für Tierarzneimittel vorgeschrieben. Dazu werden mögliche Umweltkonzentrationen (PEC's) berechnet.

Als Umweltstandard für Tierarzneimittel in Böden ist der Richtwert der Europäischen Agentur für Arzneimittelzulassung zu nennen. Stoffe, die diesen Richtwert in Höhe von 100 µg/kg überschreiten, sind vor der Neuzulassung einer ökotoxikologischen Überprüfung zu unterziehen.

Die Forderung nach einer solchen Prüfung erscheint auch insoweit wichtig, wenn davon auszugehen ist, dass z. B. die Ausscheidungsraten für Tetracycline und Sulfonamide zwischen 60 und 90 % liegen.

Bewertung

Die Chloramphenicol-Gehalte in den 2002 untersuchten Böden und die nachweisbaren Antibiotika-Gehalte der 2014 analysierten Böden in Mecklenburg-Vorpommern sind kleiner als der Richtwert der Europäischen Agentur für Arzneimittelzulassung. Auch die Rückstandskonzentrationen von Tetracyclin und Enrofloxacin liegen unterhalb dieses Auslösewertes der Europäischen Agentur für Arzneimittelzulassung.

Es ist allerdings bekannt, dass antibiotisch wirkende Substanzen in einigen Fällen schon unterhalb des Richtwertes der Europäischen Agentur für Arzneimittelzulassungen konzentrationsabhängige Wirkungen auf Bodenmikroorganismen zeigen (LUNG 2002). Da aber die Datendichte sehr gering ist und die Wirkungen z. B. auf Bodenorganismen nicht ausreichend bekannt sind, lassen sich diese Konzentrationen nicht abschließend bewerten.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass der Einsatz von Chloramphenicol bei lebensmittelliefernden Tieren seit 1994 verboten ist und nach Aussagen der in Mecklenburg-Vorpommern für die Tierarzneimittelüberwachung zuständigen Behörde seit über 10 Jahren kein Fall eines Chloramphenicolinsatzes festgestellt wurde.

Wegen der messbaren Antibiotikarückstände auf 17,9 % der im Jahr 2014 beprobten Ackerflächen ist davon auszugehen, dass durch den Einsatz von Wirtschaftsdüngern Antibiotikarückstände auf Böden in Mecklenburg-Vorpommern eingetragen werden.

Flächenrepräsentative Daten zu den in den Böden Mecklenburg-Vorpommerns enthaltenen Arten und Mengen von Tierarzneimitteln fehlen bislang.

Das Monitoring 2012-2014 in den Masthähnchenhaltungen sowie in der Puten- und Schweinemasthaltung hat jedoch Erkenntnisse zu den am häufigsten eingesetzten Wirkstoffen in der Antibiotikaaanwendung im Land ergeben. Um dem Vorsorgegedanken im Boden- und Grundwasserschutz gerecht zu werden, sollen diese Wirkstoffe bei Untersuchungen im Boden ebenfalls betrachtet werden.

Ähnliches gilt für den Einsatz von Geflügelgülle/Hühnertrockenkot, welcher aus angrenzenden EU-Ländern importiert wird. Hier ist die Datenlage noch nicht hinreichend belastbar, um diese Stoffe wegen der Einsatzmenge als irrelevant für die Antibiotikarückstände in Boden und Grundwasser einzustufen. Deshalb wären Stichprobenuntersuchungen der Importe bzw. der auf den Ackerflächen eingesetzten Stoffe sinnvoll.

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist es, die Anwendung von Arzneimitteln bei landwirtschaftlichen Nutztieren und den damit einhergehenden Eintrag dieser Substanzen, insbesondere von Antibiotika, in die Umwelt zu minimieren.

Weitere Ursachenforschung ist erforderlich, da mögliche Auswirkungen der Rückstände im Boden nach dem derzeitigen Kenntnisstand fachlich nicht vollständig einzuschätzen sind. Aussagen zum Gehalt und zum Verhalten von Tierarzneimitteln sind zu vertiefen. Eine weitere Erfassung der Einträge ist anzustreben.

Eine Bewertung auf repräsentativer Basis ist erforderlich. Dabei sollte ein Monitoring der Einträge durch die Erfassung und Auswertung der in Verkehr gebrachten pharmakologisch wirksamen Substanzen erfolgen, wobei die Erfassung der direkten Abgabe von Arzneimitteln an Tierhalter sowie deren Qualität in M-V als günstig anzusehen ist.

In dem Zusammenhang wäre eine Untersuchung darauf, inwieweit diese Rückstände auch im Aufwuchs (z. B.) in Nutzpflanzen gelangen können, von Interesse.

2.2 Nichtstofflicher Zustand

2.2.1 Bodenerosion

Bodenerosion (= Abtrag und Verfrachtung von Bodenmaterial durch Wind, Wasser und/oder Schwerkraft) spielt in Mecklenburg-Vorpommern vorrangig auf ackerbaulich genutzten Flächen eine Rolle, da Ackerböden regelmäßig zeitweise keine Vegetationsschicht tragen. Weltweit gesehen, wird die Erosion als die wichtigste Bodenschädigung eingeschätzt (Scheffer/Schachtschabel 2002).

Wind- und Wassererosion beeinträchtigen die Lebensraum-, Regelungs- und Produktionsfunktionen der betroffenen Böden und können sich nachteilig auf angrenzende Umweltbereiche auswirken. Durch den Abtrag von Boden aus dem oberen Bodenprofilbereich verringert sich auf den Erosionsflächen die Mächtigkeit der Ackerkrume (Wassererosion) bzw. es werden insbesondere Humus- und Feinfraktionen (Winderosion) ausgelesen. Damit einhergehend werden die Wasser- und Nährstoffspeicherkapazität verringert. Die natürliche Bodenfruchtbarkeit und damit die Standorteignung zur landwirtschaftlichen Nutzung nehmen ab. Durch den Eintrag erodierten Bodens werden angrenzende terrestrische Biotope, Gewässer und Nutzungen beeinträchtigt.

Ein besonderes Gefahrenpotenzial birgt durch Wind und Wasser ausgelesenes Bodenmaterial für den Straßenverkehr, da zum Teil extreme Beeinträchtigungen (Sichtbehinderungen bzw. Ablagerungen) auftreten können.

Durch geeignete acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen bei der Flächenbewirtschaftung kann die tatsächliche Erosionsgefährdung von Ackerflächen erheblich gesenkt werden.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Im Folgenden wird die potenzielle Erosionsgefährdung von Ackerstandorten in Mecklenburg-Vorpommern dargestellt.

Wassererosionsgefährdung

Bei der Betrachtung der Wassererosion wird zwischen potenzieller und tatsächlicher Erosionsgefährdung unterschieden.

Die Berechnung der potenziellen Erosionsgefährdung berücksichtigt ausschließlich die natürlichen Faktoren und vernachlässigt die Auswirkungen der Bodenbewirtschaftung.

Die potenzielle Wassererosionsgefährdung beschreibt damit ein Worst-Case-Szenario, bei welchem von einer ganzjährigen Schwarzbrache ohne Berücksichtigung der durchgeführten Bodenbearbeitung, der angebauten Fruchtart und den angewandten Erosionsschutzmaßnahmen ausgegangen wird.

Die Berechnung der tatsächlichen Wassererosionsgefährdung kann auf Grund der hohen Anforderungen an die räumliche Auflösung der Eingangsdaten nur für kleinere Gebiete erfolgen.

Die Ausgrenzung der potenziellen (standortbedingten) Wassererosionsgefährdungsklassen erfolgte in Anlehnung an DIN 19708 „Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG“ (Allgemeine Bodenabtragsgleichung).

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

A = mittlerer Bodenabtrag [t/ha·a]

R = Niederschlags- und Oberflächenabflussfaktor

K = Bodenerodierbarkeitsfaktor

L = Hanglängenfaktor

- S = Hangneigungsfaktor
- C = Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor
- P = Erosionsschutzfaktor

Die Berechnung des potenziellen Bodenabtrags erfolgte mittels der Faktoren $K \cdot R \cdot S$. Für den Bodenerodierbarkeitsfaktor (K) wurden durch das LUNG aus der Konzeptbodenkarte 1:25.000 (KBK25) die Karte der Oberbodenarten generiert und Humusgehalte, Aggregatgrößen, Wasserdurchlässigkeiten und Grobbodenbedeckungen abgeleitet.

Der Niederschlags- und Oberflächenabflussfaktor (R) wurde aus der Karte des mittleren Jahresniederschlags des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und der landesspezifischen Gleichung zur Berechnung des R-Faktors nach DIN 19708 ermittelt.

Die Bestimmung des Hangneigungsfaktors (S) erfolgte aus dem Digitalen Geländemodell 5 (DGM 5), welches aus Laserscandaten des Landesamtes für innere Verwaltung (LAIv) generiert wurde.

Unter Verwendung der drei Faktoren (K, R, S) wurde für jeweils 5x5 m große Rasterzellen die potenzielle Wassererosionsgefährdung berechnet. Durch Aggregieren und Klassifizieren erfolgte die Ableitung der E_{nat} -Stufen der potenziellen Wassererosionsgefährdung je Ackerfeldblock. Zu beachten ist, dass auf Grund der angewandten Methodik nur Aussagen zu einem flächenhaften Bodenabtrag möglich sind. Die in Mecklenburg-Vorpommern häufig auftretenden Erosionen an linienhaften Geländeformen werden bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Den E_{nat} -Stufen sind in der folgenden Tabelle 36 die durchschnittlichen, jährlichen Bodenabträge nach DIN 19708 und die Cross Compliance-Stufen nach Agrarzahlungsverpflichtungenverordnung (AgrarZahlVerpflV) zugeordnet.

In Einzelfällen konnten Bodenabträge von 0,2 bis 170 t pro Hektar je Sommerhalbjahr für das nordostdeutsche Tiefland in Abhängigkeit von Hangneigung, Anzahl und Intensität der Niederschlagsereignisse sowie der angebauten Fruchtart nachgewiesen werden (RICHTER 1997).

Tabelle 36: Vergleich der Einstufung der landwirtschaftlich genutzten Böden nach Wassererosionsgefährdung und Cross Compliance (LUNG 2014)

Stufen der potenziellen Erosionsgefährdung nach DIN 19708				Einstufung Cross Compliance		
Kurzbezeichnung	Erosionsgefährdung	Ackerflächenanteil in M-V [%]	berechneter Abtrag durch Wassererosion [t/ha*a]	Kurzbezeichnung	Erosionsgefährdungsklasse	Ackerflächenanteil in M-V [%]
E_{nat0}	keine bis sehr gering	4	< 0,5	Keine CC-Klasse	keine Erosionsgefährdung	99
E_{nat1}	sehr gering	54	0,5 - < 2,5			
E_{nat2}	gering	26	2,5 - < 5,0			
E_{nat3}	mittel	9	5,0 - < 7,5			
E_{nat4}	hoch	6	7,5 - < 15			
E_{nat5}	sehr hoch	1	≥ 15	CC Wasser 1	erosionsgefährdet	1
				CC Wasser 2	stark erosionsgefährdet	

Die räumliche Verteilung der Einstufungen für die potenzielle Wassererosionsgefährdung ist der nachfolgenden Abbildung 28 zu entnehmen.

Potenzielle Wassererosionsgefährdung

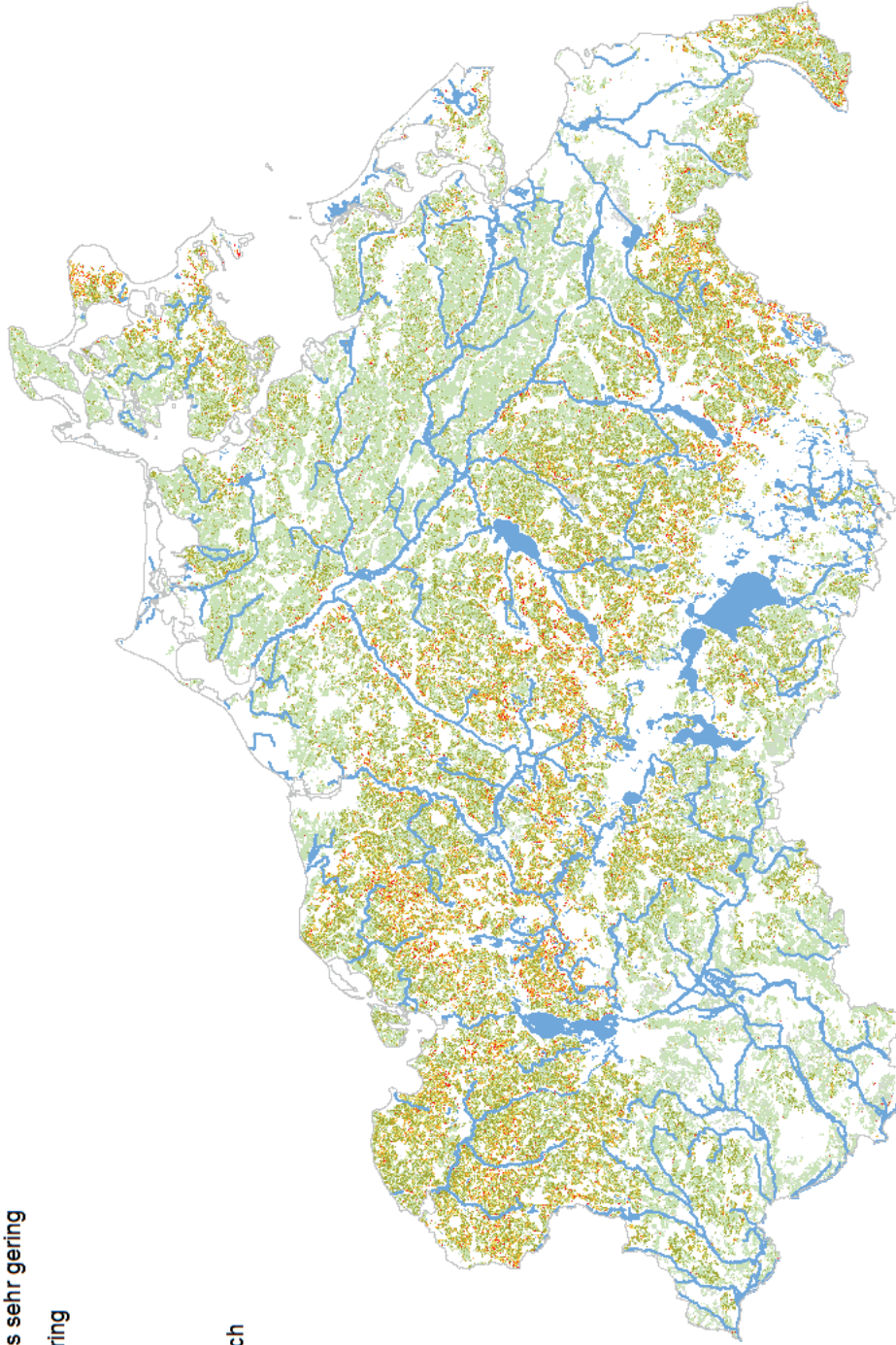
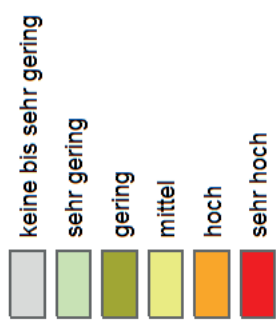


Abbildung 28: Potenzielle Wassererosionsgefährdung in M-V auf Ackerflächen (LUNG 2014)

Winderosionsgefährdung

Wie bei der Wassererosionsgefährdung wird auch bei der Winderosion zwischen der potenziellen und der tatsächlichen Erosionsgefährdung unterschieden.

Die potenzielle Gefährdung beschreibt das Risiko von Bodenabtrag durch Wind auf vegetationsfreien, trockenen Oberböden und beschreibt damit ein Worst-Case-Szenario.

Die tatsächliche Winderosionsgefährdung kann neben erosionsmindernden acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen auch durch Einflussnahme auf die Rauigkeit des Geländes (u. a. Windschutzpflanzungen und Flurgestaltung) signifikant vermindert werden.

Die Ausgrenzung der potenziellen (standortbedingten) Gefährdungsklassen der Winderosion erfolgte nach den Vorgaben des Bund-Länder-Arbeitskreises Erosion in Anlehnung an DIN 19706 „Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wind“.



Abbildung 29: Schema zur Ermittlung der potenziellen Winderosionsgefährdung nach AK Erosion (ARGE Relief 2008)

Die Erodierbarkeit des Bodens wurde aus der Karte der Oberbodenarten und der Humusgehaltsstufe nach Bodenkundlicher Kartieranleitung (KA5; Ad-hoc-AG Boden 2005) abgeleitet.

Die Klassifizierung der mittleren Windgeschwindigkeiten erfolgte auf Basis der 200 x 200 m Rasterkarte des Deutschen Wetterdienstes.

Die Einstufung der standortabhängigen Erosionsgefährdung in Abhängigkeit von der Erodierbarkeit des Bodens und der Windgeschwindigkeit wurde nach DIN 19706 vorgenommen.

Als Windhindernisse wurden die Landschaftselemente aus dem Feldblockkataster des Landes (InVekoS) sowie die Linien- und Flächenelemente des ATKIS-Datensatzes (beides Stand 2012) berücksichtigt. Den Windhindernissen sind definierte Höhen zugeordnet und im Lee-Bereich sowie im unmittelbaren Luv der Hauptwindrichtungen Schutzbereiche und 5 Schutzwirkungsstufen ausgehalten worden.



Abbildung 30: Stufen der Schutzwirkung und Einteilung von Schutzbereichen nach DIN 19706

Die Ermittlung der landesweiten Häufigkeiten der Hauptwindrichtungen (mit Windgeschwindigkeiten > 7 m/s) erfolgte gemäß AK Erosion auf Basis eines durch das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (LBEG) bereitgestellten Datensatzes.

Im Ergebnis wurden die E_{nat} -Stufen der potenziellen Winderosionsgefährdung für jeweils 5x5m große Rasterzellen berechnet.

Durch Aggregieren und Klassifizieren erfolgte die Ableitung der E_{nat} -Stufen der potenziellen Winderosionsgefährdung je Ackerfeldblock.

Potenzielle Bodenabträge durch Wind auf landwirtschaftlich genutzten Standorten in Mecklenburg-Vorpommern werden mit Spannen zwischen 0,01 und 121 t/ha*a beziffert (LUNG 2002).

Tabelle 37: Vergleich der Einstufung der landwirtschaftlich genutzten Böden nach potenzieller Winderosionsgefährdung und Cross-Compliance (LUNG 2014)

Stufen der potenziellen Erosionsgefährdung nach DIN 19706			Einstufung Cross Compliance		
Kurzbezeichnung	Erosionsgefährdung	Ackerflächenanteil in M-V [%]	Kurzbezeichnung	Erosionsgefährdungsklasse	Ackerflächenanteil in M-V [%]
E_{nat0}	keine bis sehr gering	19	CC Wind 0	keine Erosionsgefährdung	96
E_{nat1}	sehr gering	17			
E_{nat2}	gering	27			
E_{nat3}	mittel	31			
E_{nat4}	hoch	2			
E_{nat5}	sehr hoch	4	CC Wind 1	erosionsgefährdet	4

Die räumliche Verteilung der Einstufungen für potenzielle Winderosionsgefährdung ist der nachfolgenden Abbildung 31 zu entnehmen.

Potenzielle Winderosionsgefährdung

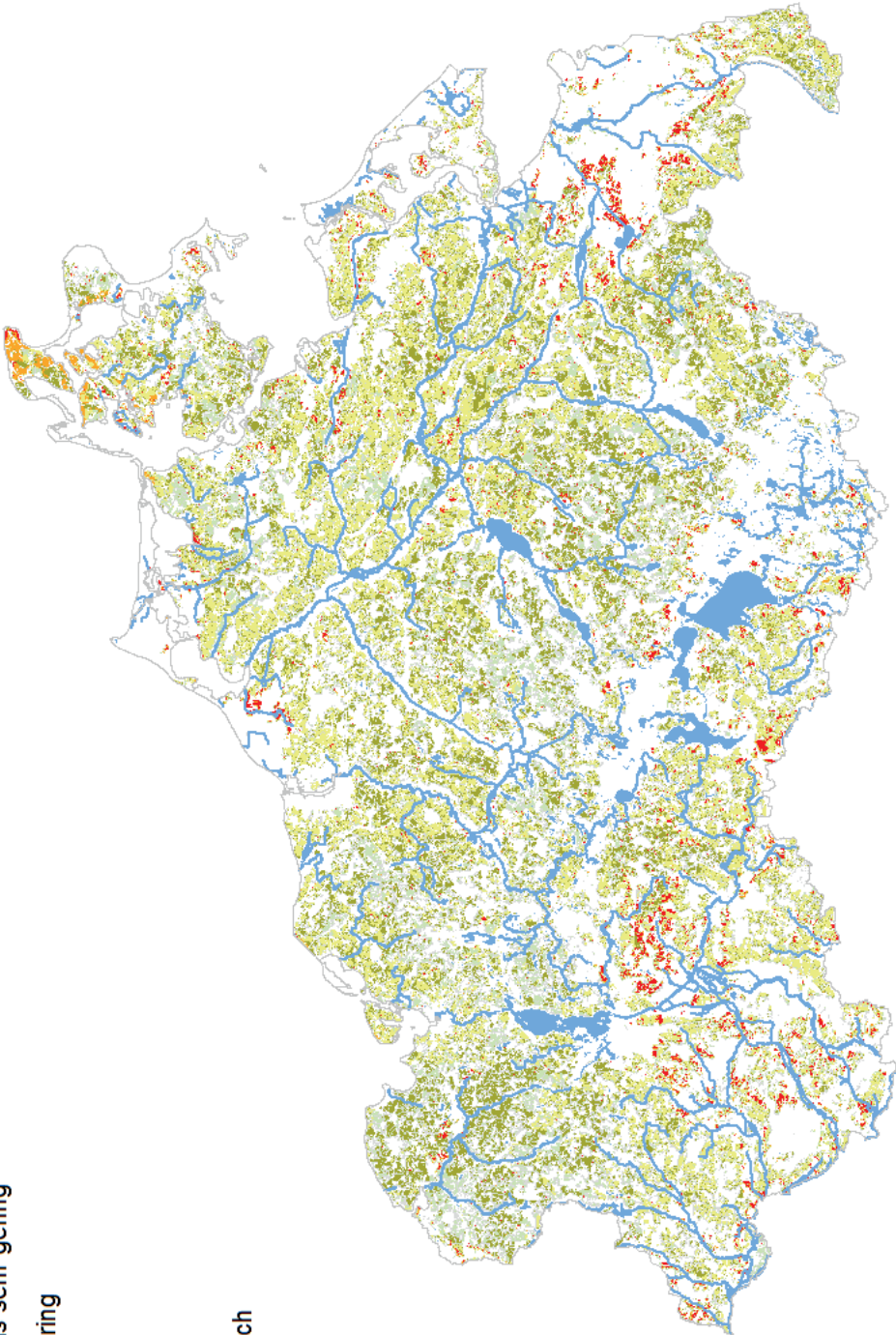
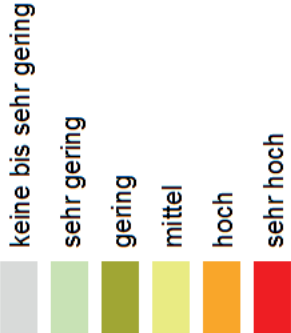


Abbildung 31: Potenzielle Winderosionsgebiete in M-V auf Ackerflächen (LUNG 2014)

Tabellen 36 und 37 zeigen deutlich, dass sich die Einteilungen der potenziellen Erosionsgefährdung nach den DIN-Normen 19706 bzw. 19708 wesentlich von der Einteilung für Cross Compliance – Regelungen unterscheiden. Eine CC - Relevanz besteht ausschließlich für Flächen, die gemäß DIN-Normen als sehr stark erosionsgefährdet (E_{nat}-5) eingestuft sind.

Seit 2011 wird in Mecklenburg-Vorpommern durch die LFB ein Erosionsereigniskataster (EEK) geführt. Das EEK ist ein Verzeichnis der gemeldeten und kartierten Bodenerosionsereignisse durch Wasser und Wind in Mecklenburg-Vorpommern. Das EEK umfasst Informationen über das Bodenerosionsereignis sowie über die äußeren Rahmenbedingungen zum Zeitpunkt des Erosionsereignisses. Im EEK werden diejenigen Bodenerosionssysteme aufgenommen, bei denen die durch Bodenerosion verursachten Bodenabträge von landwirtschaftlich genutzten Flächen stammen. Die qualitative und quantitative Erfassung der Bodenerosionsereignisse im EEK ist die wesentliche Grundlage für die Beurteilung der Einhaltung der guten fachlichen Praxis der Landbewirtschaftung. Dies bildet eine fachlich fundierte Voraussetzung für die Ableitung von künftigen acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenerosionen.

Als Voraussetzung für die Erfassung von Bodenerosionsereignissen wurde von der LFB ein Algorithmus zur Aufnahme von Bodenerosionsereignissen durch Wasser in das EEK im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern mit den einzelnen Arbeitsschritten und den dazugehörigen Formblättern für die Datenerhebungen entwickelt. Beginnend im Jahr 2011 wurden dazu in Mecklenburg-Vorpommern 35 Kartierungen von aktuellen Wassererosionsereignissen auf Ackerflächen durchgeführt. Darüber hinaus wurden 30 Winderosionsereignisse erfasst (Stand Februar 2016).

Der Informationsfluss im EEK beginnt mit der Meldung des Erosionsereignisses. Er setzt sich fort mit der Beschaffung von Standortinformationen, der Vorortbesichtigung des Erosionsereignisses, der Kartierung und Dokumentation der Informationen, der Beurteilung der Schädlichkeit des Bodenerosionsereignisses und der Planung und Festlegung von Bodenschutzmaßnahmen mit dem Landwirt zur Minderung der Bodenerosionsgefahr. Der Informationsfluss endet im EEK mit der Erfassung der ausgewählten bzw. festgelegten landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen.

Die gesamte Prozesskette von der Meldung eines Erosionsereignisses bis zur Maßnahmenfestlegung ist in der Handlungsempfehlung „Erosionsereigniskataster Mecklenburg-Vorpommern - Bodenerosion durch Wasser“ (LM 2016) zusammengefasst.

Seit dem Jahr 2016 werden die META-Daten zu den Erosionsereignissen zusätzlich im digitalen Bodenschutz- und Altlastenkataster des Landes (siehe Kapitel 1.3) geführt.

Umweltstandards

Vom Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung auf Grund von Bodenerosion durch Wasser ist nach § 8 Absatz 1 BBodSchV insbesondere dann auszugehen, wenn durch Oberflächenabfluss erhebliche Mengen Bodenmaterials aus einer Erosionsfläche (oberirdisches Wassereinzugsgebiet) geschwemmt wurden und weitere dementsprechende Bodenabträge zu erwarten sind. Weitere Bodenabträge sind gemäß § 8 Absatz 4 BBodSchV zu erwarten, wenn in den zurückliegenden Jahren bereits mehrfach erhebliche Mengen Bodenmaterials aus derselben Erosionsfläche geschwemmt wurden oder sich aus den Standortdaten und den Daten über die langjährigen Niederschlagsverhältnisse des Gebietes ergibt, dass in einem Zeitraum von zehn Jahren mit hinreichender Wahrscheinlichkeit mit dem erneuten Eintritt von erheblichen Bodenabträgen zu rechnen ist. Neben dem § 8 BBodSchV sind Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von Flächen, bei denen der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung auf Grund von Bodenerosion durch Wasser vorliegt, in Anhang 4 BBodSchV bestimmt.

Wird die Erosionsfläche landwirtschaftlich genutzt, ist nach § 8 Absatz 6 BBodSchV der zuständigen Beratungsstelle gemäß § 17 BBodSchG die Gelegenheit zu geben, im Rahmen der Beratung geeignete erosionsmindernde Maßnahmen für die Nutzung der Erosionsfläche zu empfehlen.

In Mecklenburg-Vorpommern ist die zuständige Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung (LFB) mit der Erfassung von Erosionsereignissen und deren Eintragung in das EEK beauftragt, so dass im Zuge der Erfassung von Erosionsereignissen immer eine Beratung der Landwirte zur Einhaltung der guten fachlichen Praxis erfolgt.

§ 17 BBodSchG definiert die „gute fachliche Praxis“ in der Landwirtschaft, mit deren Einhaltung die Vorsorgepflicht nach § 7 BBodSchG als erfüllt gilt. Zur „guten fachlichen Praxis“ gehört, Bodenabträge durch eine standortangepasste Nutzung, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhältnisse sowie der Bodenbedeckung möglichst zu vermeiden (§ 17 Absatz 2 Nummer 4 BBodSchG). Das Bodenschutzrecht liefert jedoch weder vorsorgeorientierte noch auf die Gefahrenabwehr bezogene Vorgaben zu quantitativen Bodenabträgen je Zeiteinheit.

Als Indikatoren für bestehenden Handlungsbedarf bezüglich der Vermeidung und Minimierung von schädlichen Bodenveränderungen durch Erosion könnten Richtwerte herangezogen werden.

In der Fachliteratur sind tolerierbare Bodenabträge zur Begrenzung von Produktivitätsverlusten durch Wassererosion definiert worden. Der Toleranzwert kann Landwirten Orientierung bezüglich der Feststellung bieten, ob Bodenschutzmaßnahmen zu ergreifen sind, indem er mit der für den Standort ermittelten potenziellen Erosionsgefährdung verglichen wird. Ist der potenzielle Abtrag kleiner als der Toleranzwert, genügt die Bewirtschaftung des betreffenden Feldblocks den Anforderungen an die Vorsorge gemäß BBodSchG. Übersteigt der potenzielle Abtrag den Toleranzwert, besteht dringender Handlungsbedarf. Erosionsmindernde Maßnahmen müssen ergriffen werden. Aus Sicht des Bodenschutzes sollte ein tolerierbarer Bodenabtrag maximal so groß sein wie die Bodenneubildungsrate. Diese ist im Lockergestein mit 0,1 – 1,0 t/ha*a sehr gering (Scheffer/Schachtschabel 2002).

Die in der Literatur benannten Toleranzwerte bewegen sich überwiegend zwischen 1 – 15 t/ha*a, mit Abweichungen je nach den Rahmenbedingungen, unter denen sie definiert wurden. Ein Bodenabtrag von 15 t/ha*a entspricht bei einem flächenhaften Abtrag einem Verlust von 1 mm Schichtdicke.

Für Mecklenburg-Vorpommern wird ein Toleranzwert von 2,5 – < 5,0 t/ha*a empfohlen, was einer Einstufung von E_{nat_2} entspricht.

Für schädliche Bodenveränderungen auf Grund von Winderosion durch Wind liegen keine Kriterien zur Beurteilung vor.

Bewertung

Die rasterbezogene Ausweisung der potenziellen Wasser- und Winderosionsgefährdung der Ackerböden ergibt für Mecklenburg-Vorpommern eine geringe bis mittlere Betroffenheit. Als wassererosionsgefährdet (E_{nat_3} – E_{nat_5}) wurden ≈ 16 % der Ackerflächen eingestuft, davon gelten 7 % als hoch bis sehr hoch wassererosionsgefährdet. Bei der Winderosion (E_{nat_3} – E_{nat_5}) liegt dieser Anteil bei ≈ 37 %, davon gelten 6 % als hoch bis sehr hoch winderosionsgefährdet.

Die Neuberechnung der potenziellen Wind- und Wassererosionsgefährdung auf der Grundlage genauerer Daten (DGM5) und vor allem der Verwendung einer anderen Methodik (DIN 19706; DIN 19708) als im Bodenbericht (LUNG, 2002) führt zu einer Neubewertung der potenziellen Erosionsanfälligkeit der Ackerböden. Ein Vergleich der Gefährdungspotenziale aus dem Bodenbericht mit den aktualisierten Werten (2014) ist auf Grund der unterschiedlichen methodischen Herangehensweise nicht möglich.

Im Vergleich zu den Stufen der potenziell natürlichen Erosionsgefährdung gelten nur sehr wenige Standorte in Mecklenburg-Vorpommern entsprechend der Cross Compliance-Vorgaben der Anlagen 2 und 3 AgrarZahlVerpflV als erosionsgefährdet. Ein weiterer Nachteil ist die bereits genannte feldblockbezogene Einteilung nach AgrarZahlVerpflV. Erosionsge-

fährdete Flächen kleinräumig strukturierter Feldblöcke werden auf diese Weise nicht berücksichtigt. Dies gilt insbesondere für lineare Erosionsgefährdungen, die die mengenmäßig größeren Schäden verursachen. Da nur die DIN-Stufe „Sehr hohe potenzielle Erosionsgefährdung“ bei Cross Compliance berücksichtigt wird, unterliegt ein Großteil der fachlich als potenziell erosionsgefährdet eingestuften Gebiete in Mecklenburg-Vorpommern nicht den Erosion verringernden Vorgaben des § 6 AgrarZahlVerpflV. Die Cross-Compliance-Regelungen können die erosionsbezogenen Anforderungen des § 17 Absatz 2 Nummer 4 BBodSchG zur guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft deshalb nicht ersetzen.

Aktuell aufgetretene Erosionsereignisse zeigen, dass die potenziellen Einstufungen kaum Rückschlüsse auf das tatsächliche Eintreten von schädlichen Bodenveränderungen durch Erosion zulassen. Der methodische Ansatz zur Berechnung der potenziellen Erosionsgefährdung lässt im Ergebnis nur Aussagen zu flächenhaftem Bodenabtrag zu. Damit bleiben insbesondere die in Mecklenburg-Vorpommern häufig auftretenden linienhaften Erosionen, wie auch Einzelereignisse unberücksichtigt.

Zur Klärung dieses Sachverhaltes und zur Vorsorge gegen erneute Bodenerosionen wird ein Erosionsereigniskataster geführt. Da Erosionsereignisse nur bedingt berechenbar sind, wird das EEK langfristig weiterzuführen sein.

Leider fehlen quantitative, standortbezogene Vorgaben (Richtwerte) für unvermeidbare bzw. schädliche Bodenveränderungen durch Wasser- und Winderosion sowie rechtliche Standards zur Erfassung der Winderosion.

Ein Weg, um die räumliche Auflösung der Potentialkarten zur Wind- und Wassererosion zu erhöhen, ist die Verwendung der digitalen Bodenschätzungsdaten. Aus diesem Grund muss die Digitalisierung der Klassenflächenkarten durch die Finanzverwaltungen (siehe Kapitel 1.3) zeitnah abgeschlossen werden.

Qualitäts- und Handlungsziele

Die Bodenerosion ist ein natürlicher Prozess, der nicht völlig verhindert werden kann. Sie kann und sollte aber auf ein akzeptables Maß reduziert werden.

Umwelt-Qualitätsziel ist die Verminderung der Bodenerosion auf Ackerflächen, um schädliche Auswirkungen auf Landnutzung und Umwelt zu vermeiden.

Die Digitalisierung der Bodenschätzungsdaten für Mecklenburg-Vorpommern ist zeitnah abzuschließen.

Zur Erfassung und Bewertung der aktuellen Winderosion ist ein Konzept mit entsprechenden Kriterien zu entwickeln.

Für die Beurteilung der Schädlichkeit eines Wind- und Wassererosionsereignisses sind Zusatzkriterien abzuleiten.

Das Erosionsereigniskataster für Wind und Wasser ist weiter zu führen.

Es ist eine Methodik zur Berechnung potentiell erosionsgefährdeter Tiefenlinien zu entwickeln.

2.2.2 Bodenschadverdichtung

Schadverdichtete Böden sind durch eine hohe Lagerungsdichte und geringe Porenvolumina aufgrund natürlicher und/oder vor allem technogener Einflüsse gekennzeichnet. Dadurch werden Durchlüftung, Wasserhaltevermögen und –durchlässigkeit sowie die Durchwurzelbarkeit des Bodens verringert, was zu Beeinträchtigungen von Pflanzenwachstum und Bodenleben führt.

Die Bodenschadverdichtungsgefährdung beschränkt sich nicht nur auf landwirtschaftlich genutzte Ackerflächen. So sind z. B. auch Wiesen-, Weide- und Waldböden durch Tritt und Befahren potenziell verdichtungsgefährdet.

Weiterhin können Bodenschadverdichtungen im Zuge von Baumaßnahmen auftreten. Hier sind besonders Fahrstraßen und Montage- und Lagerplätze als gefährdet einzustufen.

Pauschale Aussagen darüber, inwieweit Bodenfunktionen durch Verdichtungs Vorgänge beeinträchtigt werden, können aufgrund der unterschiedlichen Verdichtungsgefährdung nicht getroffen werden. Besonders betroffen sind Sand-, Sandlehm-, Tieflehm- und Lehmstandorte. Bodenschadverdichtungen können in der Ackerkrume, in der Krumbasis und im Unterboden entstehen. Während Verdichtungen im Krumbereich noch problemlos aufgelockert werden können, ist hierfür an der Krumbasis bereits erheblicher Aufwand nötig (Tiefenlockerung). Der Ausgangszustand des Bodens lässt sich jedoch nicht wieder herstellen. Unterbodenverdichtungen sind gänzlich irreversibel und sind daher als besonders kritisch zu betrachten

Beschreibung des Ist-Zustandes

Die Einstufung eines Bodens in eine Verdichtungsgefährdungskategorie bzw. die Zuordnung einer Verdichtungsneigung beschreibt die vom Standort ausgehende Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Bodenschadverdichtungen beim Einsatz von Landtechnik mit hohen Raddrücken, häufigen Überfahrten bzw. bei dem Befahren bei ungünstigen Bodenzuständen.

Für die landwirtschaftlich genutzten mineralischen Böden erfolgte die Bestimmung der potenziellen Verdichtungsgefährdung in der Ackerkrume in Mecklenburg-Vorpommern nach der Methode SchadVerdichtungsGefährdungsklassen (SVGK) des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung e.V. (ZALF) Müncheberg.

Nach dieser Bewertungsmethode, die nur für die Ackerkrume anzuwenden ist, sind in Mecklenburg-Vorpommern ca. 57 % der landwirtschaftlich genutzten Mineralbodenstandorte potenziell erheblich bis sehr stark verdichtungsgefährdet. 0,3 % der Standorte werden als gering, 43 % als mäßig, 17 % als erheblich, 9 % als stark und 31 % als sehr stark verdichtungsgefährdet eingestuft (LUNG 2003a). Die stark bis sehr stark zur Verdichtung neigenden Ackerkrumen im Land decken sich mit der Verbreitung von schluffigen, fein- bis mittelkörnigen Sanden und sandüberlagerten Lehmen (Tieflehme), die in Mecklenburg-Vorpommern häufig und über das ganze Land verteilt auftreten. Der Südwesten Mecklenburg-Vorpommerns mit seinen Altmoränen-Sandstandorten weist fast nahezu flächendeckend eine sehr starke Verdichtungsgefährdung in der Ackerkrume auf. Da sich die nach der Methode SchadVerdichtungsGefährdungsklassen ausgewiesene Verdichtungsgefährdung nur auf die Ackerkrume bezieht, ist neben dem vorsorgenden Schutz vor Verdichtung durch Wahl der Landtechnik bzw. Bereifung oder Festlegung des Befahrzeitpunktes auch die nachsorgende Beseitigung von Krumbodenverdichtungen durch ackerbauliche Maßnahmen, wie Pflügen und Grubbern, möglich.

Im Kapitel 4.1.2 des Bodenberichtes (LUNG 2002) ist die potenzielle Schadverdichtungsgefährdung in der Ackerkrume der landwirtschaftlich genutzten Fläche in einer Übersichtskarte für Mecklenburg-Vorpommern dargestellt. Weitere ausführliche Informationen zur Boden-

schadverdichtung in Mecklenburg-Vorpommern können der Broschüre „Bodenverdichtung“ (LUNG 2003a) entnommen werden.

Im Vergleich zu Verdichtungen in der Ackerkrume sind Bodenverdichtungen unterhalb der Ackerkrume als wesentlich problematischer anzusehen und von größerer Bedeutung für den Bodenschutz, da derartige Verdichtungen sich nicht bzw. nur mit sehr großem Aufwand wieder beseitigen lassen.

Für die Unterböden der ackerbaulich genutzten Standorte erfolgt die Ableitung der potenziellen, mechanischen Verdichtungsempfindlichkeit ($pF_{1,8}$) nach der Methode LEBERT (UBA 2004).

Entsprechend der Auswertung nach dieser Methode wird für ca. 57 % der Unterböden der ackerbaulich genutzten Mineralstandorte von Mecklenburg-Vorpommern eine mittel bis sehr hohe potentielle Verdichtungsempfindlichkeit ausgewiesen. Im Einzelnen werden 37 % als potentiell sehr gering, 6 % als potentiell gering, 41 % als potentiell mittel, 16 % als potentiell hoch verdichtungsempfindlich eingestuft. 0,2% der Flächen sind potentiell sehr hoch verdichtungsempfindlich.

Abbildung 32 zeigt die regionale Verteilung der potenziellen, mechanischen Unterbodenverdichtungsempfindlichkeit von mineralischen Ackerstandorten in Mecklenburg-Vorpommern. Regionen mit mittlerer bis hoher Verdichtungsempfindlichkeit finden sich vorwiegend im Bereich der glazigenen Grundmoränen.

Daten zur aktuellen Bodenschadverdichtung (Ackerkrume) sind nur sporadisch für einzelne Ackerflächen vorhanden. Sie wurden durch Penetrometer-Messungen erhoben. Für Waldböden liegen keine veröffentlichten Daten vor.

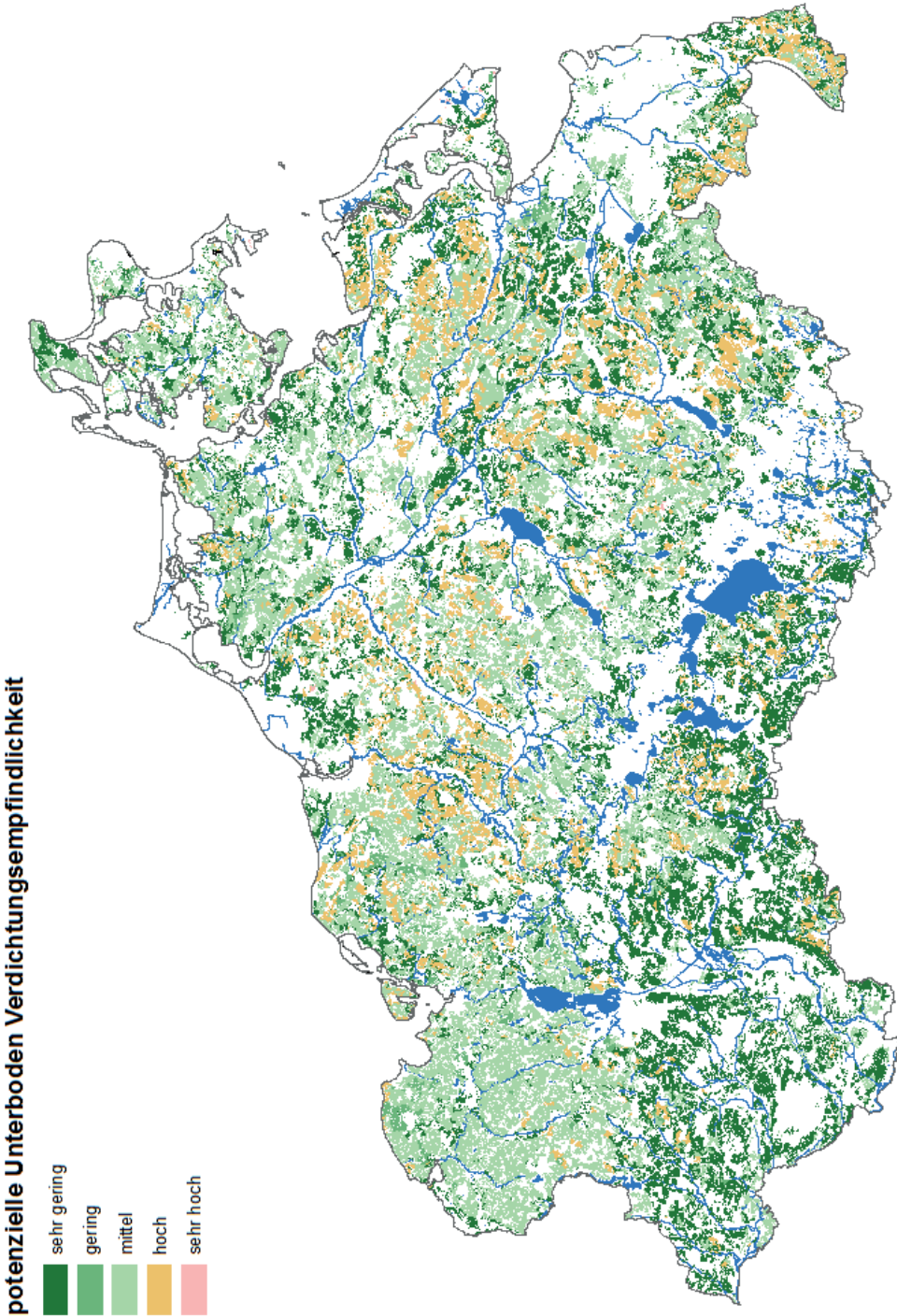


Abbildung 32: Potenzielle, mechanische Verdichtungsempfindlichkeit bei pF 1,8 der Unterböden von M-V (Quelle: LUNG 2013)

Umweltstandards

Vorsorge-, Prüf- oder Maßnahmewerte für Bodenverdichtungen, die dem Vollzug einen gestuften Untersuchungs- und Bewertungsrahmen vorgeben, gibt es nicht. Es existieren jedoch diverse Bewertungshilfen.

Mit der Karte der potenziellen Schadverdichtungsgefährdung nach der Methode SchadVerdichtungsGefährdungsklassen liegt für die Krume der ackerbaulich genutzten Standorte für Mecklenburg-Vorpommern (LUNG 2003a) eine Einstufung der natürlichen Schadverdichtungsrisiken unabhängig von der acker- und pflanzenbaulichen Bewirtschaftung vor. Dieses Bewertungskonzept ist aber aufgrund seiner Orientierung an Bodengefügewerten gestörter Böden und dem Ertrag ein Krumenschutzkonzept.

Die Karte der potenziellen, mechanischen Unterbodenverdichtungsempfindlichkeit dagegen zeigt die Räume, in denen bei Nichteinhaltung der guten fachlichen Praxis der Bodenbearbeitung und der Nichtbeachtung des bodenschonenden Landtechnikeinsatzes die Gefahr der irreversiblen Unterbodenverdichtung besteht.

Weitere Modelle zur Ermittlung von mechanischer Belastbarkeit sind die „Vorbelastung“ des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK), der „Druckbelastungsquotient“ entsprechend der Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung (KUL) oder die „Befahrbarkeit“ nach der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL).

Das Indikatorenmodell nach LEBERT des UBA ermittelt einzelfallbezogen den tatsächlichen Verdichtungszustand anhand bestimmter Parameter, die nach den bodenphysikalischen Schadschwellenwerten bewertet werden. Unterschreitet der Boden die Schadschwellen für Luftkapazität ($< 5\%$), Wasserleitfähigkeit ($< 10\text{ cm/Tag}$) und erhält eine negative Bewertung in einem von drei Feldgefügeparametern (effektive Lagerungsdichte, Packungsdichte, Spatendiagnose), so wird er nach diesem Modell als „schadverdichtet“ eingestuft (LEBERT et al. 2004). Es stehen noch Vervollständigungen der Modelle zur Erkennung der tatsächlichen Gefahr und Validierungen aus. Auch hinsichtlich des Schadensausmaßes bestehen Kenntnislücken.

LEBERT (2010) führte im Auftrag des UBA die „Entwicklung eines Prüfkzeptes zur Erfassung der tatsächlichen Verdichtungsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden“ durch. Die geplante Überführung des Prüfkzeptes in eine DIN-Norm erfolgte bisher nicht.

Die Methode LEBERT wurde für die Ableitung der potenziellen, mechanischen Verdichtungsempfindlichkeit des Unterbodens genutzt.

Ein vom Landesamt für Forsten und Großschutzgebiete Mecklenburg-Vorpommern (2004) erarbeitetes Beurteilungsschema für die Befahrungsempfindlichkeit von Waldböden ist in Tabelle 38 dargestellt.

Tabelle 38: Beurteilung der ökologischen Befahrungsempfindlichkeit von Waldböden auf der Grundlage von Substratgruppen (LM 2004)

Bodenbezeichnung	ökologische Befahrungsempfindlichkeit
Sandböden	-
Skelettböden	-
Kalkböden	-
Deckkalke	-
Tiefkalke	-
Lehmböden	+
Decklehme	+
Tieflehme	-
Tonböden	+
Decktone	+
Tieftone	-

+ empfindlich

- unempfindlich oder wenig empfindlich

Die fertiggestellte digitale forstliche Standortkarte ermöglicht über das Feinbodenformeninventar die bereits vorliegende Klassifizierung der ökologischen Befahrungsempfindlichkeit für die Waldstandorte in Mecklenburg-Vorpommern vorzunehmen (digitale Karte der potenziellen Befahrungsempfindlichkeit).

Als eine pauschale Bewertungshilfe ist die folgende, einer Veröffentlichung des amerikanischen Landwirtschaftsministeriums (US Department of Agriculture) entnommene Tabelle 39 anzusehen. Sie liefert Werte für optimale und das Wurzelwachstum betreffende kritische Lagerungsdichten von Böden.

Tabelle 39: Beziehung zwischen Lagerungsdichte und Wurzelwachstum in Abhängigkeit von der Bodenart (U.S. Department of Agriculture; National Resource Conservation Service 2003)

Texturklasse	Ideale Lagerungsdichte	Lagerungsdichte, die das Wurzelwachstum beeinflusst	Lagerungsdichte, die das Wurzelwachstum beschränkt
		g/cm ³	
Sands, loamy sands	<1,60	1,69	>1,80
Sandy loams, loams	<1,40	1,63	>1,80
Sandy clay loams, clay loams	<1,40	1,60	>1,75
Silts, silt loams	<1,30	1,60	>1,75
Silty clay loams	<1,40	1,55	>1,65
Sandy clays, silty clays, some clay loams (35-45% clay)	<1,10	1,49	>1,58
Clays (>45% clay)	<1,10	1,39	>1,47

Die Anteile der einzelnen Korngrößen an den oben genannten Texturklassen sind in Tabelle 40 dargestellt.

Tabelle 40: Anteile der Korngrößen an den Texturklassen (U.S. Department of Agriculture; Agricultural Research Service 2002)

Texturklasse	Sand	Schluff	Ton
	%		
Sand	90	6	4
Loamy sand	82	12	6
Sandy loam	65	25	10
Loam	41	41	18
Sandy clay loam	60	13	27
Clay loam	33	33	34
Silt	8	87	5
Silt loam	20	65	15
Silty clay loam	10	56	34
Sandy clay	51	5	44
Silty clay	6	47	47
Clay	20	20	60

Sollwerte für optimale Lagerungsdichten existieren auch bei den Bodenfruchtbarkeitskennziffern (BFK) für die Standortgruppen der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Tabelle 41).

Tabelle 41: Sollwerte der Bodenfruchtbarkeitskennziffern (Lagerungsdichte) für die ausgewählten Standortgruppen der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Kundler 1982)

BFK	Grundwasserferne Sande	Sande und Tieflehme	Tieflehme und Lehme	Stauanasse Tieflehme und Lehme	Auenlehme	Grundwasser-sande
Lagerungsdichte in g/cm ³	1,67	1,64/ 1,60	1,60/ 1,55	1,55	1,52/ 1,64	1,65/ 1,62

Die Doppelwerte berücksichtigen verschiedene Bodenarten des Unterbodens (Fiedler 1989)

Bewertung

In Mecklenburg-Vorpommern ist ein Großteil der landwirtschaftlich genutzten mineralischen Böden bei Nichteinhaltung der guten fachlichen Praxis der Bodenbearbeitung und der Nichtbeachtung des bodenschonenden Landtechnikeinsatzes aufgrund der hohen natürlichen Verdichtungsneigung in der Krume schadverdichtungsgefährdet, rund die Hälfte sogar erheblich bis sehr stark (nach der Methode SVGK).

Wird die potenzielle, mechanische Verdichtungsempfindlichkeit der Unterböden u. a. bei einer Bodenfeuchte von pF 1,8 betrachtet, haben mehr als die Hälfte eine mittlere bis sehr hohe Verdichtungsempfindlichkeit.

Die nach der Methode SVGK bzw. der Methode Verdichtungsempfindlichkeit der Unterböden ausgewiesenen Flächen weichen hinsichtlich ihrer räumlichen Verteilung erheblich voneinander ab.

Die Verdichtungsgefahr wird im Zuge des Klimawandels zunehmen (siehe Kapitel 3.2.4). Anders als die irreversiblen Unterbodenverdichtungen können Krümenverdichtungen durch die Anwendung einfacher ackerbaulicher Maßnahmen beseitigt werden.

Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft sollen gemäß § 17 Absatz 1 BBodSchG durch die nach Landesrecht zuständigen landwirtschaftlichen Beratungsstellen

bei ihrer Beratungstätigkeit an die Landwirte vermittelt werden. Diese Beratung ist das einzige vorsorgebezogene Handlungsinstrument, welches das BBodSchG bezüglich der Einhaltung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis vorsieht.

Um den Boden im Zuge von Bauprozessen vor schädlichen Veränderungen wie Schadverdichtung zu schützen, sollte eine Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) erfolgen. Mangels Ermächtigungsgrundlage im BBodSchG sind landesrechtliche Regelungen zu nutzen, bis eine bundeseinheitliche Regelung aufgenommen ist.

Eine qualifizierte Beratung setzt entsprechend aufbereitetes Datenmaterial und einschlägige Umweltstandards voraus. Jedoch liefern weder Bodenschutz- noch andere Rechtsvorschriften konkrete vorsorgeorientierte oder auf die Gefahrenabwehr bezogene Vorgaben (z. B. Lagerungsdichtegrenzwerte). Im Interesse eines bundeseinheitlichen Vollzugs sollte die BBodSchV um Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmewerte für Bodenschadverdichtung ergänzt werden. Eine abgestimmte Bewertungssystematik für schädliche Bodenveränderungen im Hinblick auf die Bodenschadverdichtung wäre hilfreich.

Anhaltspunkte für die Gefahr oder das Vorliegen von Bodenschadverdichtungen können die im vorherigen Abschnitt aufgeführten Bewertungshilfen geben. In der bisher bestehenden Form sind diese Prüfkonzeppte jedoch noch nicht geeignet, als alleinige Basis zur Charakterisierung einer schädlichen Bodenveränderung durch Bodenverdichtung verwendet zu werden. Jedes dieser Konzepte berücksichtigt derzeit noch nicht alle vier der notwendigen Bewertungskriterien (Bodengefüge, Luftkapazität, gesättigte Wasserleitfähigkeit, Lagerungsdichte) gleichzeitig. Sie müssen jeweils um die fehlenden Kriterien vervollständigt und validiert werden.

Des Weiteren ist auch eine Verbesserung der flächendeckenden Datenlage über das aktuelle Schadensausmaß angezeigt. Flächen- und Punktdaten der Bodenschätzung in digitaler Form sind notwendig, um landesweite und schlaggenaue Auswertungen und Überprüfungen durchführen zu können.

In Hinblick auf die Auswirkungen von Bodenverdichtungen auf die verschiedenen Schutzgüter, speziell auf den Wasserhaushalt (z. B. Oberflächen- und Lateralabfluss, Infiltration) sind noch viele offene Fragen zu klären. Vor allem fehlt es noch an ausreichend verifizierten Methoden für eine klare Abgrenzung von Bodengefügeschäden zur Beurteilung der Beeinträchtigung der Bodenfunktionen (Cramer 2006).

Forschungsdefizite im Bereich der Feststellung der Erheblichkeit von Schäden durch Bodenverdichtungen an den Schutzgütern (z. B. Bodenerosion, Hochwasserentstehung, Beeinflussung von Gewässer- und Luftqualität) sollten über geeignete Kooperationen gemindert werden.

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist die dauerhafte Sicherung eines stabilen Porensystems zur standortgerechten Luft- und Wasserversorgung der Pflanzen und zum Erhalt der Wasseraufnahmefähigkeit. Dadurch wird auch ein Beitrag zur Vermeidung von Erosion geleistet.

Bestehende Bodenschadverdichtungen sollen so weit wie möglich beseitigt werden. Vor der Anwendung von Maßnahmen zur Beseitigung von Bodenverdichtungen im Unterboden sollte der Umfang bekannt sein, der Grad der einzuleitenden Maßnahmen (Spurenlockerung, Flächenlockerung) definiert werden und nachsorgende Maßnahmen (Anbau von Tiefwurzlern) abgesichert werden. Für die Umsetzung sowohl vor- als auch nachsorgeorientierter Maßnahmen auf Landesebene ist es erforderlich, die Datenlage über die aktuelle Situation zu verbessern. Ziel ist deshalb, in M-V den aktuellen Verdichtungsgrad und –umfang der Böden zu erfassen und gegebenenfalls Schadverdichtungsgebiete auszugrenzen.

Im Hinblick auf die notwendige Schaffung einer alle Kriterien umfassenden Bewertungsgrundlage ist es notwendig, die vorhandenen Indikatormodelle zu vervollständigen und zu validieren.

2.2.3 Versiegelung

Als Versiegelung wird die vollständige oder teilweise Abdichtung des Bodens zur Atmosphäre hin bezeichnet. Die Abdichtung kann durch das Aufbringen von Deckbelägen, Baumaterial oder das Einbringen in den Boden, aber auch durch bauliche oder nutzungsbedingte starke Verdichtungen des Bodens erfolgen. In der Regel kommt es dabei zu einem vollständigen Verlust der natürlichen Bodenfunktionen und damit zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes. Meistens werden im Zuge einer Baumaßnahme auch benachbarte Flächen durch Abgrabungen, Aufschüttungen oder Verdichtung beeinträchtigt.

Durch Überbauung, Befestigung und starke Verdichtung werden tiefgreifende Störungen der natürlichen Bodenfunktionen bewirkt, die wiederum Rückwirkungen auf den gesamten Natur- und Wasserhaushalt haben. Beeinträchtigt werden zum Teil auch die Nutzungsfunktionen. Der Boden verliert mit der Versiegelung seine komplette Lebensraumfunktion für Pflanzen und Tiere. Dadurch, dass die Regenwasserversickerung verhindert wird, fließt das Regenwasser ohne Zeitverzögerung (in die Kanalisation) ab. Dies kann zu verstärkten Überschwemmungs- und Hochwasserereignissen, einer Verringerung der Grundwasserneubildungsrate sowie der Verdunstungsrate und damit einer Verschlechterung des lokalen Klimas führen. Auch nach einer Entsiegelung lassen sich die Bodenfunktionen allenfalls eingeschränkt wiederherstellen. So z. B. wird eine landwirtschaftliche Nachnutzung durch den hohen Verdichtungsgrad der entsiegelten Flächen beeinträchtigt.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Von der insgesamt für Siedlungs- und Verkehrszwecke in Anspruch genommenen Fläche ist im Durchschnitt knapp die Hälfte versiegelt. Der Versiegelungsgrad stellt den Anteil der tatsächlich versiegelten Bodenfläche an der Siedlungs- und Verkehrsfläche dar. Er variiert dabei nach Art und Charakteristik der jeweiligen Flächennutzung. Ursache sind, wie im Kapitel 3.2.1 dargestellt, die unterschiedlich hohen Anteile unbebauter Flächen (z. B. Hausgärten, Wohnabstandsgrün, Parkanlagen, Ausgleichsflächen für Eingriffe in Natur- und Landschaft). Während Verkehrsflächen sowie Industrie- und Gewerbegebiete allgemein durch einen sehr hohen Versiegelungsgrad gekennzeichnet sind, sind Betriebs- und Erholungsflächen meist nur wenig versiegelt.

Zu beachten ist, dass eine Umwidmung in Siedlungs- und Verkehrsfläche nicht zwingend eine höhere Versiegelung zur Folge hat.

Zur Höhe des tatsächlich versiegelten Anteils an der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Deutschland und damit in den einzelnen Bundesländern existieren verschiedene Modellrechnungen. Eine flächendeckende Erfassung der Bodenversiegelung in Deutschland oder einzelnen Bundesländern gibt es nicht.

Das UBA berechnet auf Grundlage des Siedlungs- und Verkehrsflächenbestandes (rund 187.000 ha im Jahr 2013 in Mecklenburg-Vorpommern) und mittels einer für die LABO entwickelten Berechnungsformel den prozentualen Versiegelungsanteil. Aus dieser wird dann die jeweils versiegelte Fläche berechnet. Insgesamt sind demnach rund 77.600 ha der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Mecklenburg-Vorpommern versiegelt. Entsprechend der Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche im Jahr 2013 von 2,15 ha pro Tag nahm die versiegelte Fläche in Mecklenburg-Vorpommern 2013 täglich um 0,51 ha zu. Für das Jahr 2013 hat das UBA für Mecklenburg-Vorpommern einen Versiegelungsanteil von 41,4 % innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche ermittelt – den geringsten Wert im Vergleich der Bundesländer.

Tabelle 42: Versiegelung in Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2013 (Berechnungen des UBA 2015)

Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Landesfläche [%]	8,08	
Anteil unversiegelter Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Landesfläche [%]	4,74	
Anteil versiegelter Siedlungs- und Verkehrsflächen an der Landesfläche [%]	3,34	
Anteil versiegelter Fläche	am Bestand [%]	an der Zunahme [%]
an Gebäude- und Freiflächen	45,22	60,42
an Betriebsflächen ohne Abbauland	20,00	20,00
an Erholungsflächen	14,89	14,73
an Friedhöfen	15,00	15,00
an Verkehrsflächen	50,45	56,38
an Siedlungs- und Verkehrsflächen insgesamt	41,36	23,71
Versiegelte Siedlungs- und Verkehrsfläche	Bestand [ha]	Zunahme [ha pro Tag]
Gebäude- und Freifläche	37225,44	0,05
Betriebsfläche ohne Abbauland	731,46	0,06
Erholungsfläche	4675,37	0,21
Friedhöfe	194,56	0,00
Verkehrsfläche	34773,65	0,19
Siedlungs- und Verkehrsfläche insgesamt	77600,48	0,51

Flächendeckend kartiert wurde die Bodenversiegelung in Mecklenburg-Vorpommern nach hiesiger Kenntnis bislang nur für das Gebiet der Hansestadt Rostock. Dort werden seit 1989 Flächennutzungserhebungen auf Satelliten- und Luftbildbasis erstellt. 2014 wurden erneut Daten erhoben, deren Auswertung aber noch nicht vorliegt. Die Neuversiegelung in Rostock durch Wohnbebauung, Industrie- und Gewerbegebiete betrug zwischen 1989 und 2007 insgesamt 534 ha, die Neuversiegelung durch Straßen 39 ha (Grenzdörffer/Kressner 2010). Entsprechend der Hauptursachen für Flächenversiegelung werden für die Hansestadt Rostock drei Phasen unterschieden (Tabelle 43):

- Ausweisung und Ansiedlung neuer Industrie- und Gewerbegebiete 1989 bis 1995 (bei gleichzeitiger Suburbanisierung des Rostocker Umlandes)
- Errichtung größerer Eigenheimsiedlungen zwischen 1995 und 2002
- Ausbau der Rostocker Hafengelände und Errichtung weiterer Wohnsiedlungen in Einzel- und Reihenhausbau von 2002 bis 2007

Tabelle 43: Zunahme baulich versiegelter Flächen in Rostock zwischen 1989 und 2007 (ohne Straßen) (Grenzdörffer/Kressner 2010)

	Zunahme baulich versiegelter Flächen [ha]			
	1989-1995	1995-2002	2002-2007	1989-2007
Einzelhausbebauung	6,93	103,91	66,43	177,27
Reihenhausbauung	2,79	18,04	47,81	68,64
Großblockbebauung	0,09	1,65	-47,13	-45,39
Mischnutzung	1,66	13,27	-24,64	-9,71
Industrie, Gewerbe	54,40	21,90	294,40	370,7
Kläranlage	0,82	4,17	0,95	5,94
Parkplätze	51,14	21,51	-116,18	-45,53
Stadtplätze	0,16	1,40	8,18	9,74
Summe	117,99	185,85	229,82	533,66

Zum Umfang von Entsiegelungen in Mecklenburg-Vorpommern liegen bislang keine flächen-deckenden Daten vor.

Im Zuge von Neu-, Um- und Ausbaumaßnahmen von Straßen wird regelmäßig auch die Möglichkeit von Entsiegelungsmaßnahmen von nicht mehr erforderlichen vorhandenen Verkehrsflächenbefestigungen geprüft. Beispielsweise wurden im Jahr 2013 0,2 ha und im Jahr 2014 0,4 ha Fläche bei Um- und Ausbaumaßnahmen von Landesstraßen entsiegelt (Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung M-V 2015).

Die Landgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern mbH hat im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz 2011 bis 2014 bauliche Brachflächen im ländlichen Raum der Landkreise Ludwigslust-Parchim und Vorpommern-Greifswald im Rahmen eines Pilotprojektes erfasst. Für 208 (257 ha) der insgesamt 413 erfassten Liegenschaften in Ludwigslust-Parchim wäre die Renaturierung (Rückbau und Entsiegelung) nach Einschätzung der Landgesellschaft eine bzw. die einzige Entwicklungsoption. Im Landkreis Vorpommern-Greifswald wurde dieses Renaturierungspotenzial für 243 (194 ha) der insgesamt 474 erfassten Liegenschaften ermittelt. Rechnet man das Potenzial auf Grundlage dieser Daten für den ländlichen Raum Mecklenburg-Vorpommerns flächenbezogen hoch, würde sich ein Wert von rund 1.200 ha ergeben. Hierbei kann jedoch nur von einer groben Schätzung ausgegangen werden, die keine siedlungs- und wirtschaftsstrukturellen Unterschiede berücksichtigt.

Der Anteil der erfassten renaturierungswürdigen Brachflächen im ländlichen Raum Vorpommern-Greifswalds ist mit 70 % aller erhobenen Brachen etwas höher als deren Anteil in Ludwigslust-Parchim, wo er bei 64 % liegt.

Es ist absehbar, dass die Entsiegelungspotenziale vor allem in den peripheren, ländlichen Räumen zunehmen werden, da sich dort infolge des Bevölkerungsrückgangs auch die Problematik nicht mehr nachzunutzender Bausubstanz (insbesondere Wohngebäude) verstärken wird.

Für die städtischen Zentren des Landes, in denen Gewerbebrachen, aber auch zuvor unveriegelte Flächen zur Deckung der steigenden Baulandnachfrage erschlossen werden, ist eine Zunahme des Versiegelungsgrades zu erwarten.

Umweltstandards

Das Flächenwachstum für Siedlung und Verkehr ist wesentliche Ursache für die Zunahme der Bodenversiegelung. Die Umweltstandards zur Begrenzung und Steuerung der Flächeninanspruchnahme (und indirekt auch der Versiegelung) werden im Kapitel 3.2.1 Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke dargestellt. Nachfolgend werden deshalb nur die rechtlichen Anforderungen an Ver- und Entsiegelung beschrieben.

Die Begrenzung der Bodenversiegelung auf das notwendige Maß ist Bestandteil der sogenannten „Bodenschutzklausel“ des Baugesetzbuches (§ 1a Absatz 2 BauGB) und im Rahmen der bauleitplanerischen Abwägung nach § 1 Absatz 7 BauGB zu berücksichtigen. Die Maßgabe der Begrenzung der Bodenversiegelung auf das notwendige Maß gilt gemäß § 35 Absatz 5 BauGB auch für das Bauen im Außenbereich. Darüber hinaus enthält § 35 Absatz 5 BauGB eine Rückbauverpflichtung nach dauerhafter Nutzungsaufgabe.

Eine generelle Begrenzung der Versiegelung des Bodens ist je nach der Spezifik der einzelnen Baugebiete in der Baunutzungsverordnung (BauNVO) geregelt. Nach § 17 BauNVO - Obergrenzen für die Bestimmung des Maßes der baulichen Nutzung - dürfen die hier festgelegten Obergrenzen der Überbauung des Baugrundstücks durch bauliche Anlagen nicht bzw. nur unter bestimmten Voraussetzungen überschritten werden.

In § 8 Absatz 1 der Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern (LBauO M-V) ist vorgeschrieben, dass die nicht mit Gebäuden oder vergleichbaren baulichen Anlagen überbauten

Flächen der bebauten Grundstücke wasseraufnahmefähig zu belassen oder herzustellen und zu begrünen oder zu bepflanzen sind. Von diesem Gebot abgewichen werden darf dann, wenn Erfordernisse einer anderen zulässigen Verwendung der Flächen entgegenstehen oder Bebauungspläne oder andere Satzungen anderslautende Festsetzungen zu den nicht überbauten Flächen treffen.

Zu beachten ist, dass bei bestimmten Nutzungsformen flächenhafte Versiegelungen unvermeidbar sind (z. B. bei Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Sicherung von Altlasten durch Oberflächenabdichtung). Anforderungen hierzu ergeben sich aus dem jeweiligen Fachrecht.

Im § 15 Absatz 3 Satz 2 BNatSchG wird vorgegeben, vorrangig zu prüfen, ob Kompensationsmaßnahmen im Rahmen der naturschutzfachlichen Eingriffsregelung u. a. auch über eine Entsiegelung erbracht werden können. Damit soll der Entzug landwirtschaftlicher Produktionsflächen vermindert werden.

Neben dem planungsrechtlichen Instrumentarium gibt es folgende ordnungsrechtliche Instrumente, mit denen die Ziele des Bodenschutzes durchgesetzt werden können:

Die Baubehörde hat gemäß § 3 i. V. m. § 58 LBauO M-V die Möglichkeit, die Beseitigung ruiniöser baulicher Anlagen zur Abwehr konkret bestehender Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung anzuordnen. Liegt eine konkrete Gefahr vor, so hat die untere Bauaufsichtsbehörde das mildeste Mittel zur Gefahrenabwehr zu wählen. Im Regelfall wird nicht der Abriss, sondern die Sicherung der baulichen Anlage (z. B. durch Einzäunung) gefordert.

Nach § 179 Absatz 1 BauGB kann die Gemeinde den Eigentümer verpflichten, zu dulden, dass eine bauliche Anlage im Geltungsbereich eines Bebauungsplans ganz oder teilweise beseitigt wird, wenn sie den Festsetzungen des Bebauungsplans nicht entspricht und ihnen nicht angepasst werden kann oder wenn bauliche Missstände oder Mängel nicht mehr behoben werden können. Gleiches gilt für die sonstige Wiedernutzbarmachung von dauerhaft nicht mehr genutzten Flächen, bei denen der durch Bebauung oder Versiegelung beeinträchtigte Boden in seiner Leistungsfähigkeit erhalten oder wiederhergestellt werden soll.

Soweit die Vorschriften des Baurechts die Befugnisse der Behörden nicht regeln, können gemäß § 5 Satz 2 BBodSchG die nach Landesrecht zuständigen Behörden im Einzelfall gegenüber Grundstückseigentümern Anordnungen zur Entsiegelung treffen, sofern es sich um dauerhaft nicht mehr genutzte Flächen handelt, deren Versiegelung im Widerspruch zu planungsrechtlichen Festsetzungen steht. Ziel der Entsiegelung ist es, den Boden in seiner Leistungsfähigkeit im Sinne des § 1 BBodSchG so weit wie möglich und zumutbar zu erhalten oder wiederherzustellen.

§ 5 Absatz 1 BBodSchG enthält eine Ermächtigungsgrundlage für die Bundesregierung, eine Rechtsverordnung zur Entsiegelung zu erlassen. Hiervon hat sie bislang keinen Gebrauch gemacht.

Bewertung

Die Bodenversiegelung stellt eine besonders schwerwiegende nicht-stoffliche Belastung des Bodens dar. Mit Boden ist sparsam und schonend umzugehen. Diese Themen finden sich in verschiedenen Rechtsbereichen, ohne dass der Entsiegelung bislang ein Gewicht beigemessen werden kann.

Weder § 179 Absatz 1 BauGB noch § 5 BBodSchG sind bisher im Land vollzugsrelevant. Wegen der engen Voraussetzungen des § 179 Absatz 1 BauGB sowie der Kosten- und Entschädigungsfolge für die Gemeinde ist dieser Regelung zur Beseitigung baulicher Missstände durch die Gemeinde keine praktische Bedeutung beizumessen. Die Anordnung der Entsiegelung nach § 5 BBodSchG, die ohnehin nur für den unbeplanten Außenbereich gilt, ist aufgrund der erforderlichen besonderen Dringlichkeit nur sehr selten möglich.

Aus diesen Gründen ist auf eine Vermeidung bzw. Verminderung von Flächeninanspruchnahme und Neuversiegelungen dringend hinzuwirken und die Entsiegelung nutzungsfunktionslos gewordener Liegenschaften zu befördern.

Bewertung sowie Qualitäts- und Handlungsziele zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme werden in Kapitel 3.2.1 thematisiert.

Inwieweit die Vorgaben der LBauO M-V zum versiegelungsarmen Bauen bereits erfüllt werden, kann nicht abschließend bewertet werden. Eine regelmäßige Bauüberwachung der Einhaltung der öffentlich-rechtlichen Vorschriften und Anforderungen durch die Bauaufsichtsbehörden findet nicht statt. Den Bauaufsichtsbehörden liegen hierzu keine belastbaren Angaben vor.

Zur Vermeidung zukünftiger Gebäudebrachen ist mit der Änderung des BauGB 2004 in § 35 Absatz 5 BauGB die Rückbauverpflichtung für die Zulassung privilegierter Vorhaben nach § 35 Absatz 1 Nummern 2 - 6 BauGB eingeführt worden. Insoweit wird künftig einer Beseitigung der Bodenversiegelung und einem Rückbau dauerhaft aufgegebener Anlagen, inklusive der Tiefengründung, stärkere Bedeutung zukommen. Bei vor Inkrafttreten der Änderung errichteten baulichen Anlagen ist die Rückbauverpflichtung bei zulässiger Nutzungsänderung zu übernehmen. Der Großteil der vor der Änderung des BauGB errichteten baulichen Anlagen dürfte jedoch kaum von der Rückbauverpflichtung betroffen sein. Inwieweit § 5 BBodSchG im Einzelfall eine geeignete Rechtsgrundlage bietet, ist höchstrichterlich noch nicht entschieden. Das Fehlen einer rechtssicheren Verpflichtung zur Entsiegelung von dauerhaft nicht mehr genutzten Flächen stellt deshalb und angesichts des bestehenden großen Entsiegelungspotenzials im Land ein echtes Defizit dar.

Neben oftmals problematischen Eigentumsverhältnissen zu entsiegelnder Objekte sind es die hohen Kosten für den Gebäudeabriss im Vergleich zur damit verbundenen ökologischen Aufwertung, die auch nach Inkrafttreten des vorrangigen Prüferfordernisses aus § 15 Absatz 3 Satz 2 BNatSchG dafür verantwortlich sind, dass Entsiegelungsmaßnahmen und der hiermit meist verbundene Gebäudeabriss im Rahmen der Eingriffsregelung wenig berücksichtigt werden. Die naturschutzfachliche Kompensation z. B. durch Pflanzaktionen ist deutlich kostengünstiger. Außerdem ist das Bewertungsverfahren am Biotopwert orientiert. Die durch Abriss- und Entsiegelungsmaßnahmen erreichbare Steigerung des Biotopwertes ist systembedingt begrenzt.

Mangels zentralem Entsiegelungskataster müssen Informationen über die Qualität und die Verfügbarkeit von zu entsiegelnden Flächen meist aufwändig recherchiert werden. Bislang fehlt eine zentrale Stelle im Land, um Möglichkeiten wie auch Informationen zu Art und Umfang von Entsiegelungspotenzialen zu vermitteln. Die von der Landgesellschaft exemplarisch im dBAK erfassten Daten zu Gebäudebrachen, die für eine Renaturierung in Frage kommen, könnten für den Aufbau entsprechender Datenbanken genutzt werden. Die Gemeinden haben gemäß § 5 Absatz 3 LBodSchG M-V einen Auskunftsanspruch über die im dBAK erfassten Brachflächendaten, soweit dies zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben erforderlich ist. Ergebnis der Auswertung ist auch, dass Bodenschutzgrundlagen und -ziele in Planungs- und Genehmigungsverfahren noch nicht hinreichend Berücksichtigung finden. Dies gilt es zu verbessern.

Qualitäts- und Handlungsziele

Besteht keine Aussicht auf eine Nachnutzung der entsiegelten Fläche, sollte sie mit dem Ziel der Wiederherstellung standorttypischer, durchwurzelbarer Bodenverhältnisse entsiegelt werden. Ist hingegen eine Befestigung für die Nachnutzung weiterhin erforderlich, sind auch Teilentsiegelungen möglich (z. B. zur Umwandlung von befestigten Flächen in Grünanlagen).

oder durch Belagsänderungen). Nicht zu vermeidende Neuversiegelungen sollten sparsam und möglichst wasserdurchlässig erfolgen.

Für Mecklenburg-Vorpommern sind daher folgende Qualitäts- und Handlungsziele zu nennen:

Die Bodenversiegelung durch Siedlungs- und Verkehrsflächen ist auf das zwingend notwendige Maß zu begrenzen.

Die Gemeinden haben bei der Zusammenstellung des Abwägungsmaterials die umfangreichen Informationen des dBAK zu vorhandenen Brachflächenpotenzialen zu nutzen.

Die Gemeinden nutzen die Unterstützung der Bodenschutzbehörden als Träger öffentlicher Belange in den Bauleitplanverfahren.

Bodenschutzbelange sollen hinsichtlich der Reduzierung von Neuversiegelungen konsequent in Planungs- und Genehmigungsverfahren beachtet bzw. berücksichtigt werden.

Ziel ist die konsequente Nachnutzung bestehender Brachflächen, da die Verluste an Bodenfunktionen bei der Inanspruchnahme bereits vorgeschädigter Böden geringer ausfallen und bislang unbebaute Flächen vor einer Versiegelung bewahrt werden.

Auf Brachflächen, die für eine Um- oder Nachnutzung nicht geeignet sind, sollte die Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen (durch Rückbau, Entsiegelung, Tiefenlockerung etc.) angestrebt werden.

Um vorhandene Brachflächenpotenziale besser nutzen zu können, sollten Brachflächenkaster in M-V eingerichtet werden.

Rückbau- und Entsiegelung sollten verstärkt in die Förderprogramme des Landes integriert werden.

Entsiegelungsmaßnahmen sollen im Rahmen der Eingriffsregelung stärker Berücksichtigung finden. Dafür sind verfügbare Entsiegelungsobjekte zu erfassen, anzubieten und die Beeinträchtigung der Bodenfunktionen durch den Eingriff sowie deren Kompensation angemessen (höher) zu bewerten.

3 Einflussfaktoren auf den Boden und seine natürlichen Funktionen

3.1 Stoffliche Einflussfaktoren

3.1.1 Betriebsunfälle, illegale oder unsachgemäße Entsorgung von schadstoffhaltigen Abfällen sowie Havarien im Straßenverkehr

Während sich das Kapitel 2.1.4 „Schadstoffgehalte von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten sowie Verdachtsflächen und schädlichen Bodenveränderungen“ mit dem Bodenzustand dieser Flächen auseinandersetzt, werden in diesem Kapitel die Ursachen für schädliche Bodenveränderungen durch

- anlagenbezogene Betriebsunfälle,
- illegale oder unsachgemäße Entsorgung von Schadstoffen sowie
- Havarien im Straßenverkehr

beleuchtet.

Der Begriff der Schadstoffe wird im Sinne des § 2 Nummer 6 BBodSchV verwendet: Bei Schadstoffen handelt es sich demnach um Stoffe und Zubereitungen, die auf Grund ihrer Gesundheitsschädlichkeit, ihrer Langlebigkeit oder Bioverfügbarkeit im Boden oder auf Grund anderer Eigenschaften und ihrer Konzentration geeignet sind, den Boden in seinen Funktionen zu schädigen oder sonstige Gefahren hervorzurufen. Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen betreffen Abfälle und sonstige Stoffe, die Schadstoffe enthalten oder enthalten können. Illegal oder unsachgemäß entsorgte Abfälle, die keine bodengefährdenden Schadstoffe i. S. d. § 2 Nummer 6 BBodSchV darstellen, werden von den nachfolgenden Ausführungen nicht mit erfasst.

Ebenfalls nicht betrachtet werden bodenbezogene Anforderungen bei ordnungsgemäß betriebenen und betriebseingestellten Anlagen, denn im deutschen Umweltrecht gibt es eine Vielzahl von Regelungen, die gewährleisten sollen, dass durch das Betreiben von Gewerbe, Industrieanlagen bzw. den Fahrzeugverkehr an sich keine direkten schädlichen Bodenveränderungen entstehen. Davon ausgehend wird vorausgesetzt, dass mit Einhaltung der Umweltstandards keine schädlichen Bodenveränderungen durch den regulären Betrieb (inklusive Stilllegung) von Anlagen zu besorgen sind.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Die Auswirkung auf den Boden durch Havarien, Unfälle oder illegale Handlungen hängt von der Art, Menge und Konzentration der Schadstoffe ab, die in den Boden gelangen. (Bei LKW-Unfällen reicht z. B. das Auslaufen des Dieseltanks oder von Kühlflüssigkeit aus, um eine schädliche Bodenveränderung zu verursachen.)

Derartige Havarien im Straßenverkehr werden in den Landkreisen und kreisfreien Städten erfasst. Eine einmalige Abfrage für das Jahr 2013 bei den acht zuständigen Behörden ergab, dass in sieben Behörden zwischen einem und sieben Havarieeinsätze bearbeitet wurden; ein Landkreis konnte keine Angaben machen. Im Jahr 2013 kam es in Mecklenburg-Vorpommern insgesamt zu 19 erfassten Havarien im Straßenverkehr mit Bodenverunreinigungen.

Demgegenüber treten Fälle illegal oder unsachgemäß entsorgter schadstoffhaltiger Abfälle z. B. in der freien Natur oder auf verlassenem Grundstücken, wie auch im Kontext nicht ordnungsgemäß betriebener Anlagen regelmäßig auf. Einerseits fehlt es nach wie vor

am erforderlichen Umweltbewusstsein illegaler Abfallentsorger von Schadstoffen, andererseits stellt die Nutzungsaufgabe von Wohngebäuden (im Rahmen des demographischen Wandels) und Gewerbegrundstücken ein zunehmendes Problem dar. Ungenutzte Liegenschaften sind erfahrungsgemäß oft von Vermüllung und illegaler Entsorgung (z. T. auch schadstoffhaltiger) Abfälle betroffen. Können die Störer zur Beseitigung der Gefahrenlage nicht mehr herangezogen werden, trägt die öffentliche Hand die Kosten der Ersatzvornahme. Sei es die Abfallbehörde, welche vor einer Dekontamination einer schädlichen Bodenveränderung die ordnungsgemäße Entsorgung der illegal abgelagerten schadstoffhaltigen Abfälle veranlassen muss; sei es die Bodenschutz- oder die Wasserbehörde zur Abwehr der Folgeschäden. Bei Gefahr im Verzug nach dem Sicherheits- und Ordnungsgesetz (SOG M-V) können auch Kompetenzen der allgemeinen Ordnungsbehörden und der Polizei begründet sein.

Über Anzahl, Ort und Umfang von Ereignissen, die zu schädlichen Bodenveränderungen führen bzw. bei denen deren Entstehung zu besorgen ist, liegen keine landesweit erfassten Daten vor, obwohl die Grundlage im Landesbodenschutzgesetz (LBodSchG M-V) seit 2011 geschaffen ist. Mit der Überarbeitung des digitalen Bodenschutz- und Altlastenkatasters (dBAK) im Jahr 2014 können nunmehr auch Verdachtsflächen und schädliche Bodenveränderungen erfasst und dokumentiert werden. Bislang wird hiervon nur im Einzelfall Gebrauch gemacht.

Umweltstandards

In Bezug auf die behördliche Erfassung von bodenschutzrelevanten Betriebsunfällen, illegal oder unsachgemäß entsorgten schadstoffhaltigen Abfällen sowie Havarien im Straßenverkehr gilt Folgendes:

Gemäß § 5 Absatz 2 LBodSchG M-V haben alle Behörden den unteren Bodenschutzbehörden die ihnen vorliegenden Erkenntnisse über Verdachtsflächen, schädliche Bodenveränderungen, altlastverdächtige Flächen und Altlasten kostenfrei mitzuteilen. Das LUNG erfasst die Flächen anschließend im zentral geführten dBAK, soweit ihnen diese gemeldet werden, vgl. § 7 Absatz 1 LBodSchG M-V.

Betriebseingestellte Anlagen und sonstige Grundstücke, auf denen schadstoffhaltige Abfälle illegal oder unsachgemäß entsorgt worden sind, werden mit Erlöschen der Betriebsgenehmigung als Altlastverdachtsstandorte in das dBAK des Landes aufgenommen. Über die Erhebung flurstücksbezogener Daten, die zur Einstufung als Altlastverdachtsfläche führen, soll der Grundstückseigentümer gemäß § 5 Absatz 1 Satz 3 LBodSchG M-V gehört werden. Auf einen Eintrag in das dBAK kann nur verzichtet werden, wenn sich der Verdacht auf eine schädliche Bodenveränderung bzw. Altlast auch für die empfindlichste Nutzung der Fläche nicht bestätigt. Im Übrigen verbleiben die Daten sanierter Altlasten sowie gesicherter schädlicher Bodenveränderungen als solche gekennzeichnet im Kataster (vgl. § 7 Absatz 3 LBodSchG M-V). Die Information anderer Behörden (z. B. Bau- oder Immissionsschutzbehörden) durch die Bodenschutzbehörden über die Aufnahme eines Standortes in das dBAK erfolgt aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht automatisch. Auskünfte über die erfassten Daten und vorliegenden Erkenntnisse werden durch die unteren Bodenschutzbehörden erteilt, wenn die auskunftersuchende Stelle belegen kann, dass diese Informationen zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben jeweils benötigt werden; die Anforderungen des Umweltinformationsgesetzes werden gewahrt.

Den Rahmen für eine ordnungsgemäße Abfallentsorgung gibt das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) vor. § 15 Absatz 2 KrWG legt hierzu fest, dass Abfälle so zu beseitigen sind, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird. Eine Beeinträchtigung liegt u. a. insbesondere dann vor, wenn gemäß § 15 Absatz 2 Nummer 3 KrWG Gewässer oder Böden schädlich beeinflusst werden.

Abfälle zum Zweck der Beseitigung dürfen nach § 28 Absatz 1 KrWG grundsätzlich nur in dafür zugelassenen Anlagen oder Einrichtungen behandelt, gelagert oder abgelagert wer-

den. Wer vorsätzlich oder fahrlässig dagegen verstößt, kann mit einem Bußgeld von bis zu 100.000 € belegt werden.

Im Falle einer unsachgemäßen Entsorgung kann es sich auch um Abfälle zur Verwertung handeln, die gemäß § 7 Absatz 3 KrWG ordnungsgemäß und schadlos zu verwerten sind.

In Bezug auf den Betrieb und die Stilllegung von Anlagen sind die immissionsschutzrechtlichen Betreiberpflichten des § 5 Absatz 1 und 3 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) sowie die abfallrechtlichen Pflichten für den Deponiebetrieb nach § 36 Absatz 1 Nummer 1 KrWG hervorzuheben. Diese Regelungen werden materiell u. a. durch das Bodenschutz- und Wasserrecht insoweit untersetzt, als dass bodenschutz- oder wasserrechtlich unzulässige Umweltbeeinflussungen durch den Anlagenbetrieb auch nach Maßgabe des Immissionsschutz- und Abfallrechts nicht hingenommen werden können.

Die zuständige Immissionsschutzbehörde kann die Beräumung der Abfälle nach § 17 Absatz 4a Satz 2 i. V. m. § 5 Absatz 3 BImSchG auch noch innerhalb eines Jahres nach einer Anlagenstilllegung anordnen.

Bei Abfallentsorgungsanlagen soll gemäß § 12 Absatz 1 Satz 2 BImSchG zur Sicherstellung der Anforderungen nach § 5 Absatz 3 BImSchG eine Sicherheitsleistung auferlegt werden. Diese soll zur Erfüllung der Betreiberpflichten dienen, um die Finanzierung der Sanierungs- und Entsorgungskosten sowie die Wiederherstellung des ordnungsgemäßen Zustandes nach Betriebseinstellung einer Abfallentsorgungsanlage sicherzustellen, wenn der Betreiber zahlungsunfähig ist. Privilegierte BImSch-Anlagen im Außenbereich unterliegen der Verpflichtung zum Rückbau und zur Beseitigung der Bodenversiegelung nach § 35 Absatz 5 Satz 2 und 3 BauGB.

Neu ist die im Vergleich zum übrigen Anlagenrecht weitergehende Rückführungspflicht aus § 5 Absatz 4 BImSchG für Anlagen, die der EU-Industrieemissionsrichtlinie (IED) unterfallen. Demnach müssen betriebsbedingte, erhebliche Boden- und Grundwasserverschmutzungen durch relevante gefährliche Stoffe, die nach dem 7. Januar 2013 verursacht wurden, nach der Einstellung des Anlagenbetriebs beseitigt werden. Maßstab ist dabei der im Ausgangszustandsbericht beschriebene Zustand des Anlagengrundstücks.

Hinsichtlich der bodenschutzrechtlichen Gefahrenabwehrpflichten bei schädlichen Bodenveränderungen oder Altlasten gilt, dass nach dem 1. März 1999 in den Boden eingetragene Schadstoffe entsprechend § 4 Absatz 5 BBodSchG zu beseitigen sind, soweit dies im Hinblick auf die Vorbelastung des Bodens verhältnismäßig ist. Bei älteren schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten gelten die boden- und altlastenbezogenen Pflichten aus § 4 Absatz 2 bis 4 BBodSchG. Die Untersuchung und Bewertung der schadstoffbelasteten Flächen erfolgt jeweils auf Grundlage des Bodenschutzes.

Bewertung

Aufgrund der geringen Gewerbe- bzw. Industriedichte in Mecklenburg-Vorpommern ist mit relativ wenigen Betriebsunfällen mit Bodenrelevanz zu rechnen.

Illegale oder unsachgemäße Entsorgungen schadstoffhaltiger Abfälle haben zwar auf die Gesamtfläche des Landes bezogen keine große räumliche Bedeutung, können jedoch in Abhängigkeit von der Art und Menge der entsorgten Stoffe zu Beeinträchtigungen der Bevölkerung und der Umwelt führen. Dies betrifft in Bezug auf die Umwelt auch mögliche schädliche Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen. Illegale und unsachgemäße Entsorgungen schadstoffhaltiger Abfälle sind im Einzelfall zu beurteilen, um entsprechende Maßnahmen zur Gefahrenabwehr inklusive einer schnellen Entsorgung einzuleiten.

Trotz der geringen räumlichen Bedeutung sollte es Ziel sein, der illegalen oder unsachgemäßen Entsorgung von schadstoffhaltigen Abfällen entgegenzuwirken, da es sich hier um zumeist vorsätzliche Handlungen und vermeidbare Ereignisse handelt, die dann zu schädlichen Bodenveränderungen und/oder Gewässerverunreinigung führen.

Zur Vermeidung künftiger Altlasten sind der genehmigungskonforme Anlagenbetrieb einschließlich angemessener Überwachung speziell bei Abfallentsorgungsanlagen während der Betriebszeit als auch die ordnungsgemäße Stilllegung nach Betriebseinstellung sicherzustellen. Hierfür kommt neben der Erhebung von Sicherheitsleistungen der Beauftragung bodenschutzbezogener Anforderungen im Genehmigungsbescheid eine wesentliche Bedeutung zu.

Schwere bzw. größere Havarien im Straßenverkehr sind in Mecklenburg-Vorpommern öfter auf den Autobahnen zu verzeichnen. Die dadurch verursachten Bodenkontaminationen sind bezogen auf die Gesamtfläche von Mecklenburg-Vorpommern von untergeordneter Bedeutung, da sie in der Regel lokal eng begrenzt sind.

Sowohl aufgrund der Beseitigungspflicht nach § 4 Absatz 5 Satz 1 BBodSchG als auch aufgrund der allgemeinen Gefahrenlage und zum Schutz weiterer Schutzgüter ordneten bzw. ordnen die Behörden vor Ort im Regelfall die sofortige Beseitigung der Schadstoffe, d. h. die Auskoffnung des belasteten Bodens an.

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist es, den unsachgemäßen Umgang mit Schadstoffen weitestmöglich zu reduzieren.

Bodenbezogene immissionsschutz- und abfallrechtliche Anforderungen zum Betrieb und zur Stilllegung von Anlagen sollen konsequent eingehalten und, soweit erforderlich, ordnungsbehördlich durchgesetzt werden.

Illegale oder unsachgemäße Entsorgungen schadstoffhaltiger Abfälle sind durch konsequente Sanktionen zu verfolgen.

Eine verstärkte Schulung und Öffentlichkeitsarbeit soll zu einem besseren Bewusstsein hinsichtlich der Vermeidung von Bodenschädigungen und der Förderung eines sorgfältigen Umgangs mit Boden beitragen.

Der Kenntnisstand über Ereignisse, die zu schädlichen Bodenveränderungen führen bzw. bei denen deren Entstehung zu besorgen ist, soll durch die Erfassung im dBAK verbessert werden (Umsetzung der Vorschriften des § 5 Absatz 2 LBodSchG M-V).

3.1.2 Sedimentablagerungen aufgrund von Hochwasserereignissen

Während sich das Kapitel 2.1.5 „Schadstoffgehalte in potentiell überschwemmungsgefährdeten Gebieten“ mit dem Bodenzustand dieser Flächen auseinandersetzt, ist in diesem Kapitel die stoffliche Zusammensetzung von Schwebstoffen und Sedimenten (aus Flüssen und Küstengewässern) als mögliche Ursache für die Bodenbelastungen in Überflutungsgebieten von Interesse.

Beschreibung des Ist-Zustandes

In Mecklenburg-Vorpommern sind es Schwebstoffe und Sedimente der Flüsse Elbe, Elde, Sude, Warnow, Recknitz, Peene, Tollense, Trebel und Uecker sowie der Küstengewässer, die sich aufgrund von Hochwasserereignissen auf den Böden in den potentiell überschwemmungsgefährdeten Bereichen ablagern können.

Ausgangspunkt für Sedimentablagerungen sind somit ausufernde Fließ- und Küstengewässer bei Hochwasserereignissen und Sturmfluten. Aus fachlicher Sicht liegen der Wasserwirtschaft aktuell keine flächendeckenden Erkenntnisse über Ausdehnung und Häufigkeit von potentiell überschwemmungsgefährdeten Bereichen, insbesondere an den Fließgewässern des Landes vor. Damit ist eine landesweite und konkrete Verortung von potentiellen Sedimentablagerungsgebieten derzeit nicht möglich. Möglich ist jedoch eine Verortung auf Grundlage der nach § 74 WHG erstellten offiziellen Gefahren- und –risikokarten in signifikanten Risikogebieten nach § 73 WHG. In den Risikogebieten gibt es Kartendarstellungen für drei Szenarien (häufig, mittel, extrem). Aus Sicht des Bodenschutzes sind insbesondere die Darstellungen des häufigen (HQ10/20) sowie des mittleren Ereignisses (HQ100) von Bedeutung. Alle Informationen zum Hochwasserrisikomanagementprozess, zu den Risikogebieten sowie zu den Gefahren- und Risikokarten können auf den Internetseiten des LUNG (www.lung.mv-regierung.de/hwrm) eingesehen werden.

In den Elbebereichen Boizenburg und Dömitz werden auf Grundlage eines Beschlusses des Rates des Bezirkes Schwerin aus dem Jahr 1987 Hochwassergebiete im Sinne von Überschwemmungsgebieten erfasst (Abbildung 33).

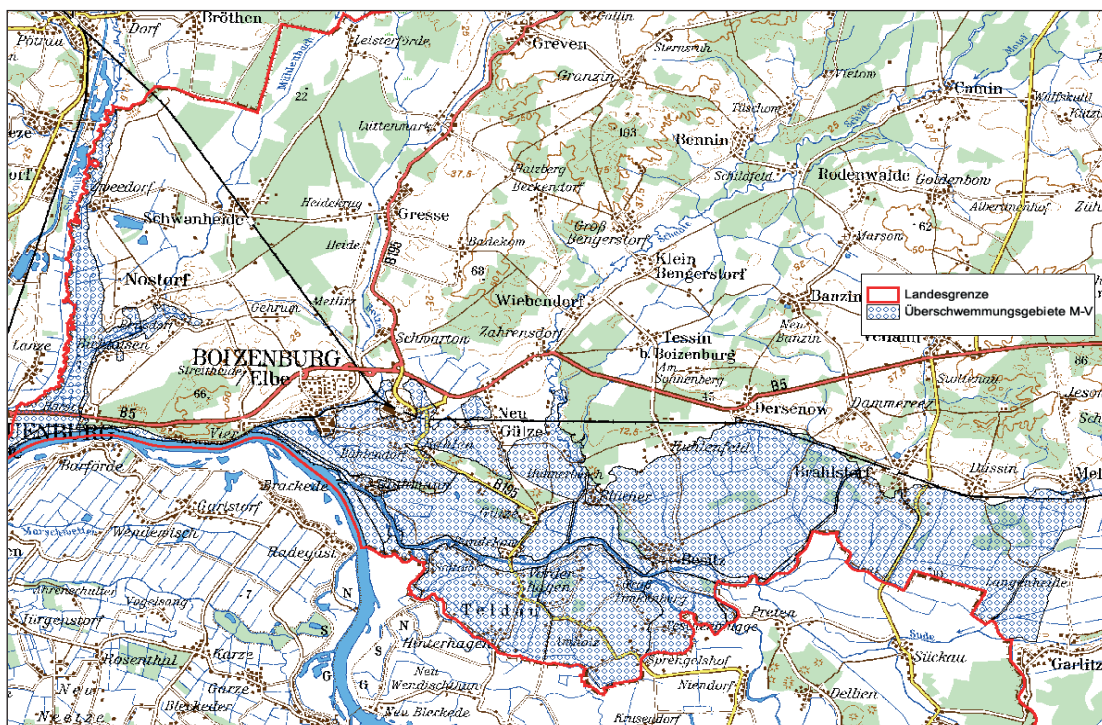


Abbildung 33: Hochwassergebiete der Elbe und ihrer Rückstaugebiete nach Beschlusslage des Rates des Bezirkes Schwerin aus dem Jahr 1987 (StALU Westmecklenburg)

In den nächsten Jahren erfolgt sukzessive eine Festsetzung von Überschwemmungsgebieten in Risikogebieten auf Grundlage des § 76 Absatz 2 Nummer 1 WHG. Dabei handelt es sich um Flächen, die statistisch einmal in 100 Jahren überschwemmt werden können (HQ100). Die konkreten Darstellungen sind bereits mit den Gefahren- und Risikokarten (mittleres Ereignis HQ100) veröffentlicht. Für den in Abbildung 33 aufgeführten Hochwassergefahrenbereich der Elbe und ihrer Zuflüsse wird es im Zuge der Festsetzung von Überschwemmungsgebieten auch Veränderungen geben. Wie oben bereits aufgeführt, stehen diese Flächen auch im Zusammenhang mit einer potentiellen Sedimentablagerung.

Festgesetzte Überschwemmungsgebiete gibt es bislang nur an der Warnow. Hier gelten die Kriterien des § 76 Absatz 2 Nummer 2 WHG mit dem Ziel des Erhalts des natürlichen Retentionsvermögens der Warnow (Abbildung 34).



Abbildung 34: Festgesetztes Überschwemmungsgebiet der Warnow (StALU Mittleres Mecklenburg)

Zur Abschätzung der möglichen stofflichen Belastungen der sich bei Hochwasserereignissen ablagernden Schwebstoffe und Sedimente werden im Folgenden die im Rahmen der Gewässergüteüberwachung ermittelten Daten zur Beschaffenheit der Schwebstoffe und Sedimente dargestellt, die direkt aus den Flüssen und den Küstengewässern beprobt und anschließend untersucht wurden. Die Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Schwermetallbelastung der **Fließgewässer** erfolgt anhand der Ergebnisse der Schwebstoffuntersuchungen. Da die mittels Durchflusszentrifuge gewonnenen Schwebstoffmengen für eine Bestimmung von organischen Schadstoffen nicht ausreichten, wird für diese Stoffe auf Ergebnisse

von Sedimenten zurückgegriffen. In einigen der genannten Fließgewässer liegen mehrjährige Ergebnisse vor (z. B. für die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) und polychlorierte Biphenyle (PCB)). Da die Schwebstoffuntersuchungen in den **Küstengewässern** aufgrund des enorm hohen Aufwandes bei der Probengewinnung eingestellt wurden, wird für die Küstengewässer generell auf Untersuchungsergebnisse aus den Sedimenten zurückgegriffen.

Die Bewertung der Befunde erfolgt an den derzeit gültigen Umweltstandards.

Umweltstandards

Zum Schutz oberirdischer Gewässer vor gefährlichen Stoffen existieren Zielvorgaben¹ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink (Tabelle 44). Die Zielvorgaben für das Schutzgut „Schwebstoffe und Sedimente“ wurden aus den Anforderungen der AbfKlärV hergeleitet und sind mit den Werten des § 6 Absatz 8 Satz 1 AbfKlärV identisch, die wiederum gleich sind mit den Vorsorgewerten (für die Bodenart Ton) nach Anhang 2 Nummer 4 BBodSchV.

Tabelle 44: LAWA-Zielvorgaben im Hinblick auf das Schutzgut „Schwebstoffe/Sedimente“ (LAWA 1998)

Schadstoff	Schwebstoffe/Sedimente [mg/kg TM]
Pb	100
Cd	1,2
Cr	100
Cu	60
Ni	50
Hg	0,8
Zn	200

¹ Der Begriff „Zielvorgabe“ wird von LAWA (1998) wie folgt definiert: „Bei den fachlich begründeten Zielvorgaben handelt es sich um Konzentrationsangaben für gefährliche Stoffe in Wasser, Schwebstoffe oder Sediment, die nach Möglichkeit nicht überschritten werden sollten (Orientierungswert). Die Einhaltung der Zielvorgaben gewährleistet nach dem heutigen Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse, dass eine Gefährdung der betrachteten Schutzgüter nicht zu besorgen ist.“

In der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) aus dem Jahre 2011 werden für einige Metalle und für einige organische Schadstoffe Umweltqualitätsnormen in Schwebstoff oder Sediment angegeben, deren Einhaltung maßgeblich für die Erreichung des guten Zustandes der Wasserkörperbewertung nach der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist. Dies betrifft folgende Umweltqualitätsnormen (UQN) für organische Schadstoffe:

Schadstoff	UQN (Jahresmittelwert in mg/kg TM)
PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	jeweils 0,02
Dibutylzinn-Kation	0,1
Tetrabutylzinn	0,04
Triphenylzinn-Kation	0,02

Bewertung

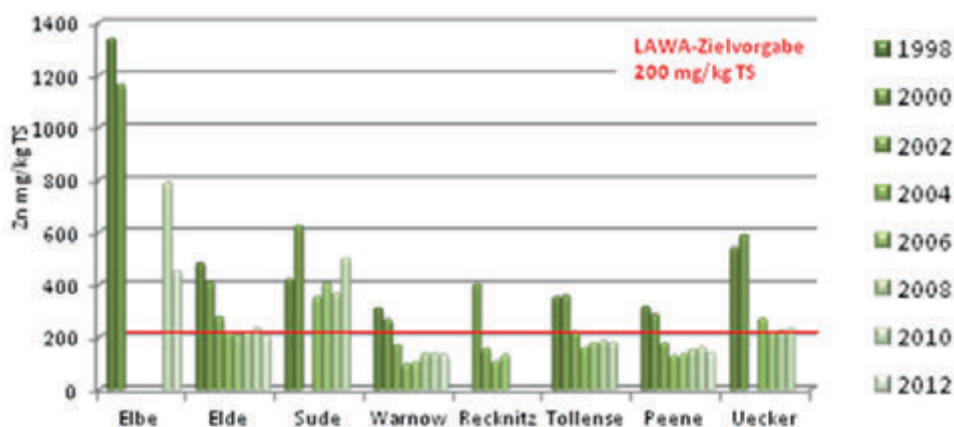
Der Vergleich der Schwebstoff- und Sedimentdaten mit den benannten Umweltstandards zeigt folgendes Bild:

- Elbe
Die Schwebstoffe der Elbe wiesen bis zum Jahr 2000 deutliche Überschreitungen der LAWA-Zielvorgaben für die Elemente Zink, Cadmium, Kupfer, Blei und Quecksilber auf. 2001 wurden die Schwebstoffuntersuchungen in der mecklenburgischen Elbe ausgesetzt und erst 2010 wieder aufgenommen. Zwischen 1997 und 2012 ist für alle Schwermetalle eine deutliche Abnahme zu verzeichnen. Bei Quecksilber fällt die Abnahme mit 87 % am stärksten aus. Es folgen Chrom mit 79 %, Zink und Cadmium mit 71 %, Nickel und Blei mit 68 und 66 % sowie Kupfer mit 60 %. Bis auf Zink und Cadmium wurden damit 2012 die LAWA-Zielvorgaben erreicht (Abbildungen 35 und 36).
- Elde
Von den Flüssen Mecklenburg-Vorpommerns wiesen die Schwebstoffe aus der Elde in den ersten Untersuchungsjahren noch die höchsten Schwermetallbelastungen auf, wobei diese ähnlich stark rückläufig sind, wie die der Elbe. Zwischen 1997 und 2012 sind folgende Konzentrationsabnahmen in der Elde festzustellen: Zink 73%, Quecksilber und Kupfer 64 % bzw. 63 %, Nickel und Blei 57 % bzw. 55 %, Chrom 34 % und Cadmium 23 %. Die LAWA-Zielvorgabe wurde 2012 nur noch für Zink, Cadmium und Chrom überschritten.
- Sude, Warnow, Peene, Tollense, Recknitz, Uecker
In diesen Flüssen wiesen die Schwebstoffe nur zu Beginn des Untersuchungszeitraumes Überschreitungen der Zielvorgaben auf. Dies traf insbesondere auf Zink zu. Aktuell kommt es nur noch in der Sude bei Zink zu Überschreitungen. Bei allen anderen Schwermetallen werden die LAWA-Zielvorgaben nicht mehr überschritten bzw. deutlich unterschritten.

Nachfolgend sind die zeitlichen Entwicklungen der Medianwerte für die Schwermetalle Zink und Kupfer (Abbildung 35) sowie Cadmium, Blei und Quecksilber (Abbildung 36) an Schwebstoffen aus den oben genannten Flüssen graphisch dargestellt.

Die LAWA-Zielvorgabe für Zink wird mittlerweile nur noch in der Elbe und Sude überschritten. In allen anderen Flüssen wird sie deutlich unterschritten (Warnow, Recknitz, Peene, Tollense) bzw. erreicht (Elde, Uecker).

Die LAWA-Zielvorgabe für Kupfer wurde 2012 erstmalig in allen Flüssen unterschritten, wobei die Belastungen in der Elbe und Elde deutlich über denen der anderen Flüsse liegen.



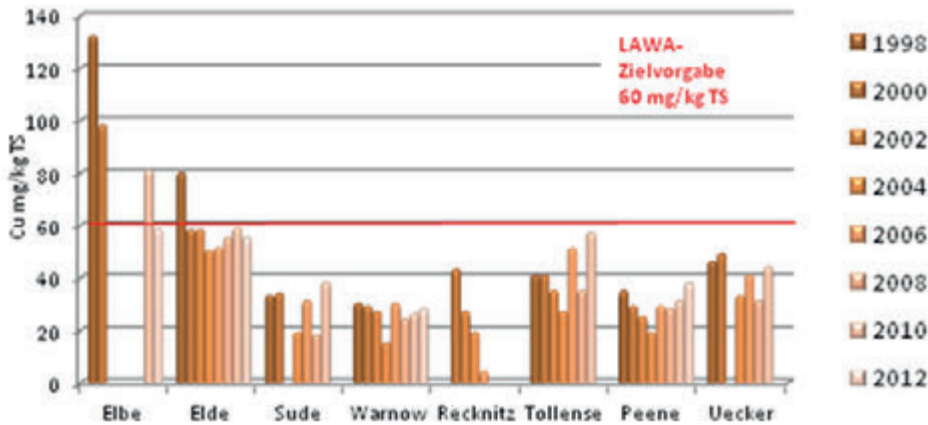
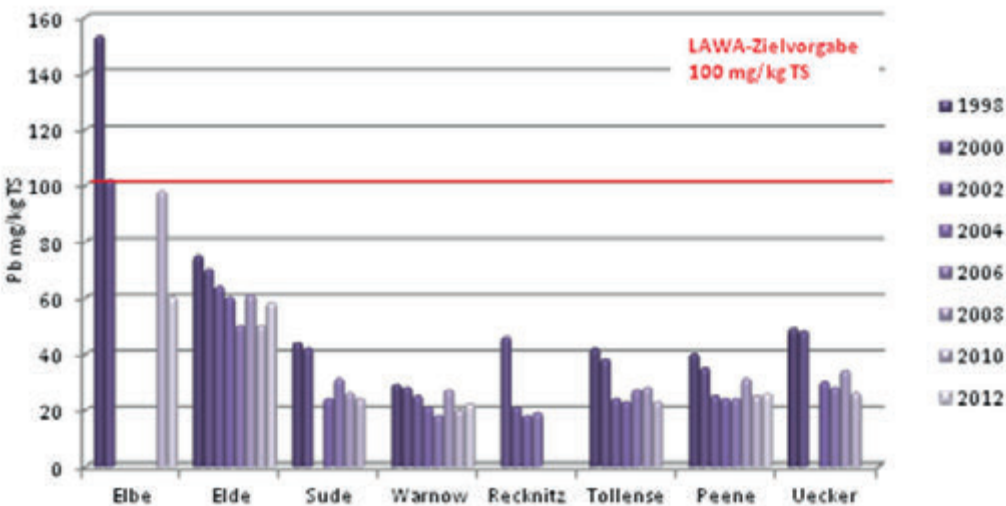
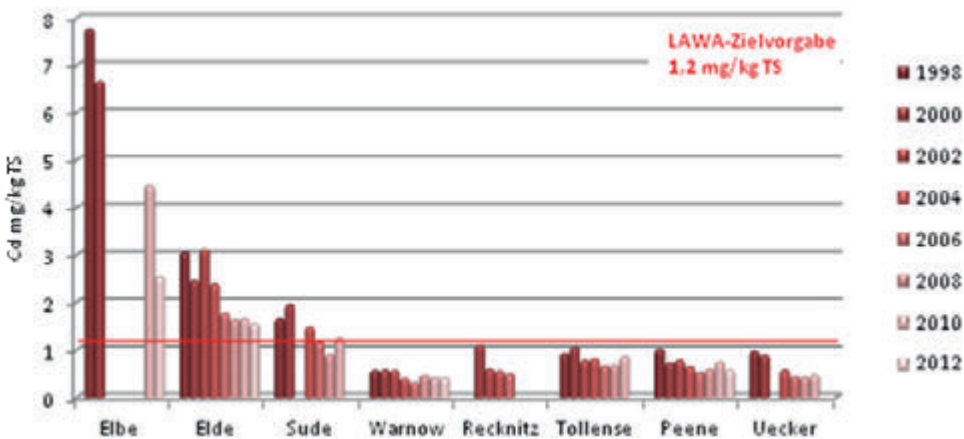


Abbildung 35: Zeitliche Entwicklung der Medianwerte für Zn und Cu in Schwebstoffen aus 8 Fließgewässern M-Vs in den Jahren 1998-2012

Auch für Cadmium ist eine positive Entwicklung unverkennbar. Nach deutlichen Belastungsabnahmen wurden 2012 nur noch in den Schwebstoffen aus der Elbe und Elde Zielvorgabe-Überschreitungen festgestellt. Ähnlich sind die Verhältnisse für Blei, wobei hier im Jahre 2012 erstmals auch in der Elbe die LAWA-Zielvorgabe eingehalten wurde. Für Quecksilber wird die LAWA-Zielvorgabe in allen Flüssen deutlich unterschritten, wobei der Belastungsrückgang in der Elbe am auffälligsten ist.



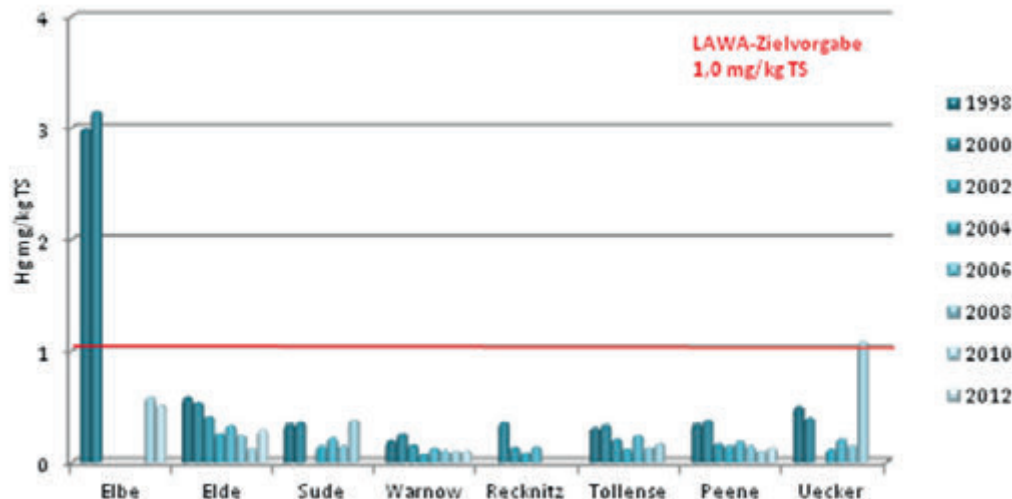


Abbildung 36: Zeitliche Entwicklung der Medianwerte für Cd, Pb und Hg in Schwebstoffen aus 8 Fließgewässern M-Vs in den Jahren 1998-2012

Für Chrom und Nickel wurde auf diese Art der Darstellung verzichtet, da die LAWA-Zielvorgaben für diese Schwermetalle mittlerweile ganz überwiegend deutlich unterschritten wurden.

So lagen die Nickelgehalte in den Schwebstoffen aus Elde, Sude, Warnow, Recknitz, Peene, Tollense und Uecker in den letzten Jahren unter 20 mg/kg TM. Für die Elbe war dies 2012 erstmalig der Fall. In den Jahren 1997 und 1998 wiesen sie noch Medianwerte über 50 mg/kg TM auf.

Auch die LAWA-Zielvorgabe für Chrom wurde mit Ausnahme der Schwebstoffe aus der Elde unterhalb von Neustadt-Glewe sehr deutlich unterschritten. So lagen die Medianwerte der Chromgehalte in den Schwebstoffen aus der Warnow, Peene, Tollense, Recknitz, Uecker und Sude zwischen 15 und 25 mg/kg TM. In der Elbe ist eine Abnahme von 127 mg/kg TM (1997) auf 27 mg/kg TM (2012) zu verzeichnen. Die Schwebstoffe der Elde wiesen nach wie vor eine Überschreitung der LAWA-Zielvorgabe auf, was auf die kontaminierten Sedimente im Flussabschnitt unterhalb von Neustadt-Glewe zurückzuführen ist. Die Chrom-Kontamination erfolgte aus einem ehemaligen Lederwerk am Standort Neustadt-Glewe. Mittlerweile haben sich die Chromgehalte der Schwebstoffe von rund 275 mg/kg TM (1997-1999) auf rund 130 mg/kg TM (2008-2012) verringert.

Wendet man die in Tabelle 44 für Schwebstoffe abgeleiteten LAWA-Zielvorgaben auf die Oberflächensedimente (Feinfraktion < 20 µm) an, so ist festzustellen, dass in den Sedimenten der Ostseezuflüsse Mecklenburg-Vorpommerns die LAWA-Zielvorgaben für die Schwermetalle überwiegend deutlich unterschritten werden. In einigen Küstengewässern hingegen kommt es zu Überschreitungen (Tabelle 45). Dies ist in folgenden Gewässern der Fall:

- **Kleines Haff**
Die feinkörnigen Sedimente (< 20 µm) dieses zum Oderästuar gehörenden Gewässers weisen deutliche Belastungen mit Zink und Cadmium auf. Die Blei-Belastung ist als mäßig einzuschätzen.
- **Peenestrom und Greifswalder Bodden**
Hier sind im Vergleich zum Haff bereits deutlich geringere Schwermetallgehalte zu verzeichnen. Es kommt aber noch zu geringfügig über den LAWA-Zielvorgaben liegenden Belastungen (v. a. bei Cadmium und Zink).
- **Unterwarnow/Breitling**
Die Sedimente dieses Gewässers sind durch erhöhte Belastungen mit Zink, Cadmium, Quecksilber und Kupfer gekennzeichnet.

- Wismarbucht/Mecklenburger Bucht
In beiden Gewässern wurden in den Sedimenten deutliche Zink-Belastungen festgestellt. In der Mecklenburger Bucht zudem deutliche Blei-Belastungen.
- Salzhaff, Darß-Zingster und Rügensche Bodden
Die Sedimente dieser Gewässer sind kaum mit Schwermetallen belastet.

Zeitliche Veränderungen, wie bei den Schwebstoffuntersuchungen zu erkennen, sind in den Feinsedimenten nicht so stark ausgeprägt. Dies liegt auch daran, dass eine exakt ortsgenaue Probenahme vom Schiff aus schwierig ist und dass es zu natürlich und anthropogen bedingten Sedimentumlagerungen kommen kann. So können starke Strömungen zur Verfrachtung feinkörniger Sedimente führen. In den Fahrrinnenbereichen kommt es zudem zu Unterhaltungsbaggerungen, die ebenfalls mit einer Sedimentverfrachtung und einer gänzlichen Sedimententnahme verbunden sind.

Tabelle 45: *Schwermetall-Gehalte in Schlicksedimenten (Feinkornfraktion < 20 µm) ausgewählter Küstengewässer M-Vs, Mittelwerte in mg/kg TM, Zeitraum 2000-2012 (Überschreitungen der LAWA-Zielvorgabe sind rot hervorgehoben)*

Gewässer	Jahr	Anzahl	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn
Kleines Haff	2000	14	108	2,29	59	63	38	0,62	715
	2003	12	110	3,32	50	58	31	0,34	694
	2008	12	99	2,97	53	60	35	0,64	520
Peenestrom/Achterwasser	2000	7	68	1,41	35	41	31	0,35	342
	2003	8	58	1,20	27	39	24	0,28	248
	2008	7	59	1,41	31	40	28	0,36	237
Greifswalder Bodden	2000	11	82	1,41	43	36	37	0,22	195
	2004	11	116	1,83	42	47	33	0,22	222
	2009	13	65	1,15	46	57	29	0,27	194
Unterwarnow/Breitling	2002	12	134	0,91	35	93	25	1,09	494
	2006	15	60	2,40	35	88	21	0,57	310
	2010	5	74	1,45	40	101	27	1,00	508
Mecklenburger/Lübecker Bucht	2002	5	173	0,91	48	47	36	0,24	279
	2007	6	127	1,12	46	53	33	0,14	253
Wismarbucht/Salzhaff	2002	14	76	1,07	44	47	32	0,31	230
	2007	12	55	0,93	43	51	34	0,13	200
Darß-Zingster Bodden	2001	19	25	0,59	14	22	11	0,08	50
	2010	9	25	0,59	23	24	18	0,12	117
Rügensche Bodden	2001	12-13	51	0,94	15	29	11	0,12	86
	2010	5-6	43	1,12	35	43	29	0,14	164

Organische Schadstoffe und Schadstoffgruppen wurden bisher nur in den Sedimenten untersucht, da hier i. d. R. genügend Probematerial gewonnen werden konnte.

Für die Küstengewässer des Landes kann auf der Basis der vorliegenden Sedimentuntersuchungen eine gute Einschätzung zur Belastung mit organischen Schadstoffen gegeben werden (Tabelle 46). Die höchsten Belastungen sind für die Unterwarnow-Sedimente auszumachen (PCBs, DDTs, TBT), die geringsten für die Sedimente aus den Darß-Zingster und Rügenschen Bodden bzw. der Wismarbucht. Wiederholungsuntersuchungen in einigen Gewässern zeigen, dass sich bei einigen Schadstoffen/-gruppen eine zumeist rückläufige Entwicklung abzeichnet (v. a. DDT). Die UQN für die PCB-Kongenere werden mittlerweile in den Küstengewässern eingehalten. Die höchsten Belastungen treten nach wie vor in der Unterwarnow auf. Bei den zinnorganischen Verbindungen werden die UQN ebenfalls eingehalten. Vereinzelt sind erhöhte Belastungen in Hafenbereichen festzustellen. Auffällig hohe TBT-Werte werden nach wie vor in der Unterwarnow gemessen, allerdings mit abnehmendem Trend (Tabelle 46).

Tabelle 46: Organische Schadstoffe in Schlicksedimenten aus Küstengewässern M-Vs, alle Angaben in µg/kg TM, Zinnorganika in µg Sn/kg TM, PCDD/F in WHO-TEQ, Zeitraum 2000-2012

Gewässer	Jahr	Anzahl	PCBs	DDTs	HCHs	HCB	PCDD/F
Kleines Haff	2000	12	17	174	1,24	1,53	n.u.
	2003	12	23	16	1,77	0,85	n.u.
	2008	12	14	10	n.u.	1,96	1346
Peenestrom/Achterwasser	2000	7	41	99	0,94	0,53	n.u.
	2003	8	18	20	1,72	0,52	n.u.
	2008	7	18	9	n.u.	0,55	967
Greifswalder Bodden	2000	11	14	45	0,29	0,20	n.u.
	2004	11	16	7	0,61	0,19	n.u.
	2009	13	10	2	n.u.	0,14	221
Unterwarnow/Breitling	2002	12	283	217	1,45	1,06	n.u.
	2006	15	101	20	< 0,02	0,88	n.u.
	2010	5	143	76	0,61	0,28	n.u.
Mecklenburger/Lübecker Bucht	2002	5	16	59	0,32	0,16	n.u.
	2007	6	7	5	0,16	0,09	1467
Wismarbuch/Salzhaff	2002	14	41	24	0,14	0,95	n.u.
	2007	12	7	5	0,71	0,04	482
Darß-Zingster Bodden	2001	19	5	30	0,15	0,16	n.u.
	2010	9	20	17	0,39	0,24	422
Rügensche Bodden	2001	13	11	19	0,30	0,25	n.u.
	2010	6	36	6	0,51	0,22	n.u.
Gewässer	Jahr	Anzahl	TBT	DBT	TeBT	TPhT	
Kleines Haff	2000	10	20,3	6,0	< 0,3	< 0,3	
	2003	12	39,5	20,6	< 0,3	< 0,3	
	2008	12	35,9	16,4	< 0,3	< 0,3	
Peenestrom/Achterwasser	2000	7	56,7	5,4	n.u.	n.u.	
	2003	8	73,0	15,7	< 1,0	< 1,0	
	2008	7	71,6	20,0	1,5	< 1,0	
Greifswalder Bodden	2000	9	43,6	18,0	1,2	n.u.	
	2004	11	38,6	21,6	1,3	< 1,0	
	2009	13	15,3	13,4	0,5	n.u.	
Unterwarnow/Breitling	2002	4-12	419,7	72,9	3,8	5,2	
	2006	2-15	340,5	44,4	3,7	0,7	
	2010	1-5	227,1	41,8	4,1	n.u.	
Mecklenburger/Lübecker Bucht	2002	5	14,1	7,4	< 1,0	< 1,0	
	2007	6	12,5	6,9	n.u.	n.u.	
Wismarbuch/Salzhaff	2002	14	80,4	30,6	0,9	19,6	
	2007	12	44,5	32,8	n.u.	n.u.	
Darß-Zingster Bodden	2001	19	7,5	4,2	< 0,34	n.u.	
	2010	9	140,8	81,9	3,9	n.u.	
Rügensche Bodden	2001	13	5,7	3,8	< 0,3	n.u.	
	2010	6	24,9	11,0	0,4	n.u.	

n. u. = nicht untersucht

Trotz der überwiegend abnehmenden Schadstoffgehalte lässt sich aus diesen Ergebnissen schlussfolgern, dass die Schwebstoffe bzw. Sedimente wegen der noch immer erhöhten anorganischen Schadstoffkonzentrationen (insbesondere von Zink und Cadmium) als relevante stoffliche Einflussfaktoren für die Böden in Überschwemmungsgebieten in Frage kommen.

Qualitäts- und Handlungsziele

Anthropogene Ursachen für das Entstehen von Hochwasserereignissen sind weiter zu reduzieren.

Die Schadstoffeinträge in die Gewässer sind weiter zu verringern.

Die für die Gewässer aufgestellten Qualitätsziele und -normen sind einzuhalten.

In Flüssen mit erhöhten Gehalten ist eine weitere Reduzierung der Schadstofffrachten erforderlich. Dies ist wesentliches Ziel der Wasserwirtschaft bzw. des Gewässerschutzes, so dass eine Aufnahme in das Bodenschutzprogramm nur subsidiär erforderlich ist.

3.1.3 Landwirtschaftliche Düngung und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln

3.1.3.1 Mineralische Düngemittel

Im Sinne von § 2 Satz 1 Nummer 1 Düngegesetz (DüngG) sind Düngemittel Stoffe, ausgenommen Kohlendioxid und Wasser, die dazu bestimmt sind,

- a) Nutzpflanzen Nährstoffe zuzuführen, um ihr Wachstum zu fördern, ihren Ertrag zu erhöhen oder ihre Qualität zu verbessern, oder
- b) die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten oder zu verbessern.

Bei mineralischen Phosphor-, Kalium-, Magnesium- und Kalkdüngemitteln handelt es sich zumeist um bergbaulich gewonnene und zum Teil chemisch behandelte bzw. nur mechanisch aufbereitete Stoffe. Mineralische Stickstoffdünger werden auf der Grundlage des Haber-Bosch-Verfahrens aus dem atmosphärischen Stickstoff gewonnen.

Aufgrund ihrer Gewinnung und der Ausgangsstoffe sind insbesondere Kalke und Phosphatdüngemittel unter bodenschutzrechtlichen Gesichtspunkten relevant.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Anhaltspunkte für den Verbrauch mineralischer Düngemittel liefert deren Absatz. Dieser ist durch witterungsbedingte Schwankungen in den Jahren gekennzeichnet.

Abbildung 37 zeigt den Absatz von stickstoff-, phosphat-, kali- und kalkhaltigen Düngemitteln in Mecklenburg-Vorpommern. Dabei handelt es sich um die Lieferung der Produzenten und Importeure an Absatzorganisationen und Endverbraucher. Die angegebenen Mengen geben zwar eine gute Orientierung, sind aber nicht identisch mit dem tatsächlichen Verbrauch in Land-, Forstwirtschaft und Gartenbau. Herstellung und Anlandung sowie Absatz und tatsächlicher Verbrauch weichen z. B. durch die Lagerhaltung sowie die Verbringung in andere Bundesländer voneinander ab.

Der Absatz der mineralischen Phosphat- und Kali-Düngemittel ist in Mecklenburg-Vorpommern in den letzten Jahren etwa auf gleichem Niveau geblieben. Beim Kalkdünger zeigt sich, abgesehen von witterungsbedingten Schwankungen, eine steigende Tendenz.

Der Absatz von Stickstoff bewegt sich unter Berücksichtigung der jahresbedingten Schwankungen auf einem gleichen Niveau, obwohl nach Düngeverordnung (DüV) der zulässige Nährstoffüberhang von 90 kg/ha auf 60 kg/ha gesenkt wurde. Ursache für dieses gleichbleibende Niveau des Stickstoffabsatzes ist offenbar der verstärkte Anbau von stickstoffintensiven Fruchtarten wie Winterweizen und Raps zu Lasten von Zuckerrüben und Kartoffeln.

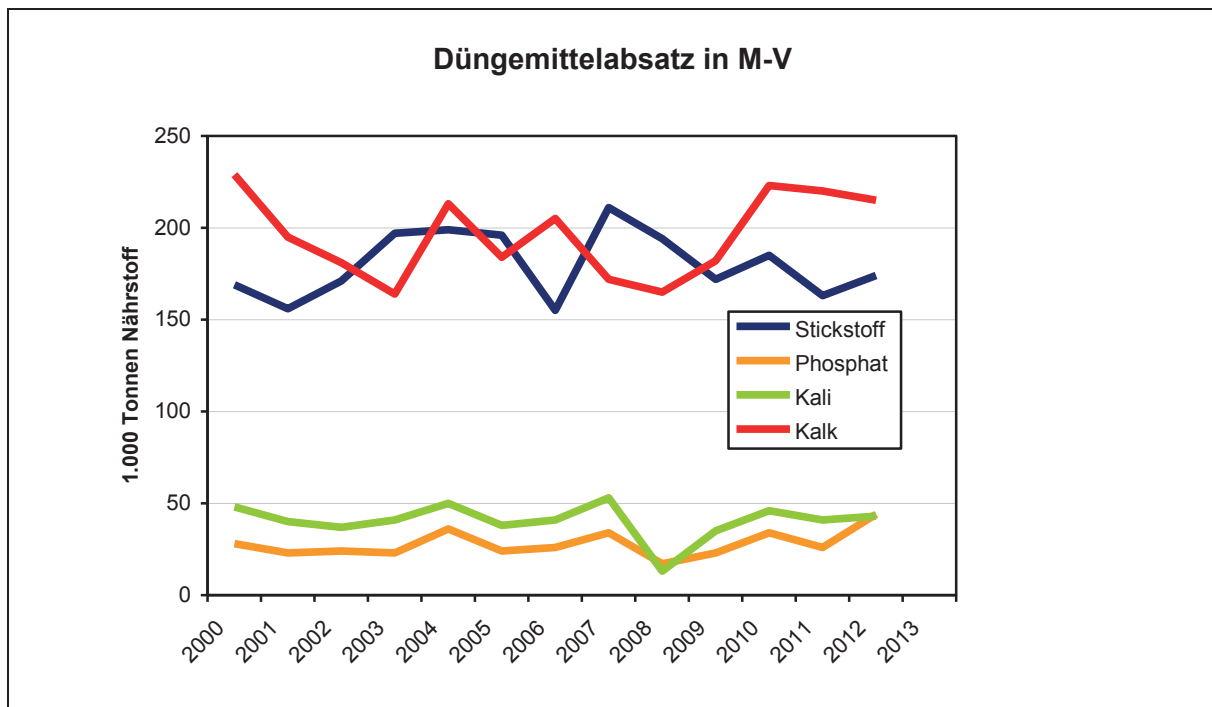


Abbildung 37: Absatz mineralischer Düngemittel in M-V (Statistisches Amt M-V 2014)

Stickstoff

Der in den letzten Jahren mit ca. 175 - 200 kg/ha insgesamt als hoch anzusehende Stickstoffeinsatz auf der produktiven Marktfruchtfläche (ohne Grünland) in Mecklenburg-Vorpommern ist u. a. auf den hohen Anbauumfang von Raps (2014: 22,7 % der Ackerfläche) und Winterweizen (2014: 32,3 % der Ackerfläche¹) zurückzuführen. Der Anbau dieser Sorten erfolgt vor allem aus ökonomischen Erwägungen, die aufgrund der gegenwärtigen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen entstanden sind.

Raps und Qualitätswinterweizen haben mit 200 – 220 kg/ha N bzw. 200 – 215 kg/ha N einen sehr hohen Stickstoffbedarf, der sich in einem hohen Stickstoffaufwand niederschlägt. Fruchtarten wie Sommergerste und Kartoffeln, die aufgrund ihrer in der Regel nicht stark überhängigen Bilanzsalden das Stickstoffsaldo eines Betriebes senken könnten, oder Fruchtarten mit durchaus ausgeglichenen Bilanzen, wie Wintergerste, Winterroggen oder Zuckerrüben, werden nicht im gleichen Umfang angebaut wie Weizen und Raps. Das Düngungsniveau der Kulturen ist in den vergangenen Jahren annähernd gleich geblieben.

Im Gesamtstickstoffeinsatz auf dem Ackerland ist ein mittlerer Anteil von ca. 10 – 15 % Stickstoff enthalten, der über Wirtschaftsdünger (Gülle, Staldung, Stroh) und andere organische Düngemittel (Klärschlamm, Kompost, Gärreste) auf die landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht und in der Düngplanung angerechnet wurde. Zwischen den Kulturen treten dabei größere Unterschiede auf. Der Anteil des Stickstoffs aus der organischen Düngung kann zwischen 0 (Leguminosen) und 100% (Mais) des Stickstoffbedarfs schwanken.

¹ Angaben bezogen auf die Ackerfläche;

Quelle: Statistisches Datenblatt 2015, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (2015)

Schwermetalle

Zu den Schwermetallgehalten von Düngemitteln liegen zahlreiche Untersuchungen (VDLUFA, KTBL, UBA) vor. Aus Mecklenburg-Vorpommern wurden Daten für die Sammlungen des VDLUFA bzw. des KTBL bereitgestellt.

In Mecklenburg-Vorpommern werden Düngemittel sowohl hinsichtlich ihrer Nährstoffgehalte als auch ihrer Schwermetallgehalte regelmäßig überwacht, um negative stoffliche Einträge auf landwirtschaftliche Flächen zu vermeiden. Düngemittelverkehrskontrollen werden gezielt durchgeführt, um in vermuteten Verdachtsfällen Grenzwertüberschreitungen und damit Verstöße gegen die DüMV zu erfassen. Für die Jahre 2008 bis 2013 liegen aus Mecklenburg-Vorpommern 448 Düngemittelproben vor (davon vor allem Ausgangsstoffe, organische und mineralische Dünger), die im Rahmen der Düngemittelverkehrskontrolle des Landes auf bestimmte Schwermetalle untersucht wurden. Aufgrund der gezielten Auswahl handelt es sich um keine repräsentativen Stichproben. Eine allgemeine Aussage zu Schwermetallen in Düngemitteln, die in Mecklenburg-Vorpommern eingesetzt werden, lässt sich somit aus den Untersuchungsergebnissen der Düngemittelverkehrskontrollen nicht ableiten.

Typische **Schwermetallgehalte** verschiedener in Deutschland abgesetzter mineralischer Düngemittel sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

Cadmium

Die mittleren Cadmiumgehalte in Mineraldüngern weisen eine sehr hohe Schwankungsbreite auf; sie bewegen sich zwischen <1 und rund 16 mg Cd/kg TM (siehe Abbildung 38). P-haltige Dünger zeigen deutlich höhere Cadmiumgehalte als P-freie. Die Kennzeichnungspflicht für Düngemittel von 1 mg/kg Cadmium (für Düngemittel ab 5 % P₂O₅ in der FM ab 20 mg Cd/kg TM) wird laut UBA (2007) von P-haltigen Düngern je nach Herkunft sehr häufig überschritten, von den P-freien dagegen in der Regel unterschritten (eine Ausnahme sind die Kalkdünger). Mit der Novelle der Düngemittelverordnung (DüMV) im Jahr 2008 darf der Grenzwert für Cadmium in Mineraldüngern von 1,5 mg Cd/kg Düngemittel bzw. von 50 mg Cd/kg P₂O₅ nicht mehr überschritten werden.

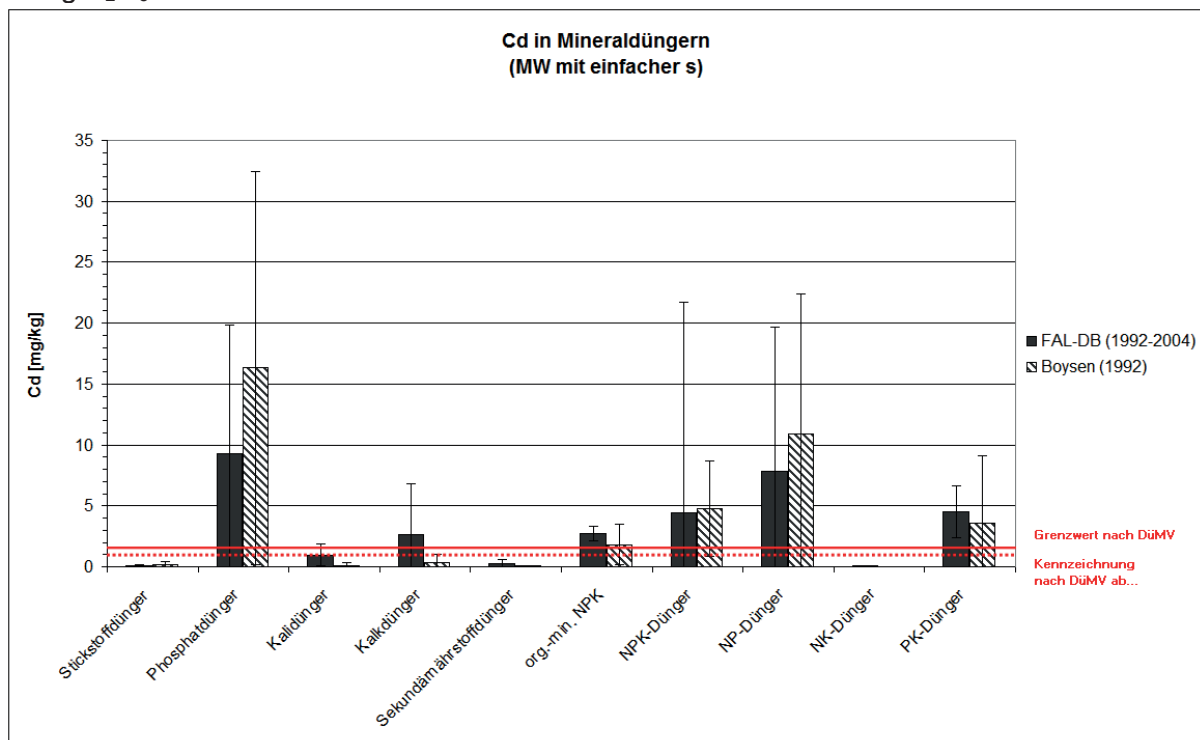


Abbildung 38: Cadmiumgehalte in Mineraldüngern im Vergleich Boysen-Studie und der Datenbank (DB) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) (UBA 2007)

Eine Studie von Kratz et al. (2015), in der Spurenelemente von in Deutschland verkauften Rohphosphaten der 70er Jahre bis 2014 und P-haltigen mineralischen und organo-mineralischen Düngemitteln (2000 bis 2014) untersucht wurden, bestätigt diese Ergebnisse. Bei der Beurteilung der Cadmiumgrenzwerte der DÜMV ist zu beachten, dass sich ab einem Phosphatgehalt von 5 % der zulässige Gehalt an Cadmium auf die Fracht bezieht.

Der Grenzwert von 1,5 mg Cd/kg Ware wird dann durch den Wert 50 mg/kg Phosphat ersetzt.

Für die Praxis bedeutet dies, dass bei einem Pflanzenbedarf von 50 kg/ha P_2O_5 und der Ausschöpfung der jeweiligen Obergrenze folgende Cadmiummengen aufgebracht werden:

50 kg/ha P_2O_5 bei 4 % P_2O_5 im Dünger = 1250 kg Ware mit max. 1,5 mg Cd/kg Ware >> 1875 mg Cd/ha
 50 kg/ha P_2O_5 bei 46 % P_2O_5 im Dünger = 109 kg Ware mit max. 50 mg Cd/kg P_2O_5 >> 2500 mg Cd/ha

Bei der frachtbezogenen Beurteilung der Cadmiumgehalte überschreiten der Studie von Kratz et al. (2015) zufolge einige PK- und viele P-Dünger den Grenzwert von 50 mg Cd/kg P_2O_5 . Insbesondere die Mittelwerte von Superphosphat, Triplesuperphosphat und teilweise sauren Rohphosphaten überschreiten den Cadmium-Grenzwert.

Bis 1990 wurden in Mecklenburg-Vorpommern Phosphatdünger eingesetzt, die zum größten Teil aus russischen Lagerstätten stammten. Wie aus Tabelle 47 zu entnehmen ist, wiesen diese gegenüber den jetzt eingesetzten Phosphatherkünften wesentlich geringere Cadmiumgehalte auf. Die Lieferungen aus Russland sind reduziert worden. In Deutschland wird heute vor allem Phosphor aus Lagerstätten Nordafrikas und des Nahen Ostens eingesetzt.

Tabelle 47: Cadmiumgehalte in Rohphosphaten (IVA BAD)

Herkunft	Cadmiumgehalt mg/kg	Beziehung Cd zu P mg Cd / kg P
V : Russland	0,15	0,9
V : Südafrika	0,15	0,9
S : Marokko	16 / 35 / 40	113 / 220 / 274
S : Togo	55	350
S : Jordanien	5	34
S : Israel	20	140
S : Syrien	6	43
S : Tunesien	50	380
S : USA	8 / 40	56 - 278

(Entstehungsarten: V = vulkanischen Ursprungs, S = Sediment)

Blei

Die mittleren Bleigehalte in Mineraldüngern liegen zwischen <1 und 13 mg Pb/kg (siehe Abbildung 39). In der Studie von Kratz et al. (2015) wurden für P-haltige Dünger Mittelwerte von maximal 7,5 mg Pb/kg (organo-mineralischer NP-Dünger) ermittelt.

Kalkdünger haben hiervon abweichend einen Mittelwert von 112 mg Pb/kg und erreichen Maximalgehalte von mehr als 2.100 mg Pb/kg. Seit dem 1. Januar 2014 ist das Inverkehrbringen von Kalken mit mehr als 150 mg Pb/kg Kalk nicht mehr zulässig.

Im Gegensatz zu den meisten anderen der betrachteten Schwermetalle ist bei Blei keine Tendenz zu höheren Gehalten bei P-haltigen Düngern zu erkennen.

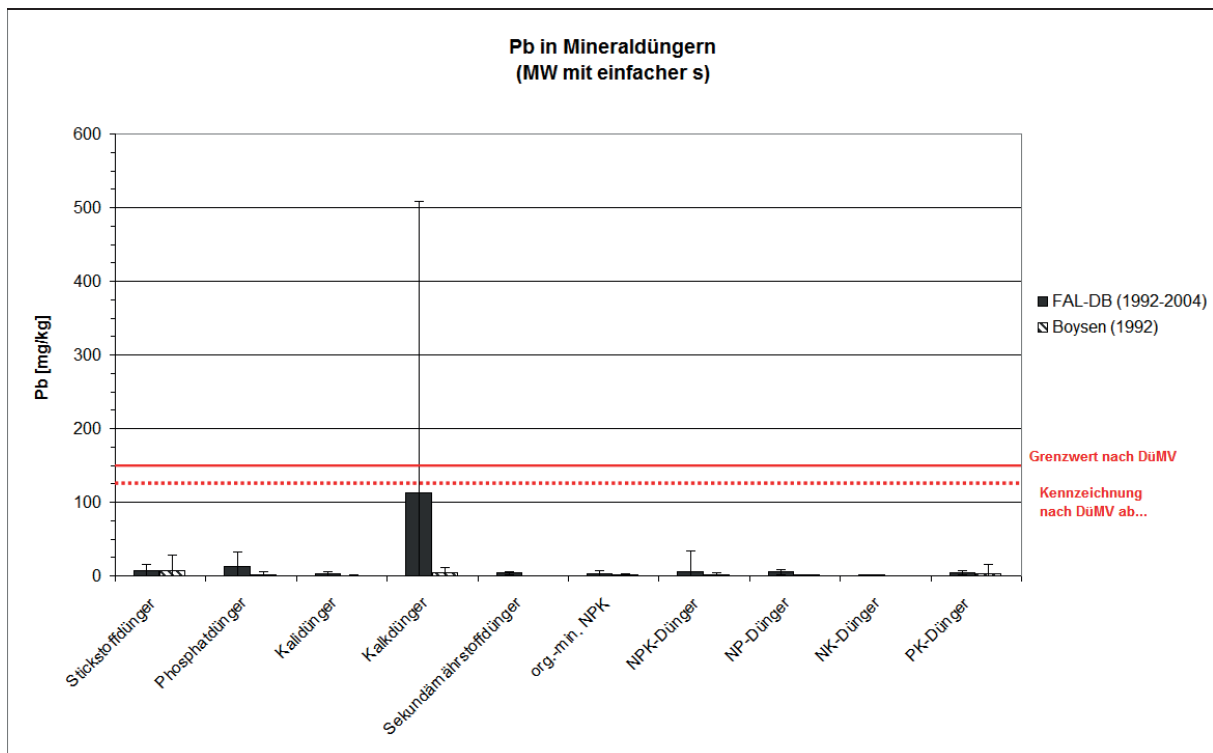


Abbildung 39: Bleigehalte in Mineraldüngern im Vergleich Boysen-Studie und FAL-Datenbank (UBA 2007)

Uran

Im Rahmen der Düngemittel- und Klärschlammverkehrs Kontrolle (DVK/KVK) in Mecklenburg-Vorpommern wurden verschiedene Düngemittel hinsichtlich ihres Urangehaltes untersucht. Von 2008 bis 2013 wurden insgesamt 129 Düngemittelproben analysiert. Es handelte sich dabei vor allem um organische NPK (Stickstoff, Phosphor, Kalium)-Düngemittel (Klärschlämme), mineralische P-Dünger, NP- und PK-Dünger sowie NPK-Dünger und einen Kalk. Die höchsten Urangelhalte fanden sich in den mineralischen Phosphordüngemitteln mit bis zu 216 mg U/kg TM. Daran schließen sich die NP-, die PK- sowie die NPK-Dünger mit Gehalten bis zu 51 mg U/kg TM an. Im Gegensatz dazu wies der Kalk einen Uran-Gehalt von nur 0,65 mg/kg TM auf. Allgemein kann festgehalten werden, dass die Urangelhalte in P-haltigen Mischdüngern kleiner sind als in reinen Phosphordüngemitteln.

Auch im Ergebnis der Studie von Kratz et al. (2015) weisen reine Phosphordüngemittel die höchsten Urangelhalte auf. Hier lag der Mittelwert bei 110 mg U/kg, wobei die Uranbelastung sedimentbürtiger Rohphosphate deutlich höher ist als bei Rohphosphaten vulkanischen Ursprungs.

Bei der Analyse der Klärschlämme, die alle aus Mecklenburg-Vorpommern stammten, fanden sich Urangelhalte von 1,4 bis 4,13 mg/kg TM.

Die höheren Urangelhalte in den mineralischen Düngemitteln liegen im Rohphosphat begründet, welches je nach Herkunft/Lagerstätte unterschiedlich stark mit Uran angereichert ist. Aus diesem Grund weisen P-haltige Mineraldünger einen um den Faktor 10 bis 100 höheren Urangelhalt als P-freie Mineraldünger auf. Im Vergleich dazu fielen die Urangelhalte der beprobten Klärschlämme sehr niedrig aus (Abbildung 40). Wirtschaftsdünger und Klärschlämme wiesen einen um den Faktor 10 bis 100 niedrigeren Urangelhalt auf als P-haltige Mineraldünger.

Insgesamt weisen P-haltige Dünger höhere Schwermetallgehalte auf als P-freie. Die Herkunft des Rohphosphates als Ausgangsstoff spielt dabei eine wesentliche Rolle. In Abhängigkeit von Genese und Zusammensetzung des Rohphosphates können die Gehalte an Schwermetallen im Düngemittel stark schwanken. Auch der Herstellungsprozess (z. B. Glühphosphat, Thomasphosphat) ist von Bedeutung (UBA 2007).

Da Schwermetalle in Böden teilweise eine geringe Mobilität aufweisen und keinem biologischen Abbau unterliegen, besteht hier in Fällen, in denen der Entzug über die Ernteprodukte und die Auswaschung geringer als die Zufuhr ist, die Gefahr einer Akkumulation von Schwermetallen im Boden, die aufgrund der Heterogenität der Bodengehalte innerhalb einer Fläche bisher analytisch nicht nachweisbar waren.

In Tabelle 49 sind in einem Vergleich die Frachten an Schwermetallen dargestellt, die durch die verschiedenen P-Düngemittel in Böden in Bezug auf eine durchschnittlich notwendige Nährstofffracht von etwa 50 kg P₂O₅ eingetragen werden. Die Frachten beziehen sich auf eine jeweilige Alleinanwendung der jeweils dargestellten Düngemitteltypen.

Tabelle 49: *Mittlere Schwermetalleinträge durch Phosphatdüngemittel nach durchschnittlichem Pflanzenentzug (bezogen auf einen durchschnittlichen P₂O₅-Bedarf von 50 kg/ha*a und mittlere Düngequalitäten (UBA 2001))*

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	in g/ha*a						
Triplesuperphosphat	2,98	32,00	3,03	0,00	4,03	1,33	54,33
Rohphosphate, diverse	1,44	31,11	2,89	0,00	2,89	0,24	36,85
NPK-Dünger, 15/15/15	1,26	15,27	3,77	0,02	3,63	4,93	38,67
NP-Dünger, 20/20/0	2,29	22,85	5,38	0,01	4,50	1,38	37,75
PK-Dünger, 0/15/20	2,66	63,67	6,43	0,03	6,63	4,80	50,67
Thomaskali, 10+20+3	0,15	464	9,5	-	1,5	2	4,5

Die wichtigsten P-Düngemittel, die in Mecklenburg-Vorpommern eingesetzt werden, sind das Triplesuperphosphat, die Gruppe der NP-Dünger und der PK-Dünger.

Phosphat aus der Stahlherstellung (Thomasphosphat und Thomaskali) wird aufgrund der Verlagerung der Stahlindustrie nur noch in geringem Umfang eingesetzt. Rohphosphate werden vor allem im ökologischen Landbau angewendet, im konventionellen Landbau finden sie aufgrund ihrer sehr geringen Düngewirkung keine breite Anwendung.

Bundesweit betrachtet wird in erster Linie das Schwermetall Cadmium in landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzte Böden über die Zufuhr mit mineralischen Düngemitteln und hier insbesondere mit Phosphordüngemitteln eingetragen. Der Schwermetalleintrag über Kalkdüngemittel liegt in Mecklenburg-Vorpommern unter dem bundesdeutschen Durchschnitt, da aufgrund der geografischen Lage vorrangig Kalke mit niedrigen Schadstoffgehalten (Rügener Kreide, Schottischer Dolomit, Dänischer Kreidekalk) ausgebracht werden.

Im Bereich der gärtnerischen Bodennutzung ist im Vergleich zur Landwirtschaft ein sehr hoher Einsatz von Phosphordüngemitteln (P₂O₅-Einsatz deutlich über 50 kg/ha*a) und Kalken zu verzeichnen (sehr hohe Nährstoffversorgung und pH-Werte der Gartenböden), die mit höheren Schwermetalleinträgen verbunden sind. Dieser Sachverhalt spiegelt sich auch in Untersuchungen von Gartenböden in Rostock wider (Kahle 2000).

Umweltstandards

Qualitätsstandards zu den mineralischen Düngemitteln sind in der DüMV festgelegt (Tabelle 50). Da Kupfer und Zink essentielle Nährstoffe für Pflanzen und Tiere sind, sie werden in der Landwirtschaft aktiv gedüngt bzw. mit dem Futter verabreicht, sind sie in der DüMV im Gegensatz zur Bioabfall- und Klärschlammverordnung nicht in der Liste der Grenzwerte für Schadstoffe aufgeführt.

Tabelle 50: Grenzwerte für bestimmte Elemente in Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln, die nicht der EG-Düngemittelverordnung unterliegen (Tabelle 1.4 der Anlage 2 DüMV)

Element	Grenzwert
	mg/kg TM
Arsen	40
Blei	150
Cadmium	1,5
Cadmium für Düngemittel ab 5 % P ₂ O ₅ (FM)	50 mg/kg P ₂ O ₅
Chrom (VI)	2
Nickel	80
Quecksilber	1
Thallium	1
Perfluorierte Tenside (PFT, ∑ PFOA + PFOS)	0,1
I-TE Dioxine und dl-PCB1	30 ng WHO-TEQ

Für Uran existiert bislang kein bodenbezogener Grenzwert. Der in der Trinkwasserverordnung festgelegte Uran-Grenzwert für Trinkwasser beträgt 10 µg/l.

Bewertung

Über die Zufuhr mit mineralischen Düngemitteln (insbesondere mit Phosphordüngemitteln aus bestimmten regionalen Herkünften) werden in erster Linie die Schwermetalle Cadmium und Uran in landwirtschaftlich und gartenbaulich genutzte Böden eingetragen.

Im Durchschnitt wurden seit 1990 in Mecklenburg-Vorpommern jährlich ca. 8 - 10 kg/ha P₂O₅ weniger gedüngt als mit den Ernten abgefahren, was zu einem Rückgang der Phosphatgehalte auf landwirtschaftlich genutzten Böden geführt hat. Der Umfang der Phosphordüngung auf landwirtschaftlichen Flächen in Mecklenburg-Vorpommern liegt deutlich unter der Zufuhr im Bundesdurchschnitt (LFB 2010). Aufgrund dieser reduzierten Phosphoreinsatzmengen ist davon auszugehen, dass der Eintrag von Schwermetallen über Phosphordünger rückläufig ist.

Im Bereich der gärtnerischen Bodennutzung ist ein zu hoher Einsatz von Phosphordüngemitteln und Kalken zu verzeichnen. Dadurch werden höhere Schwermetalleinträge verursacht.

Für Mecklenburg-Vorpommern wurde im Kapitel 2.1.1 für die Hauptbodenart Sand auf Acker- und Grünlandstandorten ein Handlungsbedarf hinsichtlich Quecksilber dargestellt. Hier liegen die 90 % Quantilwerte bereits oberhalb der Vorsorgewerte.

Hilfreich ist, wenn für alle in der EG zugelassenen mineralischen Düngemittel Grenzwertregelungen zu Schadstoffen existieren.

Außerdem sollten im Land sowohl die Aufwandmenge als auch die Analysendaten über die Inhaltsstoffe vorrangig verwendeter Düngemittel konsequenter erfasst werden. Die nur sporadische Schwermetalluntersuchung im Rahmen der Überwachung des Düngemittelverkehrs durch die LFB ist für belastbare Aussagen nicht ausreichend.

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist es, durch eine Optimierung der mineralischen Düngung die Schwermetalleinträge im Boden zu minimieren. Einer Anreicherung von Schwermetallen im Boden durch Düngung ist entgegen zu wirken.

Die Informationspolitik ist zu verbessern. Die Bodennutzer (Landwirte, Gärtner u. a.) sind zu motivieren, schwermetallarme Mineraldünger einzusetzen.

Der Eintrag von Schwermetallen auf intensiv gartenbaulich genutzten Böden ist zu untersuchen.

3.1.3.2 Wirtschaftsdünger

Beschreibung des Ist-Zustandes

Wirtschaftsdünger sind nach § 2 Satz 1 Nummer 2 DüngG Düngemittel, die als tierische Ausscheidungen bei der Haltung von Tieren zur Erzeugung von Lebensmitteln oder bei der sonstigen Haltung von Tieren in der Landwirtschaft anfallen oder erzeugt werden (Festmist, Gülle und Jauche). Düngemittel, die als pflanzliche Stoffe im Rahmen der pflanzlichen Erzeugung oder in der Landwirtschaft, auch in Mischungen untereinander oder nach aerober oder anaerober Behandlung anfallen oder erzeugt werden, zählen ebenso als Wirtschaftsdünger.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass unter anaeroben Bedingungen behandelte Gülle mit NaWaRo („Gärrest“) genauso wie Kompost nur dann unter die Regelungen der Bioabfallverordnung (BioAbfV) fallen, wenn bei ihrer Herstellung (Vergärung/Kompostierung) pflanzliche Bioabfälle aus dem nicht landwirtschaftlichen Bereich eingesetzt wurden, die im Anhang 1 der BioAbfV aufgeführt sein müssen.

Gärreste und Komposte aus bzw. mit Bioabfällen und tierischen Nebenbestandteilen werden daher in Kapitel 3.1.3.4 behandelt.

Entwicklung Tierbestände

Der folgenden Tabelle ist zu entnehmen, dass sowohl der absolute Viehbestand, als auch der (flächenbezogene) Viehbesatz bei Schweinen und Rindern in Mecklenburg-Vorpommern, als einem der größeren Flächenländer, im bundesweiten Vergleich mit am niedrigsten sind.

Tabelle 51: Schweine- und Rinderbestand nach Bundesländern (Stand: November 2015) (Statistisches Bundesamt 2015)

	Schweine	Schweine/ha LF	Rinder	Rinder/ha LF	GV/ha LF ¹⁾
BW	1.833.500	2,22	1.001.792	0,70	0,73
BY	3.285.000	1,59	3.205.357	1,02	0,92
BB	814.200	0,80	561.859	0,43	0,43
HE	596.400	1,26	458.981	0,60	0,60
MV	748.200	0,69	561.075	0,42	0,41
NS	8.685.400	4,57	2.652.139	1,02	1,25
NW	7.263.500	6,92	1.458.481	1,00	1,35
RP	191.400	0,47	359.555	0,51	0,46
SH	1.459.400	2,21	1.113.178	1,13	1,07
SL	5.300	0,14	49.497	0,64	0,58
SN	666.900	0,94	504.315	0,56	0,56
ST	1.184.200	1,19	349.288	0,30	0,37
TH	802.100	1,31	342.423	0,44	0,47
Gesamt	27.535.400	2,32	12.635.456	0,76	0,81

¹⁾incl. Pferde, Schafe und Geflügel

Der Viehbesatz, ausgedrückt in Großvieheinheiten je Hektar (GV/ha), ist eine Maßzahl für die Intensität der Tierhaltung. In Mecklenburg-Vorpommern ist der Viehbesatz in den letzten Jahren relativ konstant.

Tabelle 52: Entwicklung des Viehbesatzes¹⁾ in Mecklenburg-Vorpommern (Statistisches Amt 2016)

Tierart	ME	2003	2012	2013	2014	2015
Rinder	Tiere/100 ha LF	41,3	40,5	41,5	42,2	41,6
Milchkühe	Tiere/100 ha LF	13,3	13,2	13,4	13,6	13,5
Schweine	Tiere/100 ha LF	51,8	64,3	66,7	63,7	55,5
Schafe	Tiere/100 ha LF	8,1	5,2	5,0	5,1	5,2
Gesamt	GV/100 ha LF	37,1	37,0	37,7	37,9	36,4

¹⁾ ohne Pferde und Geflügel

In Mecklenburg-Vorpommern sind die Tierbestände in den Jahren nach der Wende regelrecht zusammengebrochen und haben sich auf niedrigerem Niveau wieder stabilisiert.

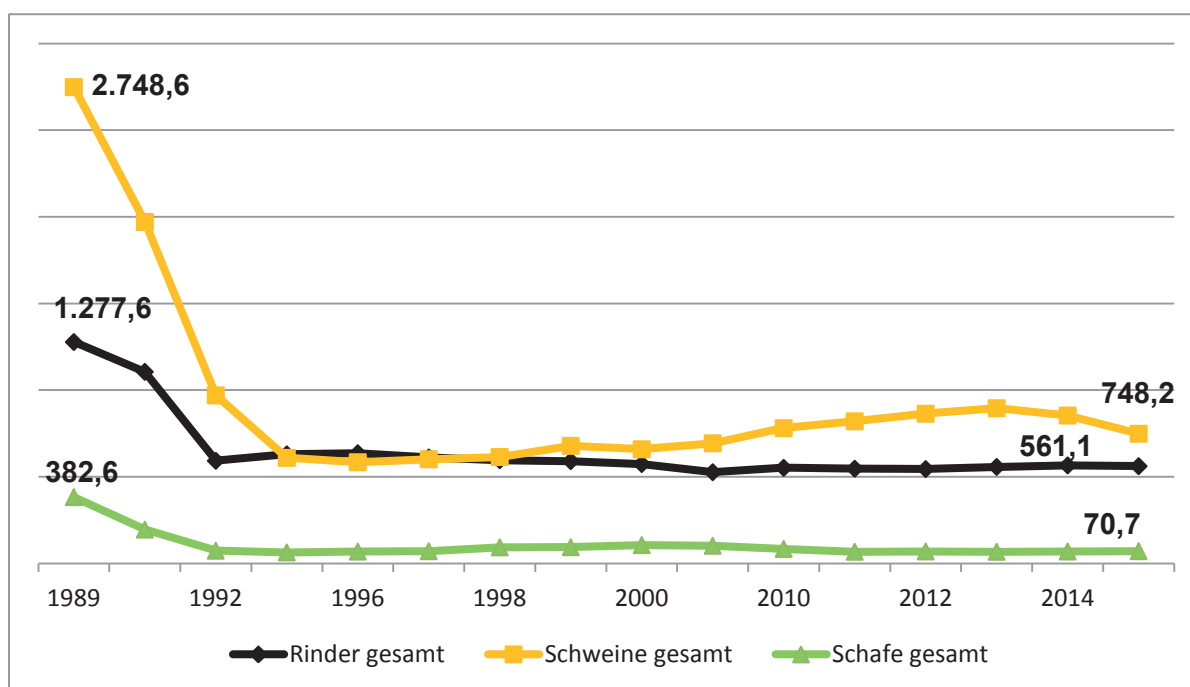


Abbildung 41: Entwicklung der Rinder-, Schweine-, Schafbestände in M-V (in 1.000 Stück) (Statistisches Amt 2015)

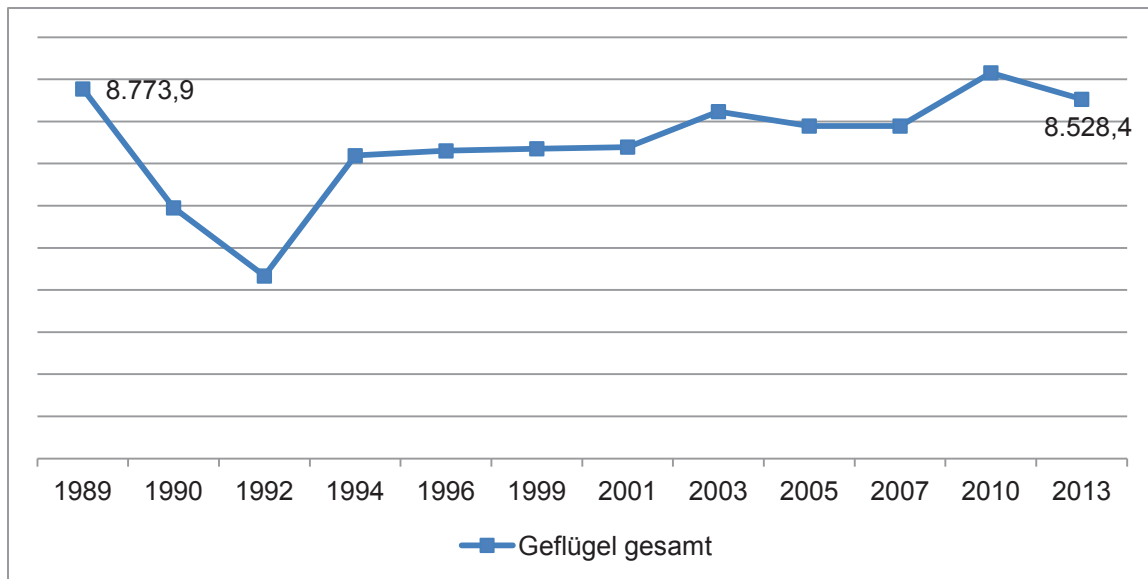


Abbildung 42: Entwicklung der Geflügelbestände in M-V (in 1.000 Stück) (Statistisches Amt 2014)

Wirtschaftsdüngeranfall

Der Wirtschaftsdüngeranfall in Deutschland als auch in Mecklenburg-Vorpommern ist in den letzten Jahren kontinuierlich gesunken.

Tabelle 53: Wirtschaftsdüngeranfall in der Rinder- und Schweinehaltung in M-V und in der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 2003 und 2009 (KTBL 2003, Schultheiß et al. 2010)

	Gülle		Festmist		Jauche	
	Rind (10% TS)	Schwein (5% TS)	Rind	Schwein	Rind	Schwein
	Mio. t/a					
M-V (2003)	2,28	1,87	0,65	0,25	0,17	0,10
M-V (2009)	1,9	1,5	0,5	0,2	0,1	0,1
Deutschland (2003)	81,3	65,7	28,3	11,4	7,6	4,7
Deutschland (2009)	65,2	45,6	24,2	7,6	6,5	3,1

In Mecklenburg-Vorpommern gibt es ca. 4.700 Landwirtschaftsbetriebe, davon ca. 3.000 mit Wirtschaftsdüngeranfall. Der GV-Besatz für Mecklenburg-Vorpommern beträgt 41 GV/100 ha LF und liegt damit deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von 81 GV/100 ha LF (Statistisches Bundesamt 2015). Eine Vielzahl der tierhaltenden Betriebe gibt Wirtschaftsdünger an Fremdbetriebe weiter. So werden Wirtschaftsdünger in zunehmendem Umfang z. B. über Lohnunternehmen an Marktfruchtbetriebe abgegeben.

Neben dem Anfall von Wirtschaftsdüngern aus der Tierhaltung bzw. den Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern wurden in den vergangenen Jahren erhebliche Mengen an Wirtschaftsdüngern aus der Geflügelhaltung vor allem aus Niedersachsen und den Niederlanden verbracht. Mit der Novelle der DüV ist davon auszugehen, dass neben Geflügeldung vor allem feste Gärreste aus den viehstarken Regionen von Niedersachsen nach Mecklenburg-Vorpommern exportiert werden. Mit Umsetzung der Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger (WDüngV) ist es möglich, die nach Mecklenburg-Vorpommern importierten Nährstoffmengen zu erfassen sowie die Verbringungsorte zu ermitteln. Im Jahr 2014 wurden z. B. aus anderen Bundesländern folgende Mengen an Wirtschaftsdüngern nach Mecklenburg-Vorpommern verbracht:

Tabelle 54: Umfang der Wirtschaftsdüngerverbringung nach M-V 2014 aus anderen Bundesländern (Meldungen der aufnehmenden Betriebe; LFB 2016)

Wirtschaftsdünger	Einfuhr 2014 in t
Gärrest fest	572
Gärrest flüssig	78.830
Hähnchenmist	12.309
Legehennen - HTK	14.578
Schweinegülle	3.222
Schweinemist	330
Putenmist	14.170
Geflügelmist	2.471
Mischgülle	545
Rindergülle	2.543

Schwermetalle

Die Schwermetalle Zink und Kupfer werden als essentielle Nährstoffe aktiv in der Fütterung entsprechend dem Bedarf der Tiere eingesetzt. Cadmium, Blei, Chrom, Nickel und Quecksilber können als Begleit- und Zusatzstoff in Futtermitteln enthalten sein bzw. über die technische Ausrüstung (z. B. Abrieb von Stallanlagen) in die Wirtschaftsdünger gelangen. Weitere Quellen können verunreinigtes Tränkwasser und bei Auslaufhaltung eventuell die Aufnahme verunreinigter Futtermittel bzw. das Fressverhalten der Tiere (Aufnahme von Boden durch kurzen Verbiss) sein.

Zu den Schwermetallgehalten von Wirtschaftsdüngern wurden zahlreiche bundesweite Untersuchungen (VDLUFA, KTBL, UBA) durchgeführt.

Tabelle 55: Schwermetallgehalte [mg/kg TM] in Wirtschaftsdüngern, Klärschlamm und in Gärresten ((a) nach Döhler et al. 2002, (b) nach Kördel et al. 2007))

Schwermetalle	Rindergülle	Schweinegülle	Klärschlamm	Gärreste
	(a)	(a)	(a)	(b)
Blei (Pb)	4,1	5	49	11,2
Cadmium (Cd)	0,3	0,5	1,3	0,38
Chrom (Cr)	5,3	7	40	17,49
Kupfer (Cu)	37	184	258	158,1
Nickel (Ni)	6,2	8	30	11,6
Quecksilber (Hg)	0,05	0,1	1,5	0,13
Zink (Zn)	190	647	734	560

In einer UBA-Studie (UBA 2007) wurden zwischen konventionellen und ökologischen Wirtschaftsdüngern im Allgemeinen keine eindeutigen Unterschiede im Schwermetallgehalt festgestellt. Die Unterschiede scheinen demnach weniger systemspezifisch als vielmehr individuell bedingt zu sein. Die Ausnahme bilden Kupfer und teilweise auch Zink. Für diese Schwermetalle (Mikronährstoffe) zeigen konventionelle Wirtschaftsdünger bei Rindern, Schweinen und Geflügel fast durchweg höhere Gehalte als ökologische Dünger. Unabhängig vom Produktionssystem enthalten Wirtschaftsdünger von Schweinen und Geflügel i. d. R. höhere Schwermetallgehalte als jene von Rindern, Schafen und Ziegen.

In der futtermittelrechtlichen Gesetzgebung sind die Schwermetalle Blei, Cadmium und Quecksilber sowie Arsen als unerwünschte Stoffe mit entsprechenden Grenzwerten definiert, so dass hier über Futtermittel eine Minimierung der Einträge in die Wirtschaftsdünger vorgegeben ist.

Die vom UBA vorgeschlagenen Bewertungswerte für Schwermetalle werden für Arsen, Cadmium, Chrom, Nickel und Blei im Mittel von allen Tierarten unterschritten. Nur vereinzelt treten – vor allem bei den Wirtschaftsdüngern von Schweinen und Geflügel - höhere Maximalgehalte auf.

Anders ist dies bei Zink und Kupfer, die aktiv in der Fütterung eingesetzt werden. Hier werden die vorgeschlagenen Bewertungswerte bei Wirtschaftsdüngern von Schweinen und Geflügel bereits im Mittel überschritten. Gleichzeitig muss beachtet werden, dass der überwiegende Teil der Kupfereinträge auf landwirtschaftlich genutzte Böden über Wirtschaftsdünger erfolgt (BRD 2000: 63,7 % (rd. 2.030 t); UBA 2009).

Über die Gehalte von Quecksilber und Thallium liegt bislang nur eine sehr geringe Datenbasis vor. Da die gemessenen Gehalte sich sehr nah an der Nachweisgrenze bewegen, sind kaum verallgemeinerungsfähige Aussagen zulässig (UBA 2007).

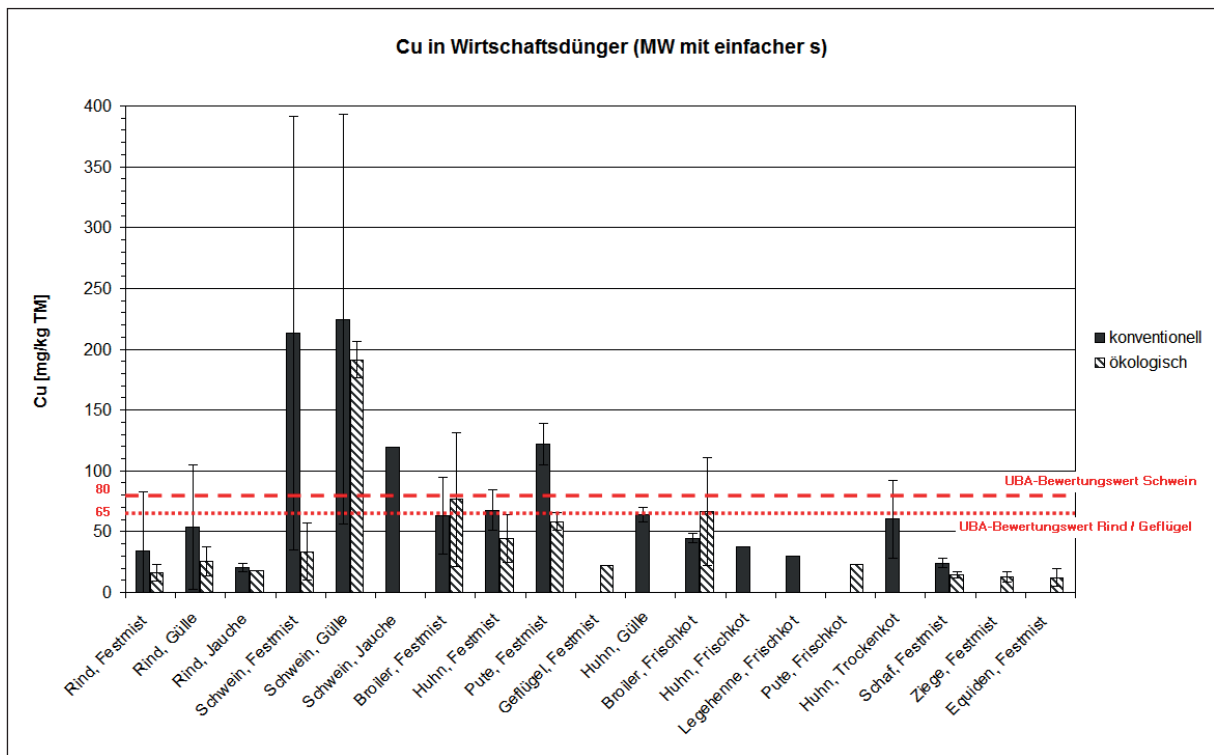


Abbildung 43: Kupfergehalte in konventionellen und ökologischen Wirtschaftsdüngern (UBA 2007)

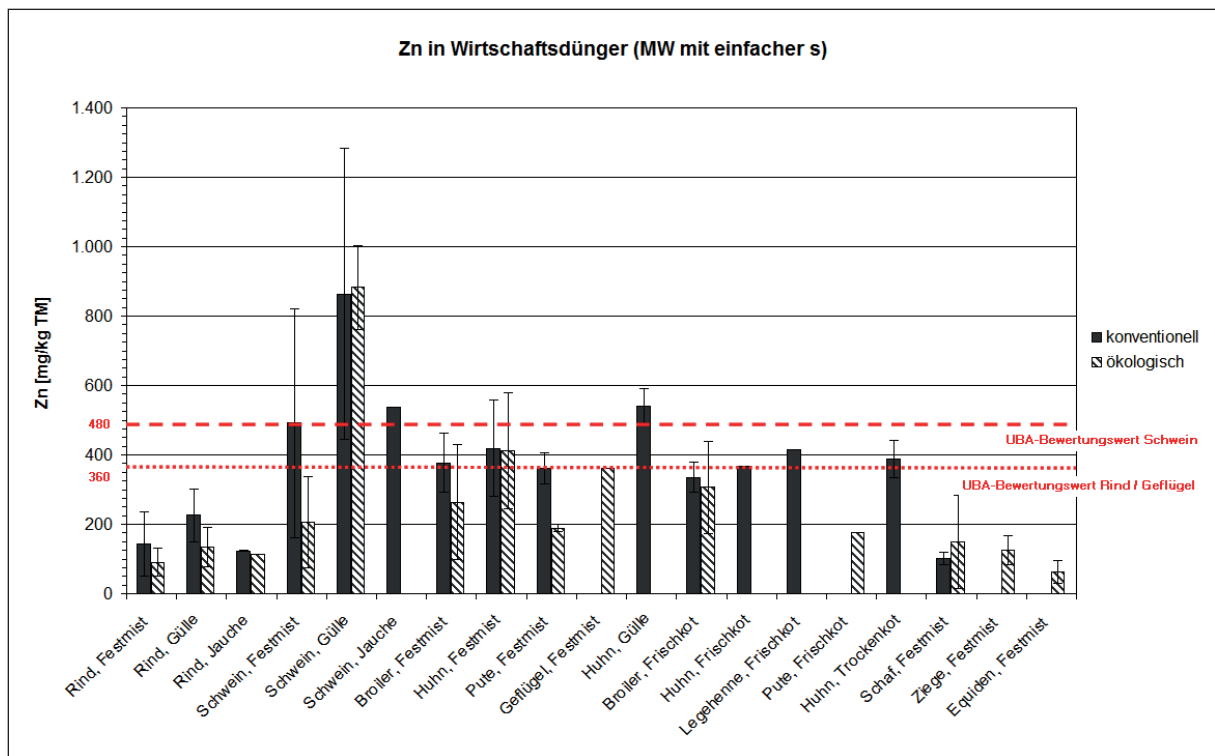


Abbildung 44: Zinkgehalte in konventionellen und ökologischen Wirtschaftsdüngern (UBA 2007)

Hauptquelle für die hohen Kupfer- und Zinkgehalte in Schweinegülle ist die Zugabe dieser Mineralstoffe in Futtermittel. Dabei hat Ferkelfutter deutlich höhere zulässige Höchstgehalte, was sich in den höheren Kupfergehalten der Schweinegülle aus Zuchtbetrieben gegenüber der von Mastbetrieben niederschlägt. Insbesondere bei Ferkeln wird Kupfer zur Verbesserung des gesundheitlichen Wohlbefindens oft über die fachlich begründeten Versorgungsempfehlungen hinaus mit Dosierungen nahe dem zulässigen Höchstgehalt zur Leistungsförderung eingesetzt (Windisch/Roth 2002).

In Tabelle 56 sind in einem Vergleich die Frachten an Schwermetallen dargestellt, die durch organische P-Düngemittel in Böden in Bezug auf eine durchschnittlich notwendige Nährstofffracht von etwa 50 kg P₂O₅ eingetragen werden. Die Frachten beziehen sich auf eine jeweilige Alleinanwendung der jeweils dargestellten Düngemitteltypen. Hier sind vor allem die Überhänge der Zinkeinträge auffällig.

Tabelle 56: Mittlere Schwermetalleinträge durch organische Phosphatdüngemittel nach durchschnittlichem Pflanzenentzug bezogen auf einen durchschnittlichen P₂O₅-Bedarf von 50 kg/a und mittlere Düngerqualitäten (UBA 2001)

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	in g/ (ha x a)						
Rindergülle	0,61	15,87	96,74	0,13	12,83	16,74	586,96
Schweinegülle	0,35	8,15	367,76	0,02	8,93	5,37	743,50
Geflügelkot	0,35	6,11	73,06	0,03	11,25	10,00	466,67
Festmist, Rind	0,76	33,77	102,09	0,08	13,61	15,18	497,38
Festmist, Schwein	0,33	10,38	453,63	0,04	9,58	5,14	1.076,61

Bezogen auf die maximal zulässige Stickstoffdüngung mittels Schweinegülle zeigen sich sehr hohe Frachten bei Kupfer und Zink.

Organische Schadstoffe

Organische Schadstoffe in Wirtschaftsdüngern können aus Tierarzneimitteln, Futtermittelzusatzstoffen und Desinfektionsmitteln stammen. In einer Studie des UBA (UBA 2007) wurde Gülle auf Detergenzien, Phtalate, Organozinnverbindungen sowie PCB und PAK untersucht. Dabei konnten LAS, Nonylphenol und DEHP mit zumeist sehr niedrigen Gehalten weit unter den Grenzwerten, die für eine zukünftige EU-Klärschlammrichtlinie vorgeschlagen worden sind, nachgewiesen werden. Bei den organischen Zinnverbindungen wurden überwiegend MBT und in signifikant geringeren Gehalten DBT gefunden, während bei allen Proben TBT unterhalb bzw. im Bereich der Bestimmungsgrenze lag. Die Gülleproben konventionell wirtschaftender Landwirtschaftsbetriebe wiesen im Mittel höhere Gehalte organischer Schadstoffe auf als die der ökologischen Betriebe. Die Werte für die PCBs und PAKs in den Gülleproben zeigten ebenfalls nur sehr geringe Gehalte.

Tierarzneimittel

Tierarzneimittel gelangen mit dem Wirtschaftsdünger oder direkt durch die Ausscheidungen der Weidetiere in den Boden. In diversen Studien ließen sich 46 bis 98 % der eingesetzten Stoffgruppen der Tierarzneimittel in tierischen Exkrementen nachweisen. Der Einsatz der Gülle als Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlichen Flächen stellt neben den Direkteinleitungen aus den Kläranlagen (Mensch/Haustiere) und dem Klärschlamm einen wesentlichen Eintragspfad von Tierarzneimittel in die Umwelt dar (Heise 2007).

Der Eintrag von Tierarzneimitteln kann sich aufgrund der gewünschten biologischen Wirkung der Substanzen negativ auf die belebte Umwelt auswirken. Antibiotische pharmazeutische Substanzen zeigen in einigen Fällen schon unterhalb des Richtwertes der Europäischen Agentur für Arzneimittelzulassung von 100 µg/kg konzentrationsabhängige Wirkungen auf Bodenmikroorganismen (LUNG 2002). Neben der direkten Wirkung von Antibiotika besteht auch die Möglichkeit der Resistenzbildung sowie des Eintrags resistenter Keime in die Umwelt. Die Toxizität von Antibiotika auf die Makro- und Mesofauna des Bodens (z. B. Regenwürmer, Enchytraen, Springschwänze) ist nach derzeitigem Wissensstand aufgrund der nachgewiesenen Umweltkonzentrationen jedoch als niedrig einzustufen. Für aquatische Organismen konnten toxische Effekte verschiedener Antibiotika nachgewiesen werden. Die Aufnahme von Antibiotika aus Gülle durch Nutzpflanzen konnte ebenfalls nachgewiesen werden (Heise 2007).

Hinsichtlich Verbrauchsmengen und in Mecklenburg-Vorpommern eingesetzten Antibiotika wird auf die Ausführungen in Kapitel 2.1.7 Tierarzneimittel verwiesen.

Um einen ersten Überblick über die Antibiotikabelastung von organischen Düngern aus der Schweine- und Geflügelhaltung sowie von Gärresten zu erhalten, wurde im Jahr 2014 im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz eine Erhebung dazu durchgeführt (LFB 2015).

In den 9 Schweinegülleproben ließen sich Sulfadimidin, Enrofloxacin und Trimethoprim nicht nachweisen. In jeweils einer Gülleprobe konnten Chlortetracyclin (71,7 mg/kg TM), Tetracyclin (14,8 mg/kg TM) und Oxytetracyclin (4,77 mg/kg TM) bestimmt werden.

In 8 von 17 untersuchten Hähnchenfestmistproben wurden Enrofloxacin (0,049 bis 1,14 mg/kg TM), Sulfadiazin (0,183 mg/kg TM) und Trimethoprim (0,362 bis 0,928 mg/kg TM) nachgewiesen. In zwei dieser 8 Proben wurden jeweils zwei verschiedene Antibiotika gefunden. Sulfadimidin war nicht in nachweisbaren Konzentrationen enthalten.

Bei drei der vier untersuchten Putenmistproben ließen sich Enrofloxacin (0,036 bis 0,052 mg/kg TM), Sulfadiazin (13 mg/kg TM) und Trimethoprim (28,8 mg/kg TM) nachweisen. In einer dieser drei Proben wurden zwei unterschiedliche Antibiotika oberhalb der Nachweisgrenze gemessen.

Von den 10 Gärrestproben, die Hähnchen- und Putenfestmist enthielten, wiesen sechs Proben Enrofloxacingehalte (0,31 bis 1,36 mg/kg TM) oberhalb der Nachweisgrenze auf. Eine von diesen sechs Proben enthielt zudem Sulfadimidin (0,203 mg/kg TM).

Umweltstandards

Wirtschaftsdünger unterliegen, wenn sie an andere Landwirte abgegeben werden, wie Mineraldünger den Vorgaben der DüMV. Damit dürfen sie die Grenzwerte für bestimmte Schwermetallgehalte und PFT nicht überschreiten bzw. unterliegen ab bestimmten Schwellenwerten der Kennzeichnungspflicht. Die Grenzwerte der Anlage 2, Tabelle 1.4 DüMV gelten sowohl für Düngemittel als auch deren Ausgangsstoffe. Da die in den Wirtschaftsdüngern in größeren Mengen enthaltenen Schwermetalle Kupfer und Zink essentielle Nährstoffe für Pflanzen und Tiere sind, sieht das Düngerecht hinsichtlich der Konzentration in Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln keine Obergrenzen vor. Die Vermeidung von Boden- und Umweltbelastungen wird hier durch die Definition von zulässigen Frachten bzw. Aufwandmengen entsprechend dem Gehalt des Bodens und dem Bedarf der Pflanzen im Rahmen der guten fachlichen Praxis der Düngung geregelt.

Tabelle 57: Grenzwerte für bestimmte Elemente in Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Tabelle 1.4 der Anlage 2 DüMV)

	Grenzwert mg/kg TM
Arsen	40
Blei	150
Cadmium	1,5
Cadmium für Düngemittel ab 5 % P ₂ O ₅ (FM)	50 mg/kg P ₂ O ₅
Chrom (VI)	2
Nickel	80
Quecksilber	1
Thallium	1
Perfluorierte Tenside (PFT, Σ PFOA + PFOS)	0,1
I-TE Dioxine und dl-PCB	30 ng WHO-TEQ

Darüber hinaus enthält die DüMV seuchen- und phytohygienische Vorschriften. Für Tierarzneimittel existieren keine gesetzlichen Umweltstandards.

Bewertung

Bezugnehmend auf die aufgeführten Schadstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern und die Grenzwerte der DüMV lässt sich schlussfolgern, dass die in den Wirtschaftsdüngern enthaltenen Schwermetalle Blei, Chrom, Nickel, Cadmium und Quecksilber keine besondere Relevanz bezogen auf den Boden haben. Anders sieht es bei Kupfer und Zink aus. Die Menge der in Mecklenburg-Vorpommern eingesetzten Wirtschaftsdünger ist jedoch nicht bekannt.

Nach Berechnungen von Wilcke und Döhler (1995) gelangen im bundesweiten Mittel > 45 % des Zinks und 70 % des Kupfers über Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftliche Nutzflächen. Die große Bedeutung des Wirtschaftsdüngerpfades für den Eintrag von Schwermetallen auf landwirtschaftlichen Flächen ist besonders in viehstarken Regionen kritisch zu sehen, weil davon auszugehen ist, dass sich insbesondere Kupfer und Zink aufgrund einer Zufuhr, die den Entzug über Ernteprodukte deutlich übersteigen kann¹, in landwirtschaftlich

¹ Derart hohe Güllmengen werden aufgrund der Flächenausstattung und des Viehbesatzes in M-V nicht erreicht.

genutzten Boden anreichern. Entsprechende Regionen mit hohem Viehbesatz gibt es in Mecklenburg-Vorpommern bislang nicht.

Diese Bewertung kann auch nicht durch die Tatsache relativiert werden, dass es sich bei Kupfer und Zink um essentielle Nährstoffe für Pflanzen, Tiere und Menschen handelt und sie humantoxikologisch kaum bedenklich sind. Während Zinkverbindungen aufgrund ihrer Mobilität vermehrt ausgewaschen werden und eine Belastung für das Grundwasser darstellen, wirken sich extrem hohe Kupfergehalte im Boden pflanzentoxisch aus. Der physiologische Bedarf an Kupfer wird unter den Bodenbedingungen von Mecklenburg-Vorpommern in der Regel nicht vollständig durch die natürlich vorhandenen Gehalte im Boden gedeckt (bei Pflanzen z. B. unter 50 - 100 mg/ha Cu), wie den Pflanzenuntersuchungen ausgewählter Flächen für die kupfer- und zinkanspruchsvolle Kultur Weizen zu entnehmen ist.

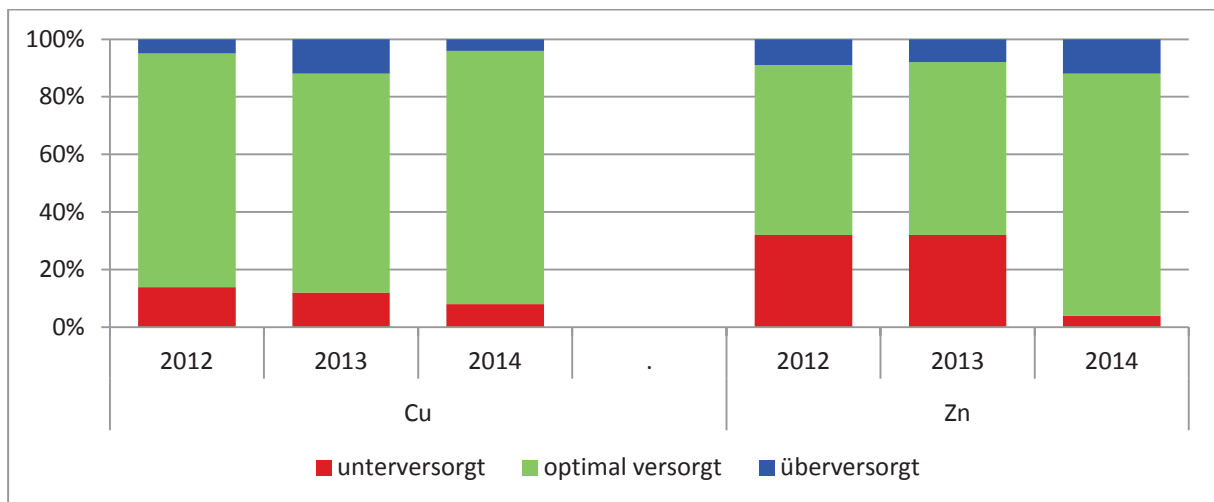


Abbildung 45: Kupfer- und Zinkversorgung ausgewählter Winterweizenflächen in M-V 2012–2014 (LFB 2014)

Wie eine Studie des UBA aus dem Jahr 2001 (UBA 2001) aufzeigt, besteht Handlungsbedarf bei den Schwermetallen Blei und Zink auf Sandstandorten. Für die Acker- und Grünlandstandorte Mecklenburg-Vorpommerns trifft diese Aussage nicht zu.

Eine Bewertung der Wirtschaftsdünger hinsichtlich ihrer Belastung mit organischen Schadstoffen ist zurzeit nicht möglich, da zum einen die Datengrundlage nicht ausreichend ist (in Mecklenburg-Vorpommern und auch darüber hinaus) und zum anderen die Einflüsse organischer Schadstoffe auf das Schutzgut Boden häufig nicht hinreichend untersucht sind. Die zitierte UBA-Studie hat für Gülle nur geringe Belastungen mit organischen Schadstoffen ermittelt, was auf eine untergeordnete Bedeutung als Eintragsquelle schließen lässt.

Da 33 % (3 von 9 Proben) der im Jahr 2014 untersuchten Schweinegülle-, 47 % (8 von 17 Proben) der Hähnchendingung-, 75 % (3 von 4 Proben) der Putending- und 60 % (6 von 10 Proben) der Gärrestproben einen Nachweis an Antibiotikarückstand erbracht haben (LFB, 2015), ist davon auszugehen, dass aus der Tierhaltung über den Wirtschaftsdüngereinsatz Antibiotikarückstände auf Böden ausgetragen werden. Die tatsächlichen Wirkungen von Tierarzneimitteln auf die Umwelt lassen sich aufgrund der begrenzten Anzahl derzeit verfügbarer Studien noch nicht abschätzen (Heise 2007). Grundlegende ökotoxikologische Untersuchungen sind daher zwingende Voraussetzung für die Festlegung einer Schwelle, ab der schädliche Bodenveränderungen zu erwarten sind.

Insgesamt ist festzuhalten, dass Art und Höhe der Belastung der in Mecklenburg-Vorpommern genutzten Wirtschaftsdünger mit Schwermetallen, organischen Schadstoffen

und Tierarzneimitteln sowie der intensiv mit Gülle, Gärresten und Hühnertrockenkot gedüngten landwirtschaftlich genutzten Flächen nicht erfasst sind. Keine belastbaren Daten liegen zu Verbrauchsmengen und Stoffeigenschaften der Tierarzneimittel, Desinfektionsmittel und Futtermittelzusatzstoffe (z. B. Abbauverhalten im Wirtschaftsdünger und im Boden, Auswaschungsverhalten, Wirkungsweisen im Boden) vor.

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist es, bei der Aufbringung von Wirtschaftsdüngern hinsichtlich der Schwermetalle Cd, Hg, Pb, Ni, Cr konsequent den Frachtenansatz zu berücksichtigen.
Bei Cu und Zn hat sich der Einsatz konsequent an den Bodengehalten und dem Bedarf der Pflanzen zu orientieren.

Ziel ist es, den Tierarzneimiteleinsatz in M-V auf ein aus tierärztlicher Sicht notwendiges Minimum zu beschränken.

Ziel ist es, in M-V den Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen und Desinfektionsmitteln auf ein aus fachlicher Sicht notwendiges Minimum zu beschränken.

Die Kupfer- und Zinkgehalte der Wirtschaftsdünger sind durch an den Tierbedarf angepasste Kupfer- und Zinkfütterungen (speziell Schweinefütterung) zu reduzieren.

3.1.3.3 Klärschlamm

Beschreibung des Ist-Zustandes

Rund 89 % der Haushalte in Mecklenburg-Vorpommern sind an öffentliche Abwasserbeseitigungsanlagen angeschlossen. Bei der Abwasseraufbereitung fallen in Mecklenburg-Vorpommern jährlich rund 41.000 t TM Klärschlamm an (LM und WM 2013). Im Jahr 2013 wurden im Land Mecklenburg-Vorpommern 42.303 t Klärschlamm-Trockenmasse (TM) auf 15.786 ha Ackerland landwirtschaftlich verwertet. Von der im Jahr 2013 ausgebrachten Klärschlammmenge stammen 32.559 t TM aus Kläranlagen in Mecklenburg-Vorpommern und 9.744 t TM aus Kläranlagen anderer Bundesländer. Der Anteil von Klärschlämmen aus Mecklenburg-Vorpommern an der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung innerhalb des Landes beträgt 77 %. Der seit dem Jahr 1997 bestehende Trend einer dominierenden Verwertung der im eigenen Land anfallenden Klärschlämme im Vergleich zu Klärschlammeinfuhren aus anderen Bundesländern hat sich damit fortgesetzt.

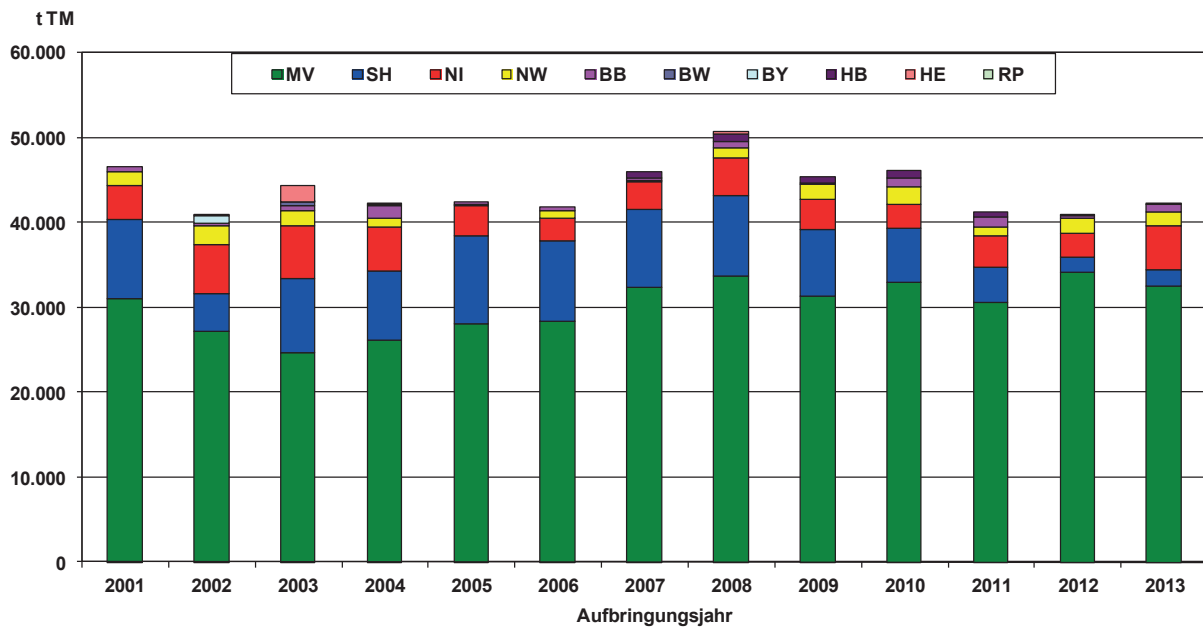


Abbildung 46: Herkunft der in M-V seit 2001 landwirtschaftlich verwerteten Klärschlämme nach Bundesländern (LFB 2014a)

Im Jahr 2013 wurde in allen Landkreisen Mecklenburg-Vorpommerns Klärschlamm landwirtschaftlich verwertet (Abbildung 47), wobei der Schwerpunkt in den westlichen Landesteilen gelegen ist. Im Vergleich zum Vorjahr war die Differenzierung zwischen den Landkreisen schwächer ausgeprägt.

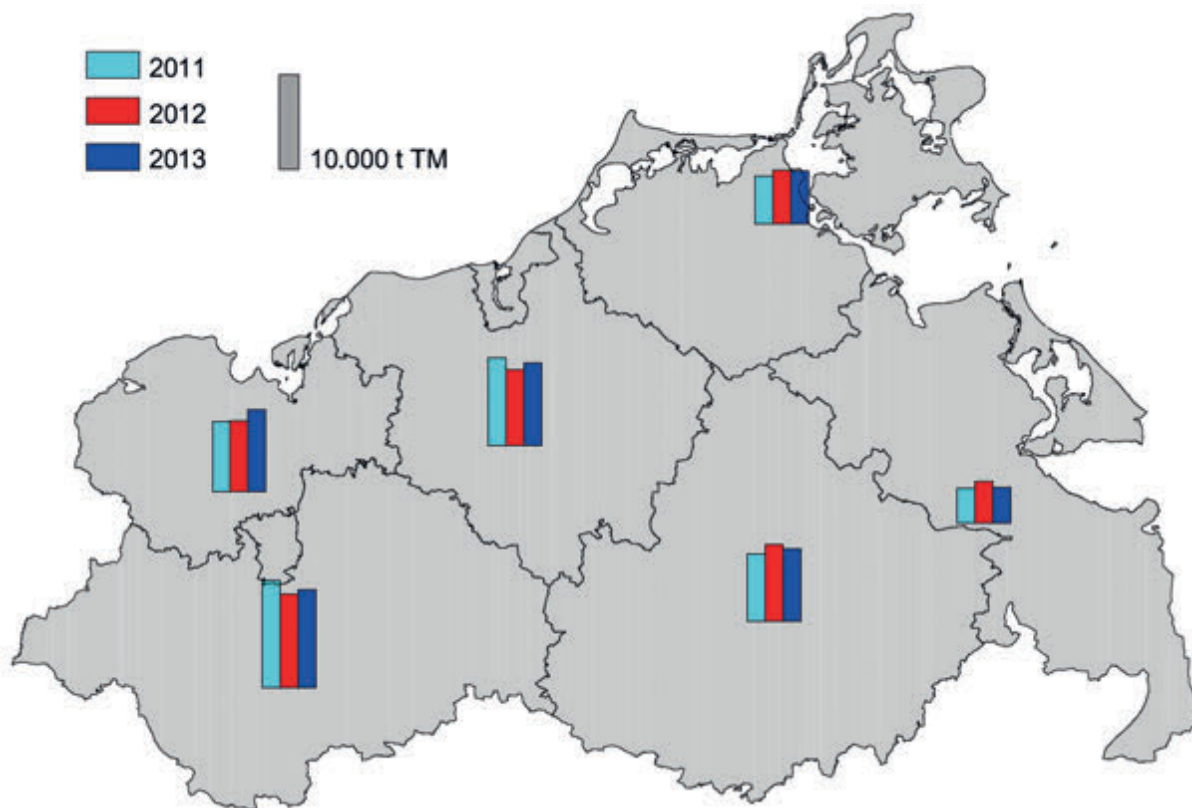


Abbildung 47: Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung in den Jahren 2011 bis 2013 in den Landkreisen von M-V (LFB 2014a)

Die weiteren Entsorgungspfade für kommunale Klärschlämme aus Mecklenburg-Vorpommern sind für die Jahre 2007 bis 2013 in der folgenden Abbildung dargestellt.

Wege der Klärschlamm Entsorgung in Mecklenburg-Vorpommern 2007-2013

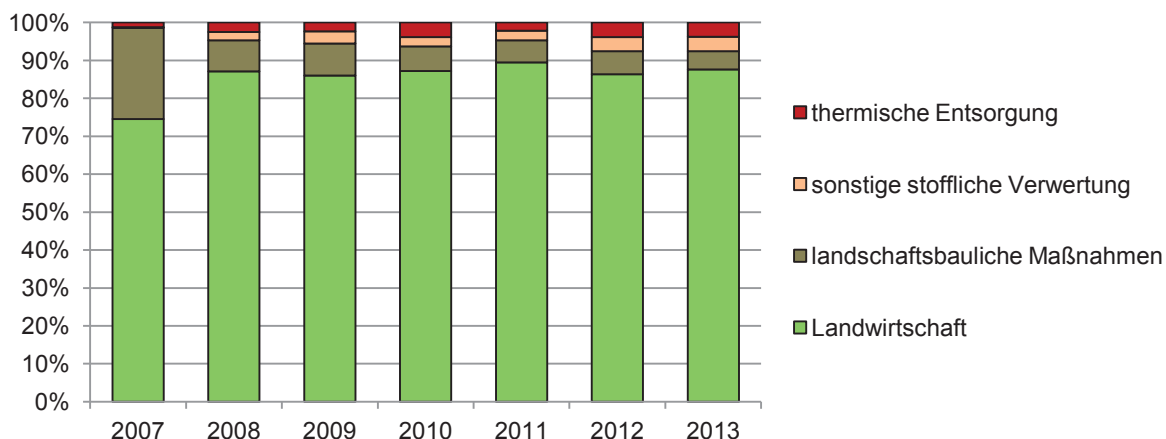


Abbildung 48: Wege der Klärschlamm Entsorgung in M-V 2007-2013 (WM 2015)

Bundesweit wurden 2012 knapp 55 % der insgesamt 1,9 Mio. t Klärschlämme thermisch entsorgt; die landwirtschaftliche Verwertung betrug knapp 30 %. Dabei gibt es große regionale Unterschiede: Während neben Mecklenburg-Vorpommern auch Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Rheinland-Pfalz mehr als zwei Drittel ihrer kommunalen Klärschlämme landwirtschaftlich verwerten, sind es beispielsweise in Baden-Württemberg

weniger als 3 % (Statistisches Bundesamt, 2014). Die meisten Flächenländer setzen 20 bis 50 % des anfallenden Klärschlammes in der Landwirtschaft ein. Daneben besitzt in einigen Bundesländern die landschaftsbauliche Verwertung mit Anteilen von bis zu 60 % des Klärschlammmanfalles eine wesentlich höhere Bedeutung als in Mecklenburg-Vorpommern (Statistisches Bundesamt 2014).

Infolge des Neubaus und der Modernisierung von Kläranlagen hat sich in Mecklenburg-Vorpommern seit Beginn der 90er Jahre nicht nur das Klärschlamm aufkommen stark erhöht. Auch die Nährstoffgehalte im Klärschlamm sind deutlich gestiegen.

Im Jahresmittel 2013 wiesen die in Mecklenburg-Vorpommern angefallenen Klärschlämme Gehalte in der TM von 61,2 % organische Substanz, 5,46 % Stickstoff und 6,66 % Phosphor (P_2O_5) auf. In Verbindung mit einer weitergehenden Abwasserreinigung haben sich die Nährstoffgehalte (Abbildung 49) im Zeitraum von 1992 bis 2013 mehr als verdoppelt (N von 2,46 auf 5,46 % TM, P_2O_5 von 2,72 auf 6,66 % TM, K_2O von 0,21 auf 0,59 % TM, MgO von 0,31 auf 0,82 % TM). Demgegenüber wies der Gehalt an basisch wirksamen Stoffen (bwS, gemessen als CaO) als ein Kriterium für die Kalkzugabe im Rahmen der Konditionierung mit einem aktuellen Gehalt von 8,2 % TM nur eine geringe Schwankung auf und lag etwas unter dem mittleren Niveau der letzten fünf Jahre.

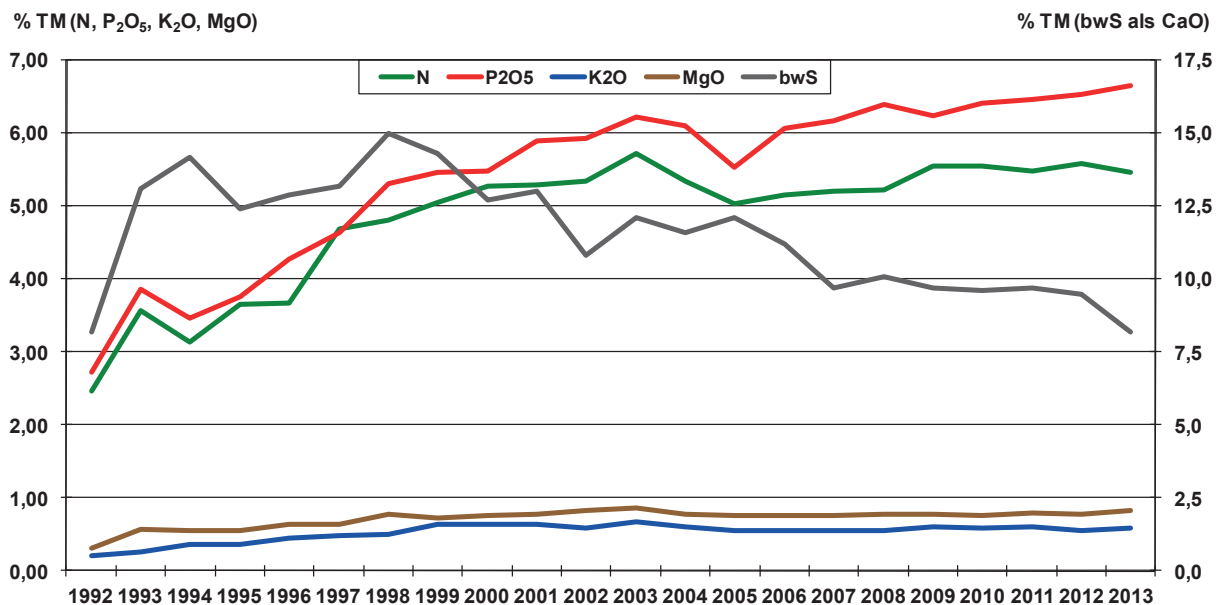


Abbildung 49: Entwicklung der mittleren Nährstoffgehalte der in Mecklenburg-Vorpommern untersuchten Klärschlämme seit 1992 (LFB 2014a)

Die Zunahme des Phosphorgehaltes im Klärschlamm zeigt Fortschritte der Phosphoreliminierung in den Abwasserbehandlungsanlagen auf, ist aber auch auf den zunehmenden Anteil von Klärschlämmen mit sehr hohen Phosphorgehalten bei den Untersuchungen bedingt.

Der über längere Zeiträume feststellbare Rückgang des Gehalts an basisch wirksamen Stoffen spiegelt den rückläufigen Einsatz von Kalk bei der Abwasserbehandlung wider. Trotz des abnehmenden Einsatzes von Kalk sind die Klärschlämme vergleichsweise gering schadstoffbelastet. Dies spiegelt die relativ geringe Grundbelastung der in Mecklenburg-Vorpommern erzeugten Klärschlämme wider.

Die Düngung über landwirtschaftliche Klärschlammverwertung ist insbesondere in Bezug auf die Phosphorversorgung der Ackerböden bedeutsam.

Im Jahr 2013 wurden mit dem Klärschlamm folgende Nährstoffmengen aufgebracht (LFB, 2014a):

- 1.886 t Stickstoff (N)
- 2.870 t Phosphor (P_2O_5)
- 216 t Kalium (K_2O)
- 365 t Magnesium (MgO)
- 4.521 t basisch wirksame Bestandteile (CaO)

Für die Einsatzflächen kann durch die aufgebrauchten Phosphormengen der Phosphordüngebedarf innerhalb der Fruchtfolge weitgehend abgedeckt werden. Bezogen auf die Ackerfläche des Landes ergibt sich rechnerisch eine Phosphorzufuhr von annähernd 2,8 kg/ha P_2O_5 . Die Phosphorzufuhr liegt damit auf dem Wert des Vorjahres. Diese Menge erscheint vergleichsweise gering. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass in Mecklenburg-Vorpommern auf dem Ackerland im Landesdurchschnitt eine negative Phosphorbilanz von ca. 10 kg/ha P_2O_5 besteht, ist auch diese vergleichsweise geringe Phosphorzufuhr von 2,8 kg/ha P_2O_5 für die Phosphorversorgung bedeutsam.

Mit dem Klärschlamm gelangen neben Nährstoffen auch Schwermetalle und verschiedene organische Schadstoffe wie PCB, PCDD/F, AOX, PAK sowie hormonell wirksame Substanzen¹ in den Boden. Die mittleren Gehalte an Schwermetallen haben sich - mit der Ausnahme Kupfer – seit 1992 deutlich verringert. Die Blei-, Chrom- und Nickelgehalte scheinen sich im Bereich der Grundbelastung eingepegelt zu haben (Tabelle 58, Abbildung 50). Diese Entwicklung ist auch bei den organischen Schadstoffen (AOX, PCB, Dioxine) absehbar.

Der starke Anstieg der Kupfergehalte in den kommunalen Klärschlämmen aus Mecklenburg-Vorpommern ist vermutlich auf die zunehmende Verwendung von Kupfermaterialien bei Neubau- und Modernisierungsmaßnahmen zurückzuführen.

¹ Zu diesen Substanzen zählen natürliche, körpereigene Hormone, synthetisch hergestellte Hormone (z. B. 17 α -Ethinylestradiol), andere Arzneimittel (z. B. Antidiabetika) sowie verschiedene Industriechemikalien (Xenohormone). Diese gesundheitsgefährdenden Xenohormone entstammen überwiegend der industriellen Produktion und werden z. B. als nichtionische Tenside oder als Weichmacher und Antioxidantien in Kunststoffen eingesetzt. Es handelt sich hierbei unter anderem um Alkylphenole (z. B. Nonylphenol), Nonylphenol-ethoxylate, Butylhydroxyanisol, Bisphenole, Phthalate und Organozinnverbindungen (z. B. TBT).

Tabelle 58: Mittlere Schadstoffgehalte kommunalen Klärschlammes aus M-V (Schaecke et al. 2004, LFB 2013)

Parameter	1992	2002	2012
	mg/kg TM		
Blei	(n=253) 79	(n=229) 24	(n=203) 19
Cadmium	3,06	0,92	0,94
Chrom	45	27	20
Kupfer	149	487	489
Nickel	17	17	18
Quecksilber	2,62	1,20	0,63
Zink	1580	785	728
AOX	(n=143) 353	236	197
PCB 28	(n=92) 0,021	(n=70) 0,005	(n=58) 0,004
PCB 52	0,013	0,005	0,005
PCB 101	0,018	0,005	0,004
PCB 138	0,035	0,009	0,005
PCB 153	0,038	0,010	0,005
PCB 180	0,020	0,006	0,004
PCDD/PCDF in ng TE/kg TM	(n=41) 0,15 - 122 \bar{x} 37	(n=62) <1 - 118 \bar{x} 14	(n=54) <1 - 16 \bar{x} 3,8

(n =Anzahl der Untersuchungen, \bar{x} = Mittelwert)

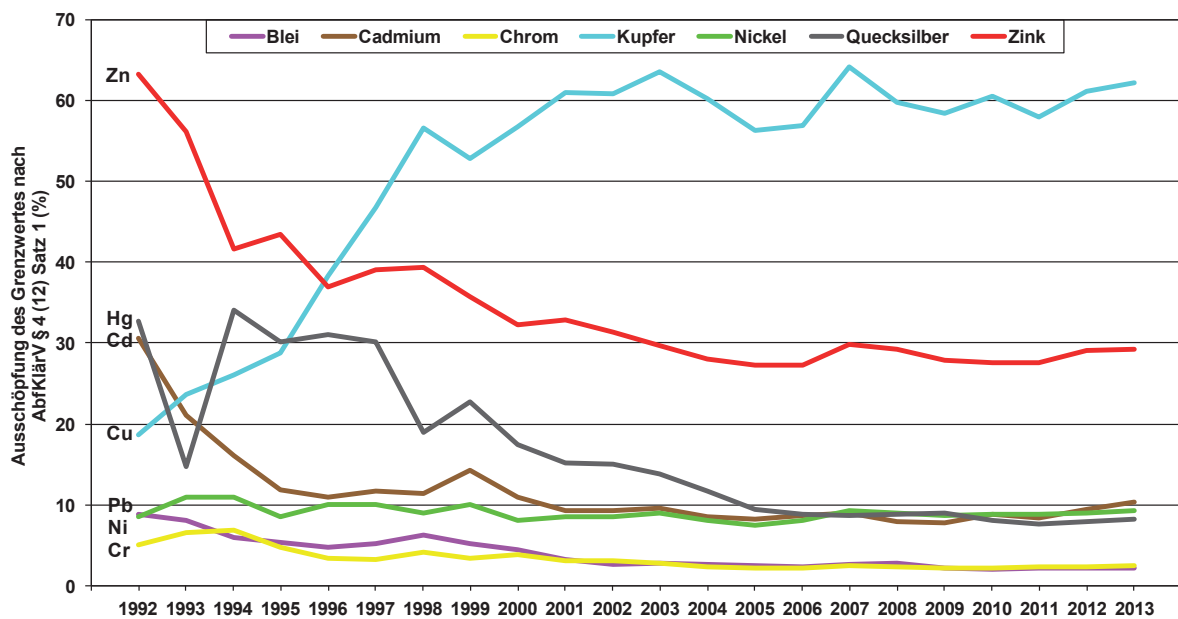


Abbildung 50: Entwicklung der mittleren Schwermetallgehalte der in M-V untersuchten Klärschlämme seit 1992 (LFB 2014a)

Damit liegt der Anteil an Klärschlammes aus Mecklenburg-Vorpommern, der die Schwermetallgrenzwerte der Klärschlammverordnung einhält und landwirtschaftlich verwertet werden kann, in dem betrachteten Zeitraum auf einem hohen Niveau.

In der Abbildung 51 sind die seit dem Jahr 1992 vorliegenden Jahresmittel der Untersuchungsergebnisse der Klärschlämme auf adsorbierte organisch-gebundene Halogene (AOX) dargestellt.

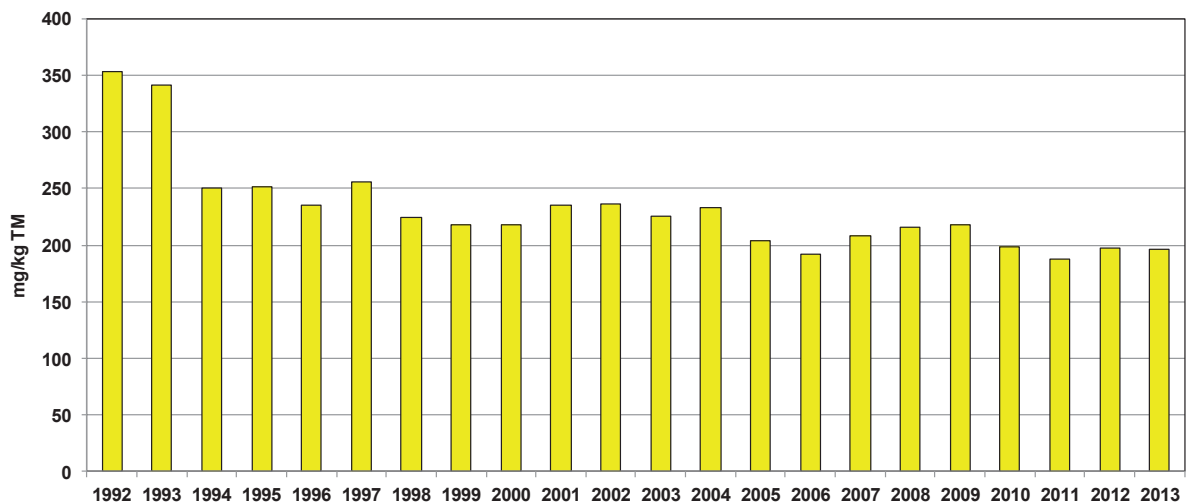


Abbildung 51: Entwicklung der mittleren AOX-Gehalte der in M-V untersuchten Klärschlämme seit 1992 (LFB 2014a)

Nach einem deutlichen Rückgang der AOX-Gehalte in der ersten Hälfte der 1990-er Jahre sind seitdem – bei leichten Schwankungen – weiterhin leicht sinkende Belastungen festzustellen. Im Jahr 2013 wurden im Mittel der Untersuchungen 39 % des Grenzwertes (500 mg/kg TM) erreicht. Der Höchstwert betrug 545 mg/kg TM.

Erste orientierende Untersuchungen über die Belastung des kommunalen Klärschlammes in Mecklenburg-Vorpommern mit den organischen Schadstoffen LAS (Lineare Alkylbenzolsulfonate), DEHP (Di(2-ethylhexyl)phthalat), NPE (Nonylphenol und Nonylphenoethoxylate mit 1 oder 2 Ethoxygruppen) und PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) wurden in den Jahren 2001 bis 2005 durchgeführt.

Tabelle 59: Organische Schadstoffe im Klärschlamm (ergänzende Parameter der AbfKlärV in Klärschlämmen aus M-V aus Studien der Jahre 2001/03/05 (ohne Ausreißer) (Kape et al. 2006)

Parameter	Mittelwert*	Median*	Max.*	Min.*	75. Perc.*	
	mg/kg TM					
Chlorierte Kohlenwasserstoffe (DDT, DDD, DDE)	0,073	0,063	0,157	0,035	0,086	
polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	nach EPA	2,784	2,267	6,748	0,561	3,995
	PAK ₉	3,039	2,603	9,833	0,473	3,819
	Chrysen	0,266	0,209	0,704	0,041	0,347
	Benzo[a]pyren	0,222	0,205	0,509	0,037	0,322
Moschusverbindungen	Galaxolid	7,77	7,06	14,12	3,84	9,54
	Tonalid	1,95	1,91	3,14	1,23	2,23
	Moschus Xylol	< 1**	**	**	**	**
	Moschus Ambrette	< 1**	**	**	**	**
Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	3,23	3,09	10,50	0,88	3,83	
Lineare Alkylbenzolsulfonate (LAS)	1371	1201	3983	19,9	2447	
Nonylphenole (NPE)***	11,86	9,37	25,70	2,86	18,2	

*) ohne Ausreißer

***) alle ermittelten Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze

***) Studie 2001/2003

Die bei den LAS ermittelte große Spanne von 19,9 – 3983 mg/kg TM hat ihre Ursache in den Schlammbehandlungsverfahren. So weisen Kläranlagen mit aerober Schlammbehandlung unabhängig von der Ausbaugröße in der Regel LAS-Gehalte unter 100 mg/kg TM auf, während bei Kläranlagen mit anaerober Schlammbehandlung deutlich höhere Werte (über 1.000 mg/kg TM) gefunden werden.

Nach dem PFT (Perfluorierte Tenside) -Skandal 2006, in dessen Zusammenhang auch im Landkreis Ludwigslust auf insgesamt 80 ha Ackerfläche 98 t Stoffgemische (als Klärschlamm deklariert) aus Nordrhein-Westfalen mit einer PFT-Belastung von 970 µg/kg TM ausgebracht wurden, sind in Mecklenburg-Vorpommern in den Jahren 2007 und 2008 im Rahmen der Klärschlammverkehrskontrolle 22 Klärschlämme auf ihre PFT-Gehalte untersucht worden. 2008 waren davon zwei aus anderen Bundesländern importierte Klärschlämme auffällig. Hier lagen die PFT-Gehalte bei 54,1 und 92,1 µg/kg TM.

In den mecklenburgischen Ackerböden, die 2006 mit dem stark PFT-belasteten Klärschlamm beaufschlagt worden waren, wurden unmittelbar nach dem Bekanntwerden PFT-Gehalte zwischen 0,852 und 4,050 µg/kg OS ermittelt. In nahe gelegenen Oberflächengewässern und im Grundwasser konnte PFT ebenfalls nachgewiesen werden. Ende 2008 sind die Messergebnisse bereits auf den Bereich der Nachweisgrenze gesunken.

Bei der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung wird in Mecklenburg-Vorpommern von den zuständigen Behörden seit 2008 die Untersuchung des PFT-Gehaltes (Grenzwert: 100 µg/kg TM als Summe PFOA (Perfluorooctansäure) und PFOS (Perfluorooctansulfonat)) gefordert. Die bislang bekannt gewordenen Untersuchungsergebnisse weisen (gemessen am aufgeführten Grenzwert) eine geringe Belastung des verwerteten Klärschlammes mit PFT auf, Überschreitungen des oben aufgeführten Grenzwertes für den PFT-Gehalt in Klärschlämmen traten nur in Einzelfällen auf.

Um die Anreicherung von Schadstoffen aus Klärschlämmen in den beaufschlagten Böden abschätzen und bewerten zu können, hat das UBA in einer vergleichenden Studie (UBA 2007) Flächen mit Klärschlammdüngung und Flächen mit anderen Düngevarianten (z. B. Wirtschaftsdünger) untersuchen lassen. Dabei wurde festgestellt, dass der Klärschlammauftrag in einigen Fällen, bezogen auf die nicht mit Klärschlamm, aber größtenteils mit Wirtschaftsdüngern beaufschlagten Flächen, zu einer geringfügigen Erhöhung der Mittelwerte der Metallgehalte im Boden geführt hat. In Einzelfällen wurde sogar eine Erhöhung der Stoffgehalte oberhalb der Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutzverordnung gefunden.

Auch für die organischen Verbindungen Benzo[a]pyren (B[a]p), Σ PAK nach EPA, Organozinn- und Moschusverbindungen wurden Bodenreicherungen nach Klärschlammaufbringung festgestellt. Die Maximalwerte für B[a]p und PAK lagen dabei oberhalb der Vorsorgewerte der BBodSchV. Die leichte Abbaubarkeit von LAS und Phthalaten ist dafür verantwortlich, dass bei diesen Chemikalien in den untersuchten landwirtschaftlich genutzten Böden keine Anreicherungen nachgewiesen werden konnten. Für Nonylphenol und -ethoxylate lagen alle Messungen unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Auf den Klärschlammeinsatzflächen in Mecklenburg-Vorpommern wurden in den letzten fünf Jahren jährlich rund 3.500 Bodenproben auf den Schwermetallgehalt untersucht. Dabei werden zunehmend Flächen zum zweiten Mal untersucht, da nach der Erstuntersuchung in den 90er Jahren die Gültigkeit der Schwermetalluntersuchung abgelaufen war und vor einer erneuten Klärschlammaufbringung die Bodenuntersuchung auf den Schwermetallgehalt wiederholt werden musste. In diesen Untersuchungen sind die nachfolgend dargestellten mittleren Schwermetallgehalte im Boden gefunden worden (Abbildungen 52 und 53).

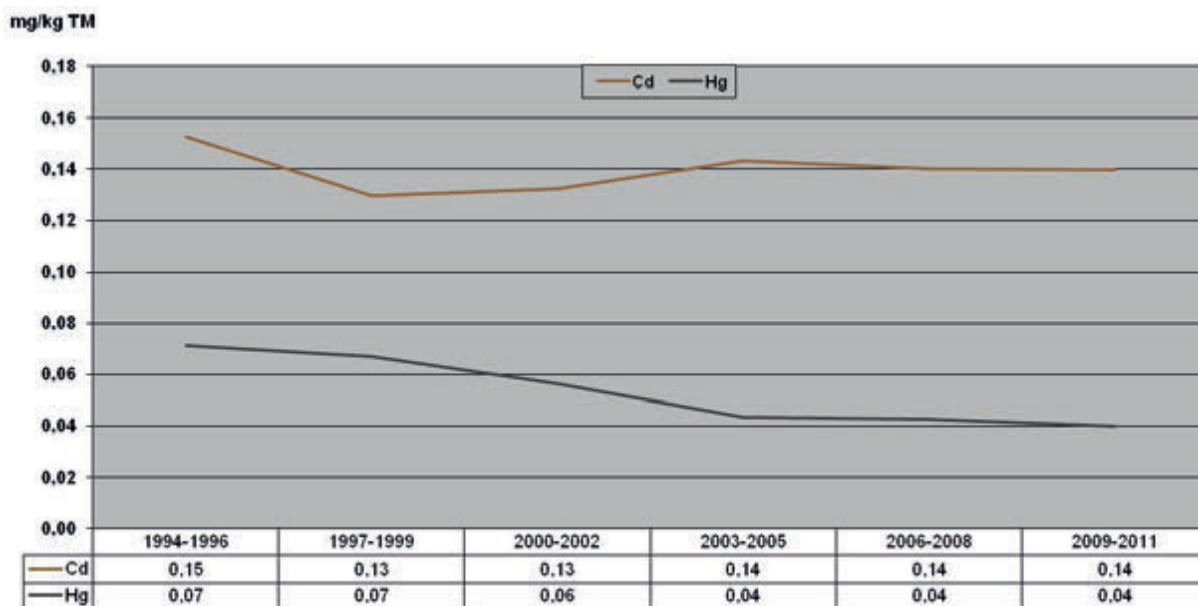


Abbildung 52: Entwicklung der mittleren Cadmium- und Quecksilber-Gehalte der Klärschlammeinsatzflächen in M-V (Datenerhebung der LFB, gewichtetes Dreijahresmittel, mg/kg TM)

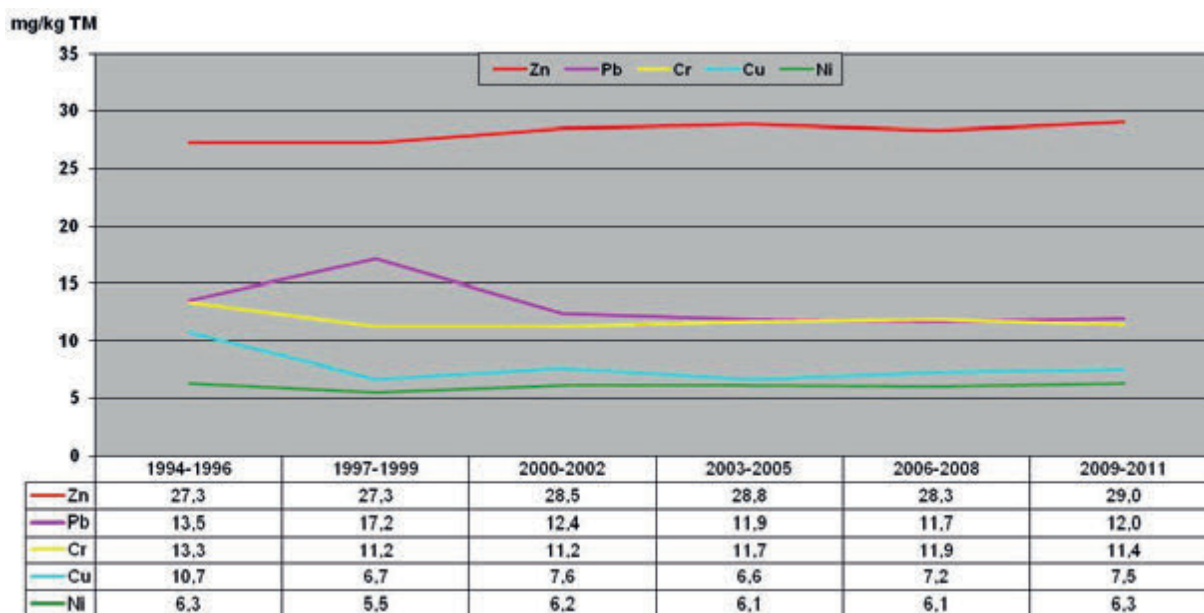


Abbildung 53: Entwicklung der mittleren Blei-, Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zink-Gehalte der Klärschlammeinsatzflächen in M-V (Datenerhebung der LFB, gewichtetes Dreijahresmittel, mg/kg TM)

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass auf den Klärschlammeinsatzflächen des Landes keine Zunahme der Schwermetallgehalte erkennbar ist, obwohl zunehmend Flächen in die Untersuchung einbezogen wurden, auf die in den letzten zehn Jahren Klärschlamm aufgebracht wurde.

Umweltstandards

Klärschlamm ist der bei der Behandlung von Abwasser in Abwasserbehandlungsanlagen einschließlich zugehöriger Anlagen zur Abwasserreinigung anfallende Schlamm, auch entwässert oder getrocknet oder in sonstiger Form behandelt. Sobald Klärschlamm die Kläranlage verlässt, unterliegt er dem Abfallrecht. Den abfallrechtlichen Rahmen bei der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung gibt die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) vor, zudem sind die düngerechtlichen Regelungen (DüV, DüMV) zu beachten.

§ 6 AbfKlärV begrenzt die maximale Aufbringungsmenge auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Böden auf 5 t TM/ha innerhalb von drei Jahren. Bei der landwirtschaftlichen Verwertung wird in Mecklenburg-Vorpommern im Mittel nur etwa die Hälfte der zulässigen Höchstmenge eingesetzt. Dies ist einerseits dadurch bedingt, dass Flächen aufgrund geringeren Nährstoffbedarfs entsprechend der DüV nicht mit der abfallrechtlich maximal zulässigen Aufbringungsmenge beschlammte wurden. Insbesondere beim Stickstoff wurde die Aufbringungsmenge durch spezielle Regelungen der DüV begrenzt. Für Klärschlammkomposte und –gemische gelten abweichende abfallrechtliche Regelungen.

§ 4 AbfKlärV enthält die qualitativen Vorgaben und Beschränkungen für die Klärschlammausbringung, u. a. die einzuhaltenden Grenzwerte für bestimmte Schadstoffe. Die Parameter und Grenzwerte der AbfKlärV gelten mittlerweile seit 1992 und entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik. Die AbfKlärV befindet sich auch deshalb in der Novellierung (3. Arbeitsentwurf; BMUB 2015). Mit dem 3. Arbeitsentwurf erfolgt eine Harmonisierung bestehender Schadstoffgrenzwerte mit den Vorgaben des Düngemittelrechts. Grenzwerte für weitere Schadstoffe werden eingeführt (siehe Tabelle 60). Hinsichtlich der zulässigen Schwermetallbelastung der beaufschlagten Böden greift der 3. Arbeitsentwurf auf die Vorsorgewerte des Anhangs 2 Nummer 4.1 BBodSchV zurück. Abgeleitet von dem Ziel, dass keine Anreicherung von Schadstoffen im Boden erfolgen darf, hat der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) im Jahr 2002 eigene Grenzwertvorschläge abgeleitet. Diese haben auch heute nicht an Aktualität verloren. Die EU-Kommission hat im Jahr 2000 ebenfalls Grenzwertvorschläge für organische Verbindungen und Dioxine vorgelegt.

Tabelle 60: Grenzwerte für Klärschlamm nach AbfKlärV 1992 sowie weitere Grenzwertvorschläge

Schadstoffe	Grenzwerte nach AbfKlärV 1992	Grenzwertvorschläge des BMUB 2015 (3. Arbeitsentwurf zur Novellierung der AbfKlärV)	Grenzwertvorschläge des SRU 2002 *	Vorgeschlagene Grenzwerte der EU 2000
	mg/kg TM			
Arsen		40		
Blei	900	150	100	
Cadmium	10 (5**)	1,5***	2	
Chrom	900		100	
Chrom ^{VI}		2		
Kupfer	800	900****	400	
Nickel	200	80	50	
Quecksilber	8	1	1,5	
Thallium		1		
Zink	2.500 (2.000**)	5.000****	1.200	
AOX	500	400	300	500
PCB 28	0,2	0,1	0,15	
PCB 52	0,2	0,1	0,15	
PCB 101	0,2	0,1	0,15	
PCB 138	0,2	0,1	0,15	
PCB 153	0,2	0,1	0,15	
PCB 180	0,2	0,1	0,15	
ΣPCB				0,8
PCDD/PCDF	100 ng (I-TE/kg TM)	30 ng (WHO-TEQ/kg TM)	30 ng (I-TE/kg TM)	
Benzo[a]pyren		1		
PAK				6
Perfluorierte Tenside (PFT/PFC)		0,1		0,1
LAS (Lineare Alkylbenzolsulfonate)				2.600
DEHP (Di(2-ethylhexyl)phthalat)				100
NPE (Nonylphenol und Nonylphenol-ethoxylate mit 1 oder 2 Ethoxygruppen)				50

* Bodenart „Lehm“

** leichte Böden nach § 4 Absatz 12 S. 2 AbfKlärV

*** Cd für Düngemittel ab P₂O₅ > 5 % = 50 mg/kg P₂O₅

**** entsprechend zulässigem Höchstgehalt nach Anlage 1 Abschnitt 4.1 Nummer 4.1.1 Spalte 6 Absatz 2 DüMV

Seit dem 1.1.2015 gelten für das Inverkehrbringen von Klärschlämmen die Grenzwerte nach Anlage 2 Tabelle 1.4 DüMV.

Mit der Novelle der DüMV vom 5.12.2012 wurden die Anforderungen an den Einsatz von synthetischen Polymeren geändert. Ab dem 1.1.2017 darf die Verwendung nur erfolgen,

soweit sich sämtliche Bestandteile und das Endprodukt um mindestens 20 % in zwei Jahren abbauen. Bis zum 31.12.2016 dürfen synthetische Polymere, die diesen Anforderungen nicht entsprechen, in den Verkehr gebracht werden. Gegenwärtig laufen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, um Polymere, die diesen Anforderungen an die Abbaubarkeit entsprechen, zu etablieren.

Tabelle 61: Schadstoffgrenzwerte nach DüMV Anlage 2 Tabelle 1.4

Schadstoff	Grenzwert mg/kg TM oder andere angegebene Einheit	Einschränkungen/Ergänzungen der Kennzeichnung/Hinweise
Arsen (As)	40	
Blei (Pb)	150	
Cadmium (Cd) Cadmium (Cd) für Düngemittel ab 5 % P ₂ O ₅ (FM)	1,5 50 mg/kg P ₂ O ₅	
Chrom (Cr ^{VI})	2	
Nickel (Ni)	80	
Quecksilber (Hg)	1,0	
Thallium (Tl)	1,0	
Perfluorierte Tenside (PFT)	0,1	Summe aus Perfluorooctansäure (PFOA) und Perfluorooctansulfonat (PFOS)
Summe der Dioxine und dl-PCB (WHO- TEQ 2005)*	30 ng	Bei Anwendung auf Grünland zur Futtermittelgewinnung und auf Ackerfutterflächen mit nichtwendender Bodenbearbeitung nach der Aufbringung, ausgenommen Maisanbauflächen, gilt ein Grenzwert von 8 ng. Bei Überschreitung des Grenzwertes von 8 ng ist im Rahmen der Hinweise zur sachgerechten Anwendung wie folgt zu kennzeichnen: „Keine Anwendung auf Grünland zur Futtermittelgewinnung und auf Ackerfutterflächen mit nichtwendender Bodenbearbeitung nach der Aufbringung, ausgenommen Maisanbauflächen.“

* Gilt nicht für Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft und Gärreste ohne Bioabfallanteil.

Mit dem 3. Arbeitsentwurf zur Novellierung der AbfKlärV (BMUB 2015) wird erstmals ein bundesweiter Ausstieg (eingeschränkt auf Kläranlagen >10.000 Einwohnerwert) aus der bodenbezogenen Klärschlammverwertung in einem Rechtssetzungsverfahren des Bundes diskutiert. Artikel 5 Nummer 4 (zur Änderung des § 3 Absatz 3) beauftragt alle Klärschlammhersteller, die anfallenden Klärschlämme ab dem 1.1.2025 einer Phosphorrückgewinnung zu unterziehen. Ausnahmen hiervon sollen für Klärschlämme aus Abwasserbehandlungsanlagen der Größenklassen 1, 2 oder 3 (Einwohnerwert ≤ 10.000) vorgesehen werden. Diese Regelung erfolgt in Umsetzung der Koalitionsvereinbarung zwischen CDU, CSU und SPD „Deutschlands Zukunft gestalten“ für die 18. Legislaturperiode, wonach die Klärschlammausbringung zu Düngezwecken beendet und Phosphor und andere Nährstoffe zurückgewonnen werden sollen. Die 55. ACK TOP 28/29 (Mai 2015) bekräftigt die Notwendigkeit des Ausstieges, verbunden mit der Rückgewinnung von Nährstoffen sowie eine Förderung von Technologien zur Phosphorrückgewinnung.

Bewertung

Die mittleren Schwermetallgehalte der Klärschlämme kommunaler Kläranlagen aus Mecklenburg-Vorpommern sind, außer bei Kupfer, seit 1992 deutlich zurückgegangen. Seit 2008 ist auch für Kupfer ein deutlicher Rückgang der Anzahl der Grenzwertüberschreitungen festzustellen. Dies ist insbesondere dadurch bedingt, dass Kläranlagen mit hohen Kupferbelastungen die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung eingestellt haben.

Hinsichtlich PCB wurden seit 1994 in keinem Fall die Grenzwerte für PCB-Kongenerere überschritten. Seit dem Jahr 2001 wurden in keinem aktuell anfallenden Klärschlamm Dioxinwerte über dem zulässigen Grenzwert (unter Berücksichtigung von Messungenauigkeiten) gefunden; ein über dem Grenzwert liegender Wert stammte aus der Untersuchung alter Lagerbestände. Beim Parameter AOX wurden in den letzten Jahren nur in Ausnahmefällen Überschreitungen des Grenzwertes festgestellt.

Damit liegt die Belastung der Klärschlämme in Mecklenburg-Vorpommern mit organischen Schadstoffen, die gemäß der AbfKlärV zu berücksichtigen sind, weiterhin auf einem konstant niedrigen Niveau.

Orientierende Untersuchungen zum Gehalt weiterer organischer Schadstoffe im Klärschlamm in Mecklenburg-Vorpommern ergaben, dass die von der EU vorgeschlagenen Grenzwerte teilweise nicht eingehalten werden konnten. Insbesondere die Grenzwerte für LAS und PAK wurden in einigen Klärschlämmen überschritten. Im Hinblick auf die vom BMUB 2015 vorgeschlagenen Grenzwerte für B[a]p und PFT ergaben sich keine Überschreitungen.

Grundsätzlich ermöglichen die geltenden Grenzwerte der AbfKlärV von 1992 Schadstoffanreicherungen im Boden, welche zur Überschreitung der Vorsorgewerte nach BBodSchV führen können. Damit steht die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm bei aktueller Rechtslage nicht im Einklang mit dem vorsorgenden Bodenschutz. Für Mecklenburg-Vorpommern besteht diese Gefährdung allerdings sehr eingeschränkt, da die derzeit zulässigen Grenzfrachten nur im Einzelfall ausgeschöpft werden (siehe oben).

Auch zeigen die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen auf den Klärschlammeinsatzflächen des Landes aktuell keine Zunahme der Schwermetallgehalte (einschließlich Kupfer).

Die deutlich niedrigeren Grenzwertvorschläge des BMU (2010) sind (mit der Ausnahme Kupfer) immer noch mindestens doppelt so hoch wie die aktuell ermittelten mittleren Schwermetallkonzentrationen in den Klärschlämmen aus Mecklenburg-Vorpommern.

Der mittlere Kupfergehalt 2012 von 489 mg/kg TM überschreitet deutlich den Grenzwertvorschlag des SRU, der sich an der Verhinderung von Schadstoffanreicherungen im Boden orientiert.

Mit dem 3. Arbeitsentwurf zur Novellierung der AbfKlärV (BMUB 2015) ist eine Harmonisierung der abfallrechtlichen Schadstoffgrenzwerte mit denen der DüMV vorgesehen. Damit verbunden ist eine Absenkung aber auch eine Zunahme zulässiger Schadstoffkonzentrationen. Die neuen Grenzwerte betragen bei einigen Schadstoffen nur einen Bruchteil der ursprünglich geltenden Grenzwerte (z. B. Quecksilber nur ein Achtel). Für Kupfer und Zink wird jedoch – als Spurennährstoffe – eine deutliche Erhöhung der Einträge zugelassen.

Bereits seit dem 1.1.2015 müssen bei der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung die schärferen Schadstoffgrenzwerte der DüMV eingehalten werden. Im Mittel der aktuell vorliegenden Klärschlammuntersuchungsergebnisse werden die vorgesehenen Grenzwerte der DüMV gegenwärtig bis zu 66 % ausgeschöpft (insbesondere bei Quecksilber). Ausgehend davon, dass sich die Grenzwertvorschläge des SRU an der Verhinderung von Schadstoffanreicherungen im Boden orientieren, ist die im 3. Arbeitsentwurf vorgesehene Anhebung der zulässigen Grenzwerte für Kupfer und Zink kritisch zu sehen. Auch wenn der

„Problemstoff“ Kupfer ein Spurennährstoff ist und chronische Kupfertoxizität beim Menschen kaum bekannt ist (Scheffer/Schachtschabel 1998), wäre seine Anreicherung im Boden angesichts der Schädigung von Bodenfauna und –flora bei höheren Konzentrationen nicht akzeptabel.

Unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Schadstoffbelastung wird in Mecklenburg-Vorpommern ein Anteil von ca. 30 % des Klärschlammfalls diese Grenzwerte nicht einhalten (LM und WM 2013). Dieser Anteil (überwiegend bedingt durch erhöhte Quecksilber- und Cadmiumgehalte) kann nicht mehr zu Düngezwecken eingesetzt werden und ist alternativ zu entsorgen.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Abwasserbehandlungsanlagen die Schadstoffbelastung des Klärschlammes absenken werden (z. B. Einleiterüberwachung, Auswahl schadstoffarmer Einsatzstoffe). Ähnlich gestaltete sich zu Beginn der 1990er Jahre die Situation bedingt durch erhöhte Dioxingehalte im Klärschlamm. Den Anlagenbetreibern ist es jedoch im Laufe der Jahre gelungen, die Dioxinbelastung der Klärschlämme stark zu mindern und damit die landwirtschaftliche Verwertung zu ermöglichen. Auch gegenwärtig sind Anstrengungen von Anlagenbetreibern erkennbar, den anfallenden Klärschlamm mit höherer Analysedichte auf die Schadstoffbelastung zu untersuchen. Damit ist das Ziel verbunden, Klärschlammportionen mit Grenzwertüberschreitungen zu erkennen und von der landwirtschaftlichen Verwertung auszugrenzen um im Gegenzug die landwirtschaftliche Verwertung des schadstoffarmen Klärschlammes fortführen zu können.

Bei der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung wird gegenwärtig akzeptiert, dass es insbesondere bei den organischen Schadstoffen eine Vielzahl von Stoffen gibt, deren Auswirkungen auf das Ökosystem Boden einschließlich anliegender Gewässer noch nicht beurteilt werden kann. Der PFT-Skandal im Jahr 2006 hat nicht nur gezeigt, dass bis dahin kaum beachtete Schadstoffe plötzlich von erheblicher Relevanz sein können, sondern auch, dass bei der Klärschlammverwertung (wie in allen Wirtschaftsbereichen bei ausreichendem Gewinnanreiz) bewusste Rechtsverstöße erfolgen und dass eine über große Entfernung tätige oder länderübergreifende Kreislaufwirtschaft nur schwer kontrollierbar ist. Vor diesem Hintergrund sollten bei der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlamm regionale und überschaubare Kreisläufe bevorzugt werden.

Der wirtschaftliche Nutzen der Klärschlammausbringung wird auch in Mecklenburg-Vorpommern hauptsächlich mit der Rückführung von Phosphor als Pflanzennährstoff begründet. Jedoch sollte die damit einhergehende Gefahr des Einbringens von bekannten, aber auch noch unbekanntem Schadstoffen im Boden minimiert und auf Dauer ausgeschlossen werden. Kenntnisse über weitere Schadstoffe im Klärschlamm (Vorkommen und ökotoxikologische Wirkungen), insbesondere bei organischen Schadstoffen, Arzneimitteln und hormonell wirksamen Substanzen sind noch unzureichend. In letzter Konsequenz dürften nur Verfahren genutzt werden, bei denen Phosphor vor oder nach einer thermischen Behandlung aus dem Klärschlamm abgetrennt wird. Daher ist letztendlich ein Wechsel von der bisher überwiegend landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung zu einer thermischen Klärschlammbehandlung zielführend.

Qualitäts- und Handlungsziele

Langfristiges Ziel ist der Ausstieg aus der bodenbezogenen Klärschlammverwertung. Hierzu sind rechtliche Vorgaben zu erarbeiten.

Für die Übergangszeit gelten folgende Qualitäts- und Handlungsziele:

Mittelfristiges Ziel ist es, die bodenbezogene Klärschlammverwertung auf ein Minimum zu reduzieren. Wirtschaftlich zu betreibende Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Abwasser und Klärschlamm sind weiter voranzubringen.

Ziel ist es, die Schadstoffgehalte in Klärschlämmen weiter zu reduzieren.

Ziel ist es, für die landwirtschaftliche Verwertung ausschließlich schadstoffarmen Klärschlamm mit hohen Nährstoffgehalten zu nutzen, der einer umfassenden und herkunftsbezogenen Qualitätssicherung unterliegt.

Ziel ist es, in M-V Klärschlämme vorrangig regional aus Kläranlagen des Landes M-V landwirtschaftlich zu verwerten.

Ziel ist es, eine duale Strategie einzuführen: Nur qualitativ hochwertige Schlämme aus M-V dürfen zur Schließung der Stoffkreisläufe weiterhin in der Landwirtschaft ausgebracht werden. Für alle weiteren Klärschlämme werden Entsorgungsalternativen genutzt. Bestrebungen zur Entwicklung von Entsorgungsalternativen in M-V sollen unterstützt werden.

Sofern Phosphor nicht durch vorgeschaltete Verfahren zur Rückgewinnung aus dem Abwasser oder Schlamm abgetrennt wird, sind thermische Entsorgungsmöglichkeiten mit Phosphorrecycling aus der Klärschlammasche zu prüfen.

Für Klärschlammeinsatzflächen soll ein erweitertes Bodenmonitoring initiiert werden.

3.1.3.4 Bioabfälle

Bioabfälle sind biologisch abbaubare pflanzliche, tierische oder aus Pilzmaterialien bestehende

- Garten- und Parkabfälle,
- Landschaftspflegeabfälle,
- Nahrungs- und Küchenabfälle aus Haushaltungen, aus dem Gaststätten- und Cateringgewerbe, aus dem Einzelhandel und vergleichbare Abfälle aus Nahrungsmittelverarbeitungsbetrieben sowie
- Abfälle aus sonstigen Herkunftsbereichen, die mit den zuvor genannten Abfällen nach Art, Beschaffenheit oder stofflichen Eigenschaften vergleichbar sind.

Bioabfälle können u. a. zur Düngung und Bodenverbesserung, der Energiegewinnung oder in anderen Bereichen eingesetzt werden.

Bei der Behandlung von Bioabfällen, die zum Zwecke der Düngung oder Bodenverbesserung eingesetzt werden sollen, ist zwischen Kompostierung bzw. Rotte (aerober biologischer Abbau) und Vergärung (anaerober biologischer Abbau) zu unterscheiden.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Die insgesamt in Mecklenburg-Vorpommern in Kompostierungs- und Vergärungsanlagen eingesetzte Abfallmenge ist in den letzten Jahren deutlich angestiegen. 1999 lag der Wert noch bei rund 346.000 t, 2012 bei rund 494.000 t. Bei den eingesetzten Abfällen handelt es sich überwiegend um

- Garten- und Parkabfälle, Landschaftspflegematerial,
- Abfälle aus der Biotonne,
- Abfälle aus der Verarbeitung von pflanzlichen und tierischen Stoffen aus der Lebens-, Genuss- oder Futtermittelherstellung, der Energiegewinnung, der stofflichen Verarbeitung, der Verarbeitung von Heil- und Gewürzpflanzen sowie
- sonstige Abfälle.

Ein Großteil der Bioabfälle aus Kompostierungs- und Vergärungsanlagen wird über den Einsatz im landwirtschaftlichen Bereich, im Garten- und Landschaftsbau sowie im privaten Bereich auf Böden verwertet.

Komposte zeichnen sich durch die Bodenstruktur verbessernde Bestandteile (organische Substanz) bei vergleichsweise geringen Nährstoffgehalten aus. Die Anteile der einzelnen Nährstoffe schwanken je nach Ausgangsmaterial. In Mecklenburg-Vorpommern wurden im Jahr 2013 Bioabfälle in 37 Kompostierungsanlagen eingesetzt (LUNG 2013).

Die Verwertungswege der im Land erzeugten Komposte aus Bioabfällen werden anhand der Angaben der Anlagenbetreiber statistisch erfasst. Demnach wird ein wesentlicher Teil der im Land erzeugten Komposte im Kleinverbraucherbereich sowie im Landschaftsbau eingesetzt. Darüber hinaus nicht absetzbare Mengen werden in der Land- und Forstwirtschaft (einschließlich Gartenbau) verwertet (Abbildung 54). Eine weitergehende Untergliederung in der statistischen Erfassung erfolgt nicht. Insofern ist die Aussagekraft der Kompostabgabe hinsichtlich der Mengen, die in Mecklenburg-Vorpommern auf dem Boden angewendet werden, stark eingeschränkt. In den letzten Jahren zeichnet sich für die zur Verwertung abgegebenen Kompostmengen ein sinkender Trend ab. 2012 wurden ca. 67.000 t Kompost verwertet.

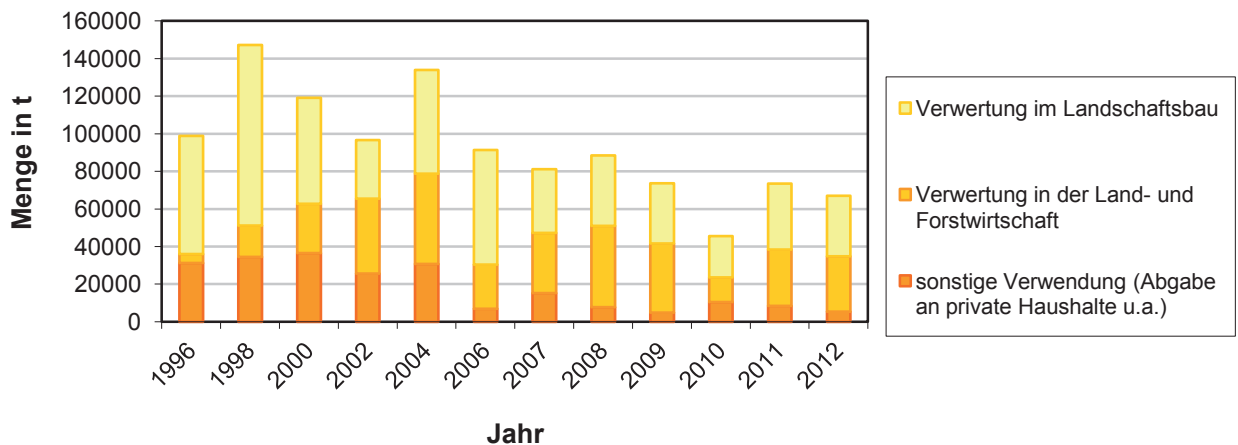


Abbildung 54: Verwertungswege von in M-V erzeugten Komposten aus Kompostierungsanlagen (Statistisches Amt M-V 2011 und 2014)

Mit der Zunahme der in Mecklenburg-Vorpommern betriebenen Biogasanlagen nimmt auch die Menge der anfallenden Gärreste zu. Zum Jahresbeginn 2014 wurden in Mecklenburg-Vorpommern 251 Biogasanlagen (nach der 4. BImSchV) betrieben (WM 2014). In diesen Biogasanlagen werden vor allem tierische Wirtschaftsdünger (Gülle, Festmist, Geflügelkot) und nachwachsende Rohstoffe von landwirtschaftlichen Flächen (Getreide, Gras, Mais) verarbeitet. 2014 gab es in Mecklenburg-Vorpommern acht Biogasanlagen, die Bioabfälle einsetzen.

Angaben zu den Mengen aus Biogasanlagen, die Bioabfälle und tierische Nebenprodukte verarbeiten, werden im Rahmen der Meldepflichten nach Bioabfallverordnung durch die Staatlichen Ämter für Landwirtschaft und Umwelt und der zuständigen landwirtschaftlichen Fachbehörde (LFB) erfasst.

2012 sind laut Betreiberangaben aus diesen Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern rund 339.000 t Gärreste vollständig zur Verwertung in der Landwirtschaft abgegeben worden (LUNG 2015).

Schwermetalluntersuchungen für gütegesicherte Komposte aus Mecklenburg-Vorpommern liegen aus dem Jahr 2014 vor. Im Vergleich zu den bundesweiten Kompostmittelwerten 2014 weisen die beprobten Komposte geringere Medianwerte bei den Schwermetallgehalten auf.

Tabelle 62: Schwermetallgehalte von gütegesicherten Grüngut- und Bioabfallkomposten aus M-V und Deutschland 2014 (Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. 2015)

Schwermetall	Grüngut- und Bioabfallkompost in Deutschland (N = 3.039) und in M-V (N = 24)					
	Median [mg/kg TM]		10% Perzentil [mg/kg TM]		90% Perzentil [mg/kg TM]	
	BRD	M-V	BRD	M-V	BRD	M-V
Pb	29,0	24,7	17,3	15,97	50,0	32,09
Cd	0,37	0,32	0,23	0,1992	0,61	0,4133
Cr	20,2	16,25	12,9	10,052	32,0	31,93
Cu	37,0	31,1	24,0	16,78	59,3	72,37
Ni	12,6	7,42	6,1	4,804	23,0	9,588
Hg	0,09	0,085	0,05	0,07	0,17	0,127
Zn	158,0	142	111,0	115,8	230,0	184,4

Im Vergleich zu Bioabfallkomposten besitzen Gärreste wesentlich niedrigere Trockensubstanzgehalte. Feste Gärreste sind den Komposten bezüglich ihrer Inhaltsstoffe nur bedingt ähnlich. Insbesondere die höheren Stickstoffgehalte und das enge C/N-Verhältnis bewirken im Gegensatz zu den Komposten eine sehr hohe und schnelle Umsetzung nach der Anwendung und damit eine deutlich bessere Düngewirkung. Die Wirkung auf den Humusgehalt ist dagegen im Vergleich zu den Komposten weniger nachhaltig.

Flüssige Gärreste weisen im Vergleich zum Kompost, bezogen auf den Trockenmassegehalt, deutlich höhere Nährstoffgehalte (Stickstoff, Phosphor, Kalium), aber auch viel höhere Zink- und Kupfergehalte auf. Die Ursachen hierfür liegen neben den Ausgangsstoffen (überwiegend tierische Ausscheidungen, vor allem Gülle, eventuell Fettabfälle) vor allem in der Aufkonzentration der Nähr- und Schadstoffe durch den intensiven Abbau der organischen Verbindungen bei der Vergärung (UBA 2007). Gegenüber dem Kompost ist die Fracht an Schadstoffen, die bei der Ausbringung auf die Flächen gelangt, deutlich geringer. Die Vorgaben der DüV beschränken hier den mengenmäßigen Einsatz (t/ha) von Gärresten so stark, dass die zulässige Menge von 30 t/ha TM in drei Jahren im Vergleich zum Kompost maximal zu 10 – 20 % durch den Gärrest ausgeschöpft wird.

Hinsichtlich der organischen Schadstoffe hat das Umweltbundesamt (2007) ermittelt, dass Gärreste aus der Bioabfallbehandlung hohe Gehalte an LAS, Nonylphenol und Nonylphenoethoxylaten aufwiesen, die den vorgeschlagenen Grenzwert der EU-Klärschlammverordnung (50 mg NP/NPEO/kg TM) um ein Vielfaches überschreiten. In Komposten hingegen werden die in den Einsatzstoffen vorhandenen organischen Schadstoffe weitestgehend aerob abgebaut. Die Phtalatgehalte der untersuchten Gärreste lagen im Mittel der untersuchten Proben über den Werten von Komposten, bei denen die Werte jedoch stärker streuen (0,4 – 244 mg/kg TM) und im Einzelfall den EU-Grenzwertvorschlag für Klärschlämme von 100 mg/kg TM überschreiten.

Tabelle 63: Mittelwerte für Gärreststoffe aus Deutschland (87 Anlagen mit flüssigen und 10 Anlagen mit festen Gärreststoffen) im Vergleich zu Bioabfallkomposten (UBA 2007)

Parameter	Maßeinheit	Kompost- mittelwert 2002	Gärreststoffmittelwerte 2003			
			Mittelwerte		% zu Kompost	
			flüssig	fest	flüssig	fest
Trockensubstanzgehalt	% FM	64,7	5,2	38,8	8,0	60,0
Glühverlust (organische Substanz)	% TM	37,3	64,6	52,5	173,2	140,8
basisch wirksame Bestandteile (CaO)	% TM	4,79	4,94	9,48	103,1	197,9
Stickstoff, gesamt N	% TM	1,52	11,03	2,14	725,7	140,8
Phosphat, gesamt P ₂ O ₅	% TM	0,83	4,51	1,95	543,4	234,9
Kaliumoxid, gesamt K ₂ O	% TM	1,26	6,62	1,15	525,4	91,3
Magnesiumoxid, gesamt MgO	% TM	0,84	1,14	0,92	135,7	109,5
Blei	mg/kg TM	46,4	11,2	32,1	24,1	69,2
Cadmium	mg/kg TM	0,474	0,381	0,488	80,4	103,0
Chrom	mg/kg TM	25,3	17,4	22,1	68,8	87,4
Kupfer	mg/kg TM	57,7	158,1	53,4	274,0	92,5
Nickel	mg/kg TM	16,3	11,6	14,8	71,2	90,8
Quecksilber	mg/kg TM	0,156	0,130	0,148	83,3	94,9
Zink	mg/kg TM	203,7	560,0	198,8	274,9	97,6

Aufgrund der im Vergleich zum Kompost nährstoffbedingt geringeren Aufbringungsmengen ist der Eintrag von Schadstoffen durch feste und flüssige Gärreste bezogen auf eine Flächeneinheit jedoch wesentlich geringer als bei der Anwendung von Komposten (30 t TM/ha*3 Jahre) und Klärschlämmen (5 t TM/ha*3 Jahre).

Umweltstandards

Die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden unterliegt neben den Vorschriften der Bioabfallverordnung (vgl. § 1 Absatz 1 Nummer 1 BioAbfV) auch den Vorschriften der DüMV. Daneben ist die DüV zur Sicherung eines pflanzenbaulich- und umweltgerechten Einsatzes zu berücksichtigen.

Für die **Schwermetallgehalte** in den Bioabfällen sind, in Abhängigkeit von der Aufbringungsmenge, in der BioAbfV die in Tabelle 64 aufgelisteten Grenzwerte gesetzlich verankert. Gemäß § 6 Absatz 1 BioAbfV dürfen unbeschadet düngemittelrechtlicher Regelungen innerhalb von drei Jahren maximal 20 Tonnen Bioabfälle (TM) je Hektar aufgebracht werden, wenn die Grenzwerte aus § 4 Absatz 3 Satz 1 BioAbfV eingehalten werden. Werden die niedriger bemessenen Grenzwerte des § 4 Absatz 3 Satz 2 BioAbfV nicht überschritten, kann die zulässige Aufbringungsmenge bis zu 30 Tonnen je Hektar innerhalb von drei Jahren betragen.

Ebenso enthält die Verordnung (EG) Nr. 889/2008 zur Durchführung der EG-Öko-Basisverordnung (EG) Nr. 834/2007 Höchstgehalte für Schwermetalle in kompostierten oder fermentierten Haushaltsabfällen, die beim Einsatz als Düngemittel und Bodenverbesserer im ökologischen Landbau einzuhalten sind.

Tabelle 64: *Schwermetall-Grenzwerte der Bioabfallverordnung (BioAbfV) und Höchstgehalte der Verordnung (EG) NR. 889/2008*

	Bioabfallverordnung		Verordnung (EG) Nr. 889/2008
	§ 4 Absatz 3 Satz 1	§ 4 Absatz 3 Satz 2	
	mg/kg TM		
Blei	150	100	45
Cadmium	1,5	1	0,7
Chrom (insgesamt)	100	70	70
Chrom (VI)	-	-	0
Kupfer	100	70	70
Nickel	50	35	25
Quecksilber	1	0,7	0,4
Zink	400	300	200

Auf Grundlage von Untersuchungsreihen in Mecklenburg-Vorpommern haben Kape, Finke und Pöplau 2004 für die Schwermetallgehalte in Gärsubstraten folgende Richtwerte abgeleitet:

Tabelle 65: Richtwerte für die Schwermetallgehalte [mg/kg TM] in Gärsubstraten von M-V (Kape et al. 2004)

Inputmaterial	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn
Gülle + landwirtschaftliche Produktionsabfälle	2,1	0,30	6,1	203	4,8	0,14	393
Gülle + biogene Abfälle pflanzlicher Herkunft	< 5,0*	0,36	6,7	405	12,0	< 0,10*	370
Gülle + biogene Abfälle pflanzlicher und tierischer Herkunft	3,8	0,28	21,0	217	13,0	0,07	574
Gülle + biogene Abfälle pflanzlicher und tierischer Herkunft + Klärschlamm	17,0	0,42	18,0	360	20,0	0,47	690

< * - unklare Angabe aus der Datenvorlage

Zu **organischen Schadstoffen** in Komposten und Gärresten aus Bioabfällen gibt es in der BioAbfV keine Grenzwerte bzw. Höchstgehalte, da entstehungsbedingt nur die organischen Schadstoffe erwartet werden, die der ubiquitären Hintergrundbelastung entsprechen. Die DüMV macht dagegen Vorgaben für zulässige Gehalte an perfluorierten Tensiden und die I-TE Dioxinen und dioxinähnlichen PCB.

In den Jahren 2009 – 2013 wurden von der Düngemittel- und Bioabfallverkehrskontrolle in Mecklenburg-Vorpommern 32 Bioabfälle bzw. 6 organische Düngemittel, die Bioabfälle enthielten, auf die Gehalte an perfluorierten Tensiden und I-TE Dioxinen und dioxinähnlichen PCB untersucht. Während bei den I-TE Dioxinen und dioxinähnlichen PCB keine Überschreitungen der Grenzwerte der DüMV festgestellt wurden, ergaben die Untersuchungen der perfluorierten Tenside in 4 Chargen (Lagerbehälter) aus einer Biogasanlage Werte über dem zulässigen Grenzwert der DüMV, so dass die Abgabe zur Aufbringung auf den Boden per Anordnung untersagt werden musste.

Bewertung

Ein Vergleich der Schwermetallgehalte deutscher Komposte (Tabelle 62) zeigt, dass die Schwermetalle unter den zulässigen Höchstgehalten nicht nur der BioAbfV, sondern auch der Verordnung (EG) Nr. 889/2008 liegen. Somit ist die Gabe von Bioabfallkomposten als Humusbildner hinsichtlich der Schwermetallgehalte aus Sicht des Bodenschutzes vertretbar. Hinsichtlich der Frachten an Schwermetallen können aber vergleichbare bzw. höhere Mengen aufgebracht werden, so dass die beim Klärschlamm gemachten Aussagen zur Belastung von Böden (siehe Kapitel 3.1.3.3) an dieser Stelle für Komposte und Gärreste aus Bioabfällen ebenfalls relevant sind.

Feste und flüssige Gärprodukte zeigen allgemein bei der Bewertung nach den Grenzwerten der BioAbfV deutliche Unterschiede. Während die festen Gärprodukte hinsichtlich der Schwermetallgehalte ähnlich zu bewerten sind wie Bioabfallkomposte, können die meisten Anlagen mit flüssigen Gärprodukten diese Grenzwerte (insbesondere Zink und Kupfer) nicht einhalten (UBA 2007), bringen aber insgesamt eine geringe Schadstofffracht auf die Fläche.

Auch wenn bei Bioabfallkomposten davon auszugehen ist, dass die Gehalte an organischen Schadstoffen der ubiquitären Hintergrundbelastung entsprechen, bestehen doch größere Unsicherheiten bei Komposten aus Anlagen, zu deren Input Abfälle aus der Bioabfallsammlung gehören, da hier von Fehlwürfen auszugehen ist. Hinsichtlich der Datenlage gibt es für diese Komposte Defizite (UBA 2007). Auch bestehen Unsicherheiten bei der Erfassung von Stoffströmen und Verwertungswegen bei Komposten und Gärresten aus Bioabfällen (bedingt durch die rechtlichen Vorgaben).

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist es, die Schadstoffgehalte und Fremdstoffanteile (Fehlwürfe) in Komposten und Gärresten weiter zu reduzieren.

Ziel ist es, ein Verwertungsmanagement für Komposte und Gärreste einzuführen, um die Ausbringung zu optimieren und Schadstoffkonzentrationen zu vermeiden.

3.1.3.5 Bodenaushub und Baggergut

Beschreibung des Ist-Zustandes

Bodenaushub

Bodenaushub, der insbesondere beim Straßenbau und bei der Gestaltung von größeren Freizeit- bzw. Erholungsanlagen anfällt, besitzt in der Regel eine ähnliche Zusammensetzung wie die anstehenden Böden des Landes (siehe Kapitel 2.1.1). Lediglich im Bereich von entwässerten Seen und Feuchtgebieten fällt Bodenaushub an, der in seiner Zusammensetzung den limnischen Sedimenten ähnelt und hohe Gehalte an Organik bzw. Kalk enthalten kann. Diese werden vor allem im Bereich der Landwirtschaft verwertet, während vorwiegend mineralischer Bodenaushub wiedereingebaut wird oder im Bereich der Landschaftsgestaltung Verwendung findet.

Über landwirtschaftlich verwertete Mengen liegen keine landesweiten Angaben vor.

Baggergut

Baggergut ist Bodenmaterial, das im Rahmen von Unterhaltungs-, Neu- und Ausbaumaßnahmen aus Gewässern entnommen wird. Es kann aus Sedimenten und subhydrischen Böden der Gewässersohle, aus Böden und deren Ausgangssubstraten im unmittelbaren Umfeld des Gewässerbettes oder auch aus Oberböden im Ufer- bzw. Überschwemmungsbereich des Gewässers bestehen (DIN 19731).

Baggergut – marine/brackige Substrate

Marine und brackige Substrate bestehen meist aus Sanden und Schlicker sowie Mergel und Mudden. Der organische Anteil (TOC), aber auch der Kalkgehalt können in sehr feinkörnigen Substraten über 10 % betragen. Feinkörnige Substrate (Schlicke, Mudden) weisen meist sehr hohe Nährstoffgehalte auf.

Der Gehalt an Schwermetallen und organischen Schadstoffen in den Küstengewässersedimenten ist, von lokal erhöhten Werten abgesehen, als gering einzuschätzen. Er variiert zudem je nach Anteil des Feinbodens bzw. des organischen Materials. Die Verfügbarkeit der Schwermetalle wird dabei vor allem von den bestehenden Redoxverhältnissen und dem pH-Wert (Kalkgehalt) im Sediment bestimmt. Bei Zink werden z. T. erhöhte Werte festgestellt. Lokal begrenzt auf Werften und Häfen, dies betrifft vor allem Marinas und kleine Häfen, können erhöhte Konzentrationen von zinnorganischen Verbindungen auftreten.

Baggergut aus marinen und brackigen Gewässern enthält hohe Konzentrationen an Chlorid-Ionen, die bei einer Verwertung in der Landwirtschaft zu berücksichtigen sind. Damit ist der Chloridgehalt meist der limitierende Faktor für dessen Einsatz (STZ 2011, STZ 2014).

Baggergut - limnische Substrate

Im Gegensatz zu marinen Substraten weisen limnische Substrate oft einen vergleichsweise geringen Tongehalt auf (Ausnahme bei Ton- und Schluffmudden). Der organische Anteil und der Kalkgehalt (CaO) können mehr als 30 % betragen. Im Ergebnis einer Untersuchung von 50 Seen in Mecklenburg-Vorpommern betrug der Mittelwert der organischen Substanz der Sedimente 27,5 %, für Gesamtstickstoff ca. 13 mg/kg TM und für Gesamtphosphat-Phosphor etwa 1,35 mg/kg TM (TÜV Nord Umweltschutz GmbH 1999).

Die Schadstoffverteilung in limnischen Substraten hat ihren Schwerpunkt in den Flusssedimenten (Kapitel 3.1.2) und in Sedimenten aus Teichen und Seen, die durch anthropogene Einträge beeinflusst wurden. Hohe Schwermetallbelastungen weisen z. B. die Elbsedimente auf, vorrangig für Zink und Cadmium. Neben diesen treten zusätzlich Chrombelastungen in der Elde auf. Hohe Zinkwerte sind in der Sude nachgewiesen worden. Stehende Gewässer zeigen keine oder nur sehr geringe Schwermetallkontaminationen. Es können hier jedoch gelegentlich höhere Organochlorpestizid-Konzentrationen festgestellt werden (LUNG 1999). PCB, PAK, Kohlenwasserstoffe, PCDD/PCDF und Organozinnverbindungen (TBT) konnten ebenfalls in unterschiedlicher Konzentration nachgewiesen werden.

Aufkommen an Baggergut

In Mecklenburg-Vorpommern fällt jährlich projekt- und maßnahmeabhängig marines und limnisches Baggergut in unterschiedlichsten Größenordnungen an. Das marine Baggergut wird überwiegend subaquatisch verbracht. Verbringung von Baggergut an Land erfolgt auf Spülfeldern. Nach Austrocknung bzw. Reife kann das Baggergut - sofern geeignet - zur Düngung und Bodenverbesserung, im Landschaftsbau oder in der Bauwirtschaft verwertet werden. Der überwiegende Anteil wird aus Bundeswasserstraßen gebaggert und unterliegt damit der Sachherrschaft des Bundes.

Belastbare landesweite Erhebungen zum Gesamtaufkommen von Baggergut liegen für Mecklenburg-Vorpommern nicht vor.

Aus Seenbaggerungen (limnisches Baggergut) können beginnend ab 1990 nachfolgende Zahlen benannt werden:

Tabelle 66: *Substrate aus Seenbaggerungen in M-V seit 1990 (LM 2015)*

See	Zeitraum	Menge [T m ³]
Schlosssee Buggenhagen	1994-1996	160
Radelsee	1997	31
Neustädter See	1999	25
Wolkowsee	2003	14
Dammsee	2003-2004	32
Schmachter See	2004-2007	300
Kirch Rosiner See	2005	5
Stresower See	2006-2007	38
Wotrumer See	2010-2011	5
Duckwitzer See	2011	17
Pannekower See	2011	75
Ivenacker See	2012-2013	63
Strasburger Stadtsee	2013	27
Teterower See	2013	160
Penkuner Seenkette	2013-2014	120

Wenn die physikalisch-chemischen Eigenschaften einschließlich Schadstoffgehalte des Baggergutes es zulassen, ist eine stoffliche Verwertung anzustreben.

Der erreichte Grad der Verwertung von Baggergut aus Bundeswasserstraßen ist in Mecklenburg-Vorpommern gegenwärtig gering.

Baggergut aus limnischen Substraten wird in der Regel nach Trocknung in Spülfeldern einer Verwertung zugeführt. Die Entsorgung ist hier integrierter Projektbestandteil.

Das marine Baggergut aus den Spülfeldern kann aufgrund seiner physikalisch-chemischen Eigenschaften als Bodensubstrat, als Bodenverbesserungsmittel sowie zur Düngung auf

landwirtschaftlichen Flächen (insbesondere auf Böden mit geringer Bodenwertzahl) und im Landschaftsbau verwertet werden. Der hohe Gehalt an Ton und Schluff sowie an organischem Kohlenstoff und die günstige Kationenaustauschkapazität ermöglichen eine Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit bzw. die Reduzierung des Nährstoff- und Kalkeinsatzes. Verbessert werden durch eine bedarfsgerechte Aufbringung von Baggergut unter anderem das Sorptions- und Wasserhaltevermögen, die Bearbeitbarkeit der Standorte und die Vielseitigkeit der Anbaumöglichkeiten. Zusätzlich gibt es Einsatzmöglichkeiten in der Kuppenmelioration und bei der Verbesserung des Erosionsschutzes. Die aufzubringende Menge richtet sich dabei nach den Verwertungszielen, den Schadstoffgehalten, den Schadstofffrachten und den Frachten für Nährstoffe bzw. Kalk sowie dem Gehalt an organischer Substanz. Aufgrund der hohen Nährstoff-, Chlorid- bzw. Kalkgehalte wird die Aufbringungsmenge oft durch diese Frachten begrenzt, während die zulässigen Schadstofffrachten noch nicht erreicht werden (STZ 2007).

Potentielle Einsatzstandorte für eine flächenhafte Ausbringung des Baggerguts sind in Mecklenburg-Vorpommern die sorptionsschwachen, grundwasserfernen Standorte (sog. D1a bis D3a-Standorte). Die Fläche dieser Standorte beträgt etwa 2.500 km², das entspricht etwa 18,0 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche (LUNG 2013).

Über landwirtschaftlich verwertete Mengen liegen keine landesweiten Angaben vor.

Umweltstandards

Bodenaushub und Baggergut – sofern sich sein Besitzer ihrer entledigt, entledigen will oder entledigen muss (§ 3 Absatz 1 KrWG), die verwertet werden, sind Abfall zur Verwertung. Sofern es am abfallrechtlichen Entledigungstatbestand des § 3 Absatz 1 KrWG fehlt oder die Voraussetzungen für ein Nebenprodukt nach § 4 Absatz 1 KrWG oder das Ende der Abfalleigenschaft nach § 5 Absatz 1 KrWG vorliegen, ist eine Einordnung außerhalb des Abfallregimes möglich.

Bei einer Verwertung im Bereich der Landwirtschaft zur flächenhaften Düngung oder Bodenverbesserung ist das Düngerecht anzuwenden. Gemäß DüMV werden „Bodenmaterial natürlicher Herkunft“, „Sand“, „Ton“, „Aufbereitung von Wiesenkalken, Mergel“ als Ausgangsstoff für Düngemittel, Bodenhilfsstoffe bzw. Kultursubstrate benannt und haben damit den Anforderungen des Düngerechtes zu genügen. Verbindliche Grenzwerte für Schadstoffgehalte sind in der Anlage 2, Tabelle 1.4 DüMV aufgeführt, Obergrenzen für die zulässigen Nährstoffmengen bei der Verwendung im Bereich der Düngung ergeben sich aus den Vorgaben der DüV.

Kann Baggergut oder Bodenaushub nicht unmittelbar in das Düngerecht eingeordnet und als Düngemittel oder Kultursubstrat verwertet werden, kann eine landwirtschaftliche Verwertung auf Grundlage des Bodenschutzrechtes in Betracht kommen. Dabei sind die düngerechtlichen Anforderungen zu beachten.

Bei Verwertung von Baggergut oder Bodenaushub auf Böden nach Bodenschutzrecht sind insbesondere die Anforderungen des §12 BBodSchV zu berücksichtigen. Zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht dürfen nur Bodenmaterial sowie Baggergut nach DIN 19731 und Gemische von Bodenmaterial mit solchen Abfällen, die die Anforderungen nach § 11 KrWG erlassenen Verordnungen erfüllen, auf- und eingebracht werden.

Das Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht oder zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht im Rahmen von Rekultivierungsvorhaben einschließlich Wiedernutzbarmachung ist zulässig, wenn die Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen gem. § 7 Satz 2 des BBodSchG und § 9 BBodSchV nicht hervorgerufen und mindestens eine der in § 2 Absatz 2 Nummer 1 und 3

Bewertung

Der Bodenaushub von natürlichen Standorten ist in der Regel nicht mit Schadstoffen belastet (siehe Kapitel 2.1.1).

Die Datenlage und die standortbedingt abweichenden Qualitäten der einzelnen Bodenaushub- bzw. Baggergutherkünfte lassen über die stoffliche Zusammensetzung an dieser Stelle keine weitergehende detailliertere Bewertung zu. Hierzu bedarf es der gutachterlichen Bewertung im Einzelfall einschließlich entsprechender Vor-Ort-Analysen.

Aufgrund der geogenen Bedingungen und der geringen anthropogenen Belastung durch Besiedlung und Industrie im Einzugsgebiet ist das Baggergut aus den marinen/brackigen Bereichen des Landes deutlich geringer belastet als aus vergleichbaren Regionen Norddeutschlands (Elbe-, Wesermündung).

Die Schadstoffbelastung in limnischen Substraten konzentriert sich in einzelne Flusssedimente und wenige Teiche und Seen, die durch anthropogene Einflüsse wie Abwassereinleitung und Abfallablagerung belastet wurden. Eine landesweite Zusammenstellung und Auswertung über die stoffliche Zusammensetzung limnischer und mariner Substrate existiert bislang nicht.

Bei Einhaltung der Kriterien ist die Aufbringung von Boden bzw. Baggergut zur Düngung oder Bodenverbesserung grundsätzlich positiv zu bewerten.

Die Aufbringung von Bodenaushub oder Baggergut auf landwirtschaftlich genutzte Böden erfolgt mit folgenden Zielstellungen:

- Anheben des Humusgehaltes einer Ackerfläche
- Ausgleich von teilflächenspezifischen Unterschieden im Humusgehalt
- Anhebung des Tongehaltes auf leichten Ackerstandorten
- Ausgleich von teilflächenspezifischen Unterschieden in der Bodenart
- Anhebung des pH- Wertes im Boden auf das pH-Wert-Optimum oder
- Verbesserung der Lagerungsdichte auf verdichteten Standorten

Aufkommen und Verwertung von Boden und Baggergut werden bislang nicht erfasst. Auch im Interesse einer effizienten Ressourcenschonung wäre ein optimiertes Management hilfreich.

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist es, dass bei der Verwertung von Bodenaushub und Baggergut zur Herstellung oder Verbesserung einer durchwurzelbaren Bodenschicht die Anforderungen des Bodenschutz-, Abfall- und Düngerechts konsequent Anwendung finden.

Ziel ist es, die Datengrundlagen zu verbessern, auszuwerten und hieraus Handlungsempfehlungen für ein nachhaltiges Boden- und Baggergutmanagement zu entwickeln.

Der Grad der landwirtschaftlichen Verwertung von Bodenaushub und Baggergut ist zu optimieren. Dazu ist jeweils ein projektbezogenes Qualitätsmanagement abzusichern.

Sedimentbaggerungen zur Verbesserung der Wasserbeschaffenheit sollen nur vorgenommen werden, wenn Alternativverfahren keinen Erfolg versprechen.

3.1.3.6 Pflanzenschutzmittel

Beschreibung des Ist-Zustandes

Pflanzenschutzmittel (PSM) sind Produkte, welche dazu bestimmt sind

- Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen oder ihrer Einwirkung vorzubeugen,
- in einer anderen Weise als ein Nährstoff die Lebensvorgänge von Pflanzen zu beeinflussen (z. B. Wachstumsregler),
- Pflanzenerzeugnisse zu konservieren,
- unerwünschte Pflanzen und Pflanzenteile zu vernichten oder
- ein unerwünschtes Wachstum von Pflanzen zu hemmen oder einem solchen Wachstum vorzubeugen (Verordnung (EG) Nr. 1107/2009).

Für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Flächen in der konventionellen Landwirtschaft und den Anbau von Energiepflanzen ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln oft unerlässlich. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist im Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) geregelt und berührt, sofern er nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis erfolgt, nicht das Bodenschutzrecht (§ 3 BBodSchG).

Der Inlandsabsatz von Pflanzenschutzmitteln ist in Deutschland in den letzten Jahren leicht gestiegen (Abbildung 55). Jährliche Schwankungen korrespondieren mit den unterschiedlichen phytosanitären Situationen. Der leichte Anstieg bei den Herbiziden lässt sich auf den häufigeren Gebrauch Glyphosat-haltiger Produkte zurückführen, bedingt durch die Zunahme konservierender, nicht wendender Bodenbearbeitungsverfahren.

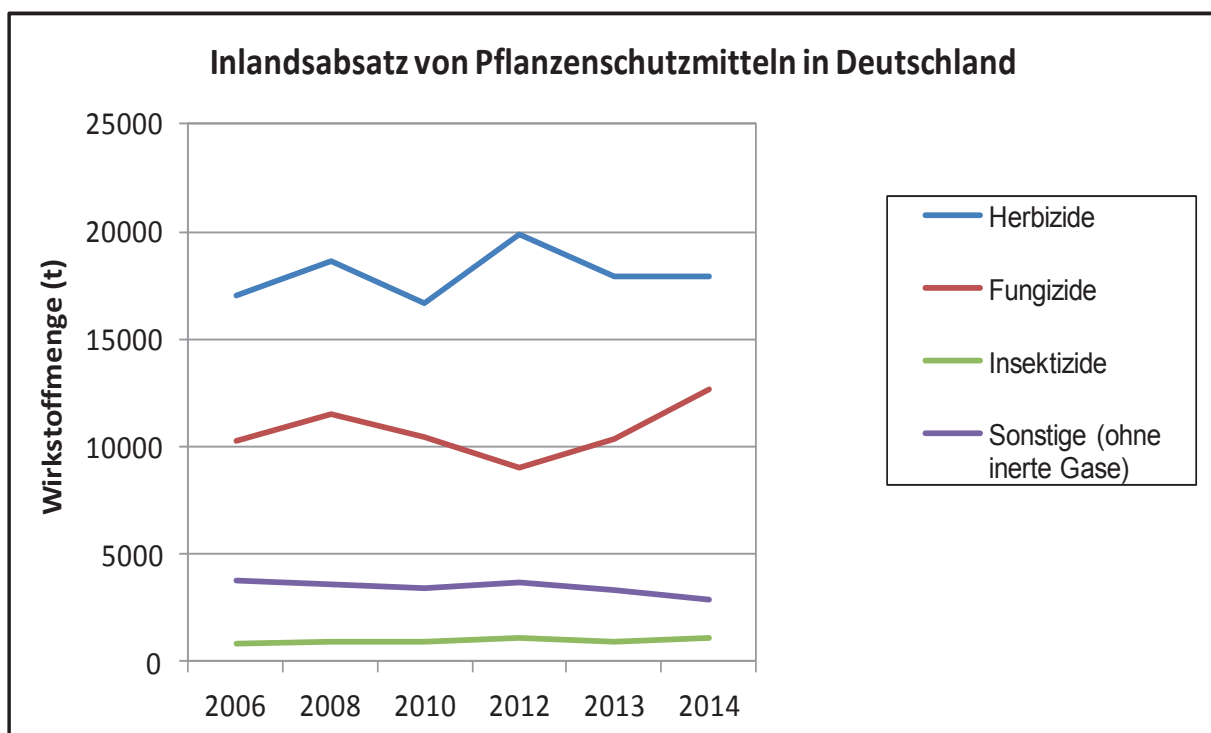


Abbildung 55: Inlandsabsatz von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland (BVL 2015)

Die Tabellen 67 und 68 geben Auskunft über die Anzahl der in Deutschland zugelassenen Pflanzenschutzmittel und deren Wirkstoffe sowie die am häufigsten verwendeten Wirkstoffgruppen, getrennt nach Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden.

Tabelle 67: Anzahl der zugelassenen Pflanzenschutzmittel und Wirkstoffe (BVL 2014)

	2000	2006	2008	2010	2012	2013
zugelassene Mittel	1130	678	623	644	729	748
dav. Herbizide	352	227	209	238	272	287
Fungizide	211	156	152	166	196	209
Insektizide	259	115	98	95	106	98
Wirkstoffe in zugelassenen Mitteln	276	262	252	249	261	269

Tabelle 68: Rangliste bezogen auf die Menge der am häufigsten eingesetzten Wirkstoffgruppen (BVL 2014)

	2009	2010	2011	2012	2013
Herbizide					
1	Amide und Anilide	Amide und Anilide	Amide und Anilide	Amide und Anilide	Amide und Anilide
2	Harnstoff-, Uracil- oder Sulfonylharnstoffderivat	Triazine und Triazinone	Triazine und Triazinone	Triazine und Triazinone	Triazine und Triazinone
3	Triazine und Triazinone	Harnstoff-, Uracil- oder Sulfonylharnstoffderivate	Harnstoff-, Uracil- oder Sulfonylharnstoffderivate	Harnstoff-, Uracil- oder Sulfonylharnstoffderivate	Harnstoff-, Uracil- oder Sulfonylharnstoffderivate
4	Phenoxy-Phytohormone	Phenoxy-Phytohormone	Phenoxy-Phytohormone	Phenoxy-Phytohormone	Phenoxy-Phytohormone
Fungizide					
1	Carbamate und Dithiocarbamate	Carbamate und Dithiocarbamate	Imidazole und Triazole	Imidazole und Triazole	Imidazole und Triazole
2	Imidazole und Triazole	Imidazole und Triazole	Carbamate und Dithiocarbamate	Carbamate und Dithiocarbamate	Carbamate und Dithiocarbamate
3	Morpholine	Morpholine	Morpholine	Morpholine	Morpholine
4	Benzimidazole	Benzimidazole	Benzimidazole	Benzimidazole	Benzimidazole
Insektizide					
1	Organophosphate	Organophosphate	Cabarmate und Oximcarbamate	Cabarmate und Oximcarbamate	Organophosphate
2	Cabarmate und Oximcarbamate	Cabarmate und Oximcarbamate	Pyrethroide	Organophosphate	Pyrethroide
3	Pyrethroide	Pyrethroide	Organophosphate	Pyrethroide	Cabarmate und Oximcarbamate
4	chlorierte Kohlenwasserstoffe	chlorierte Kohlenwasserstoffe	chlorierte Kohlenwasserstoffe	chlorierte Kohlenwasserstoffe	chlorierte Kohlenwasserstoffe

Eine regionalisierte Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel erfolgt kontinuierlich im Rahmen der vom Julius Kühn-Institut koordinierten Programme „Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz“ sowie „Panel-Pflanzenschutzmittel-Anwendungen“. Die durchschnittliche Pflanzenschutzintensität ist für einige Ackerbaukulturen als Behandlungsindex in Abbildung 56 angegeben. Die Anfälligkeit verschiedener Kulturen gegenüber Pathogenen spiegelt sich in dem Behandlungsumfang mit chemischen Pflanzenschutzmitteln wider. Während die Kartoffel einer Vielzahl von Krankheitserregern und Schadinsekten ausgesetzt ist, bedarf der in der öffentlichen Diskussion oft zu Unrecht gescholtene Mais nur einer Unkrautbehandlung.

Der **Behandlungsindex (BI)** stellt die Anzahl von PSM-Anwendungen auf einer Fläche, in einer Kultur oder in einem Betrieb unter Berücksichtigung von reduzierten Aufwandmengen und Teilflächenbehandlungen dar. Werden Tankmischungen ausgebracht, zählt jedes Pflanzenschutzmittel extra. Der BI errechnet sich als Produkt aus dem Anteil der Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge und dem Anteil der behandelten Fläche. Ist das gesamte Feld mit einer vollen Aufwandmenge behandelt worden, entspricht das einem BI von 1,0. Wird der halbe Schlag mit einer halben Aufwandmenge behandelt, liegt er bei 0,25.

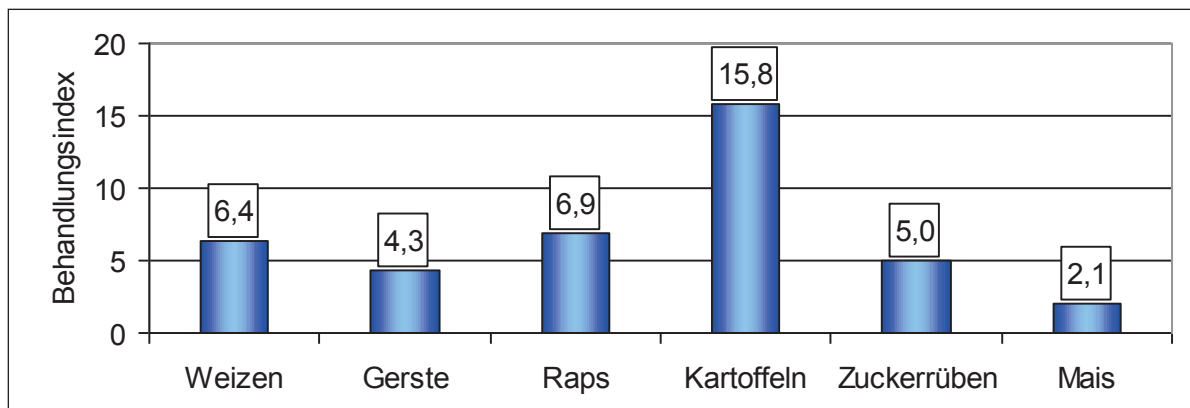


Abbildung 56: Durchschnittliche Pflanzenschutzmittelintensität einiger Ackerbaukulturen in M-V (LALLF 2007-11)

Die Abbildungen 57 bis 61 geben über die durchschnittlich ausgebrachten Wirkstoffmengen in den Kulturen Winterrap, Winterweizen und Mais Auskunft. Die Unterschiede zwischen den Wirkstoffen ergeben sich aus den unterschiedlichen Aufwandmengen und der behandelten Fläche. Die Zahlen spiegeln den Wirkstoffverbrauch im Land wider, sind jedoch aufgrund einer eingeschränkten Stichprobe nicht repräsentativ. Hier bedarf es weiterer Untersuchungen.

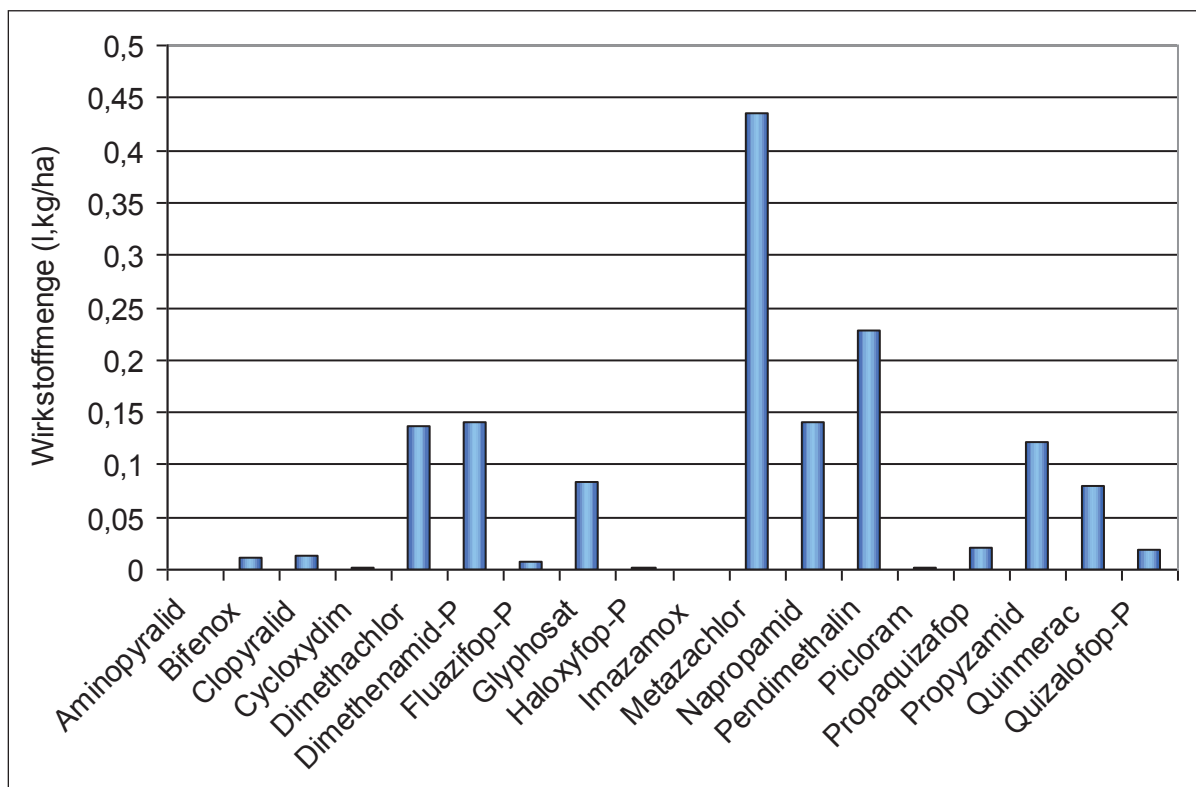


Abbildung 57: Durchschnittlicher Einsatz herbizider Wirkstoffe im Winterrap (LALLF 2014, n=60)

Metazachlor ist der Grundbaustein jeder Herbizidstrategie. Der Einsatz von Pendimethalin nimmt aufgrund der fortschreitenden Besiedlung der Flächen mit Ackerkrummhals zu.

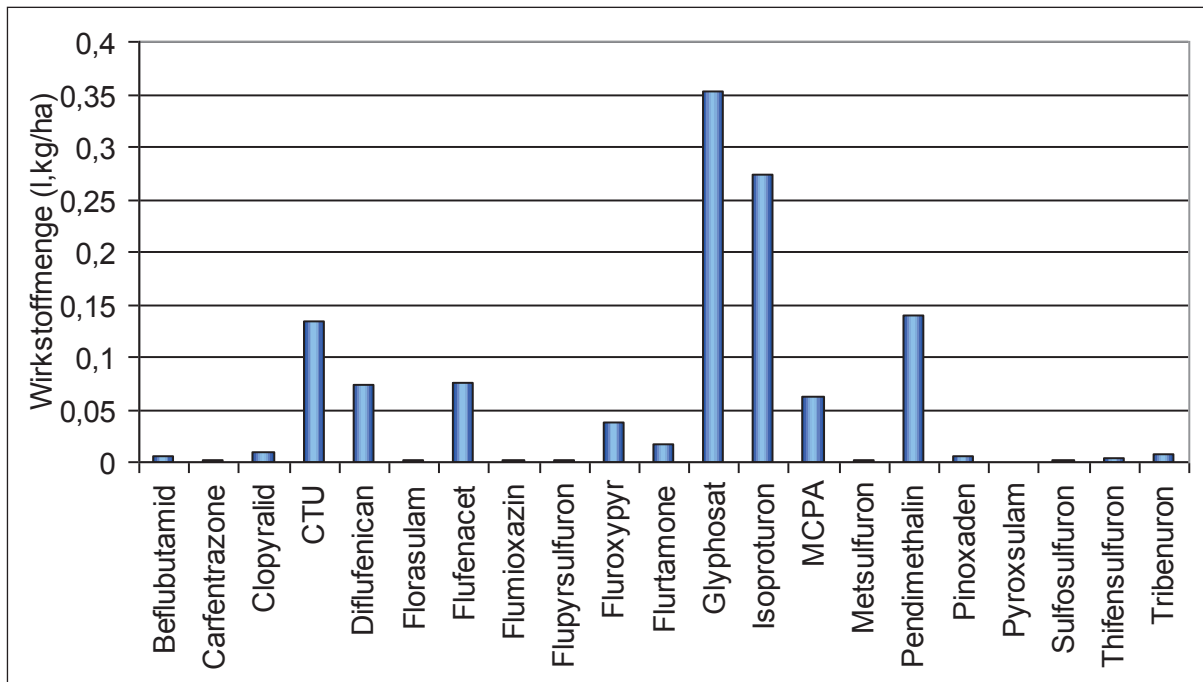


Abbildung 58: Durchschnittlicher Einsatz herbizider Wirkstoffe im Winterweizen (LALLF 2014, n=43)

Winterweizen folgt in der Fruchtfolge zumeist Wintererraps. Die Bestellung erfolgt aufgrund der hinterlassenen Bodengare pfluglos. Das erklärt den Einsatz von Glyphosat auf der Stoppel bzw. zur Saatbettbereitung. Isoproturon tritt aufgrund der hohen Wirkstoffbelastung ebenfalls hervor. Der Einsatz der Mittel ist jedoch seit Langem auf drainierten Flächen verboten.

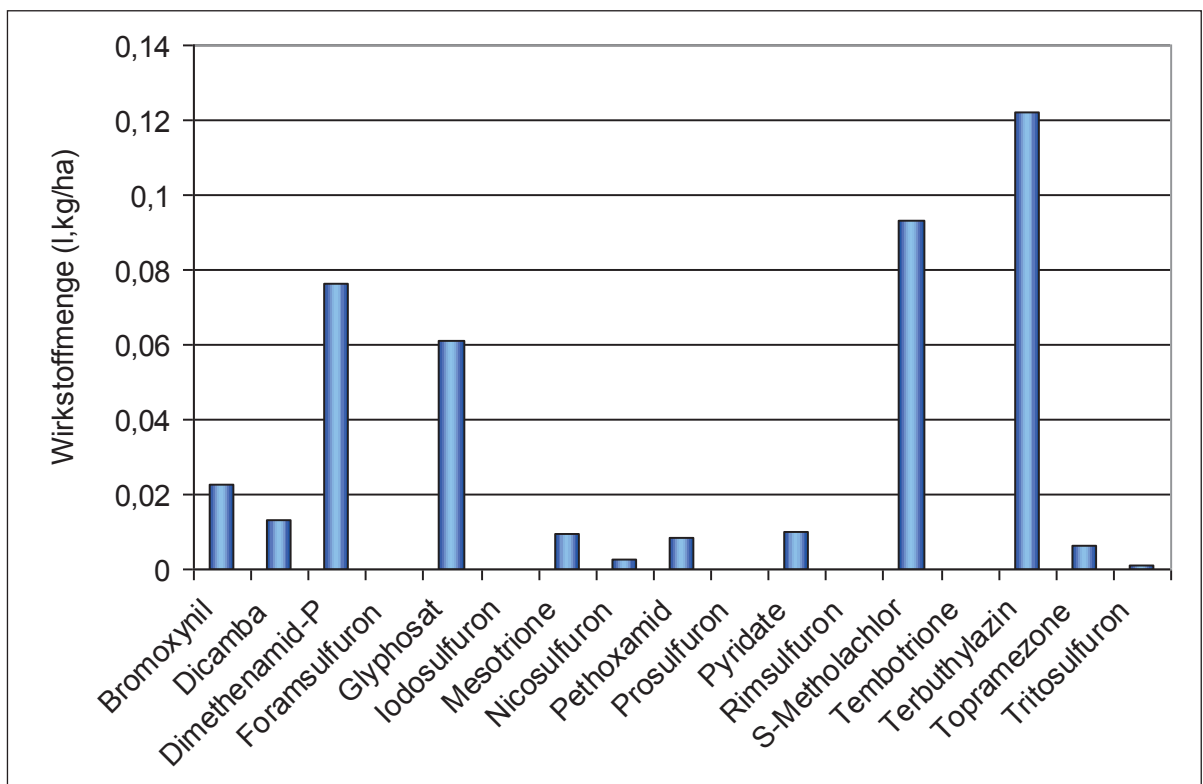


Abbildung 59: Durchschnittlicher Einsatz herbizider Wirkstoffe im Mais (LALLF 2014, n=31)

Die über den Boden wirksamen Substanzen Terbuthylazin, S-Metholachlor und Dimethenamid-P dominieren die Rangliste der im Mais verwendeten Wirkstoffe.

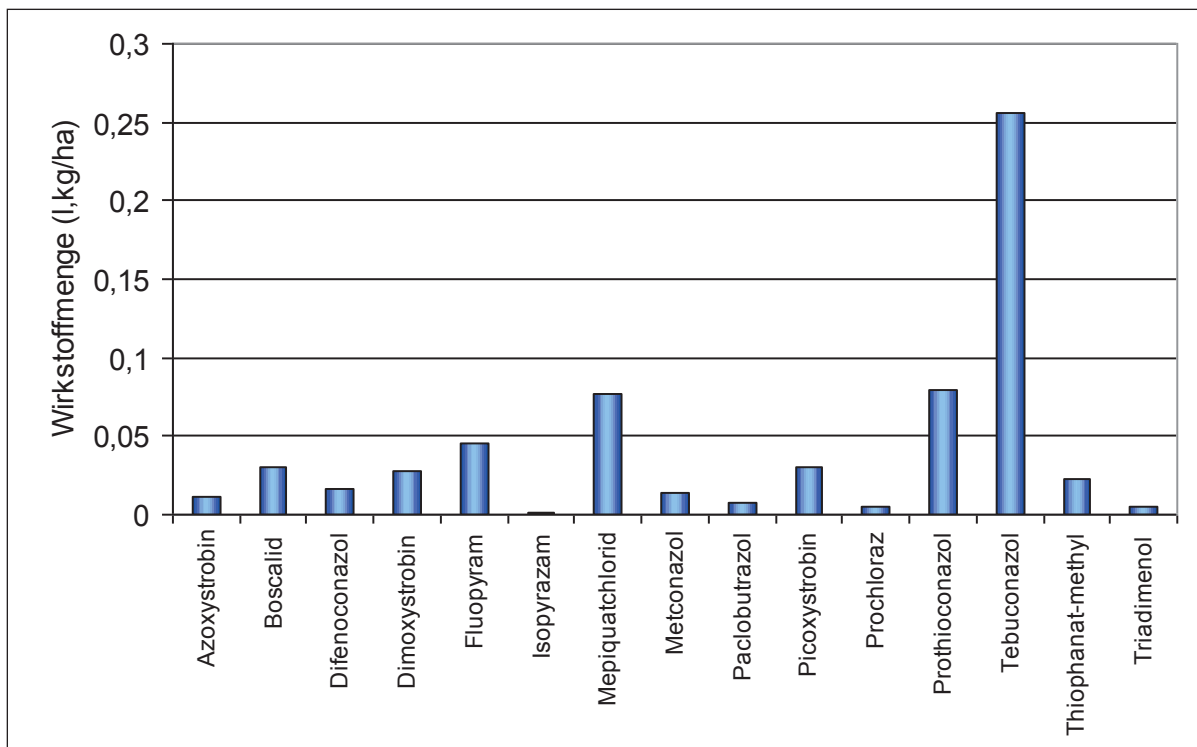


Abbildung 60: Durchschnittlicher Einsatz fungizider Wirkstoffe und von Mepiquatchlorid im Winterrapen (LALLF 2014, n=60)

Bei den Fungiziden dominieren in erster Linie die Wirkstoffe, die in vergleichsweise hohen Gehalten in die Produkte hinein formuliert wurden (Chlorthalonil, Fenpropimorph, Mancozeb, Tebuconazol). Prothioconazol und Epoxiconazol treten im Weizen aufgrund ihrer weit verbreiteten Anwendung hervor.

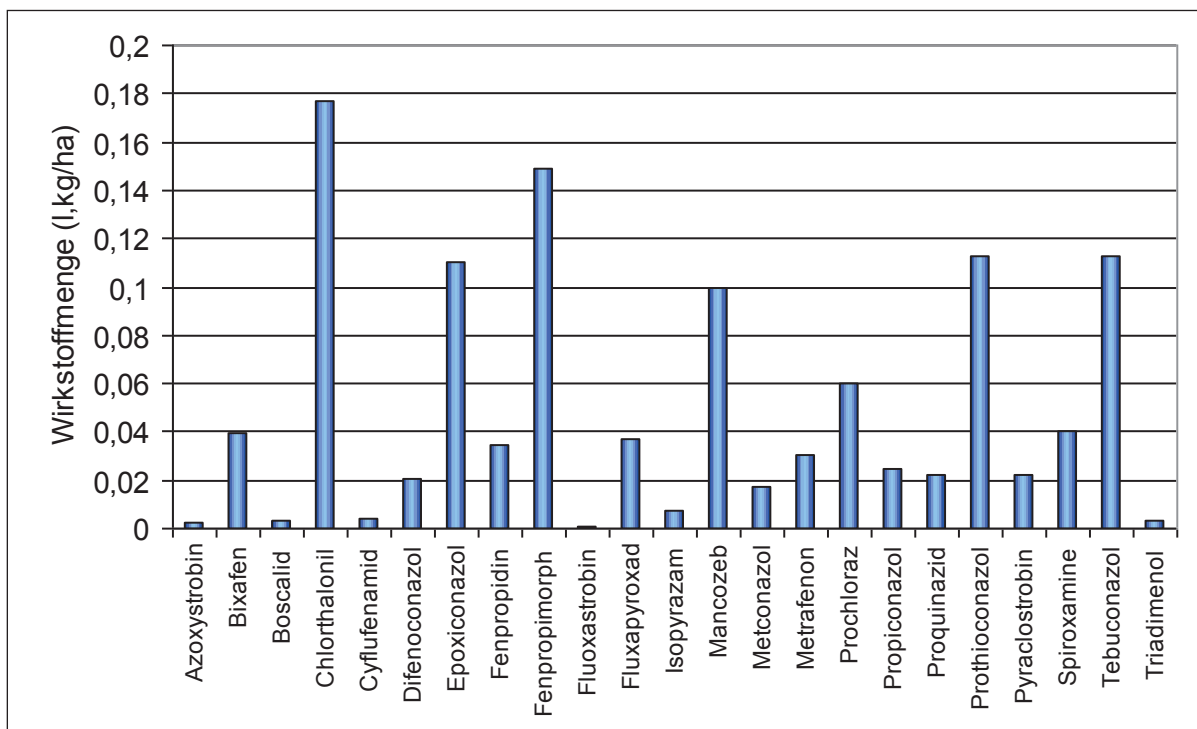


Abbildung 61: Durchschnittlicher Einsatz fungizider Wirkstoffe im Winterweizen (LALLF 2014, n=43)

Auch nach praxisgerechter Applikation kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass durch die Bodenpassage auf der behandelten Fläche (Versickerung durch den Boden oder

über präferentielle Fließwege wie Spalten oder Regenwurmlöcher) wie auch durch Uferfiltration nach Abschwemmung in Oberflächengewässer eine gewisse Menge des ausgebrachten Pflanzenschutzmittels in tiefere Bodenschichten und eventuell in das Grundwasser gelangen.

Umweltstandards

Die europäische Wirkstoffprüfung und die deutsche Zulassung stellen hohe Anforderungen an die Substanzen hinsichtlich ihrer Nebenwirkungen. Die gewünschte biologische Wirksamkeit der Pflanzenschutzmittel ist dabei nur eine Zulassungsvoraussetzung.

Die Wirkstoffprüfung findet auf EU-Ebene statt. Gesetzliche Grundlagen, insbesondere für die Wirkstoffgenehmigung und die Produktzulassung von Pflanzenschutzmitteln, regelt die Verordnung (EG) Nr. 1107/2009. Einheitliche Grundsätze für die Bewertung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln sind in der Verordnung (EU) Nr. 546/2011 vorgegeben. Neben humantoxikologischen Kriterien sind auch für den Naturhaushalt relevante definiert. So wird allen Wirkstoffen, die als POP (Persistent Organic Pollutant), PBT (Persistent; Bioaccumulating; Toxic) oder vPvB (very Persistent; very Bioaccumulating) gelten, die Genehmigung versagt. Das führte in den letzten Jahren zum weiteren Verlust von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen.

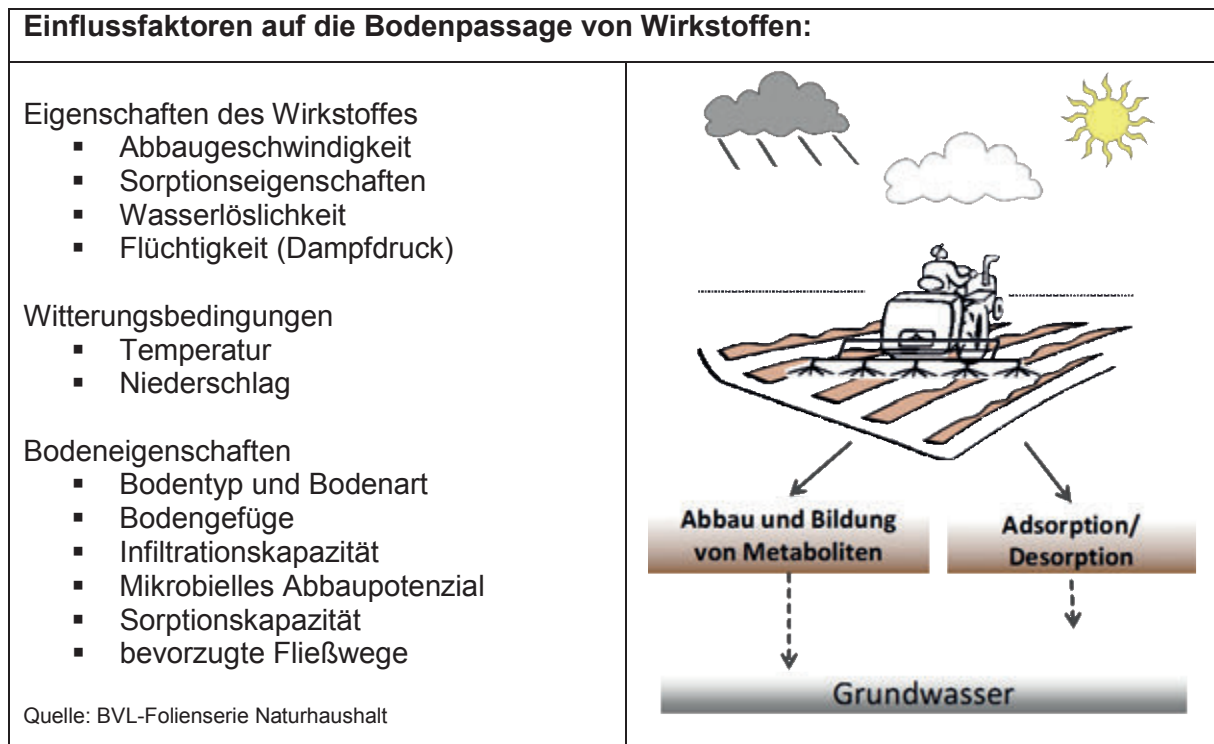
Zulassungen erfolgen weiterhin auf nationaler Ebene. Sie werden u. a. nur erteilt, wenn

- der Wirkstoff auf europäischer Ebene positiv bewertet wurde,
- die zu erwartende Exposition von Nichtzielorganismen die relevanten Effektkonzentrationen um einen festgelegten Sicherheitsfaktor unterschreitet und
- die erwartete Konzentration an Wirkstoffen sowie deren relevante Metabolite im Grundwasser den Grenzwert von 0,1 µg/l unterschreitet.

Auch die Grundwasserverordnung (GrwV) legt für das Grundwasser einen Schwellenwert von 0,1 µg/l für jeden Einzelwirkstoff bzw. 0,5 µg/l für die Summe aller nachgewiesenen Einzelwirkstoffe fest. Die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) gibt in den Anlagen 5 und 7 Umweltqualitätsnormen für bestimmte Pflanzenschutzmittel vor.

Die bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln einzuhaltenden Umweltstandards sind allgemein im PflSchG und in den Grundsätzen zur „[Guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz](#)“ festgelegt. Produktspezifische Anwendungsbestimmungen und Auflagen regeln den Einsatz der einzelnen Mittel detailliert.

Verbleib und Verhalten der Pflanzenschutzmittel im Boden werden im Zulassungsverfahren bewertet. Anhand von Labor- und ggf. Freilandstudien sind Abbau und Mobilität zu beschreiben. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Modellierung der zu erwartenden Konzentrationen der Wirkstoffe und ihrer Metabolite in Boden und Grundwasser.



Pflanzenschutzmittel dürfen gemäß Verordnung (EG) 1107/2009 Artikel 4 Absatz 3 e) keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Umwelt haben und zwar unter besonderer Berücksichtigung folgender Aspekte, soweit es von der Behörde anerkannte wissenschaftliche Methoden zur Bewertung solcher Effekte gibt:

- Auswirkung auf Arten, die nicht bekämpft werden sollen, einschließlich des dauerhaften Verhaltens dieser Arten
- Auswirkung auf die biologische Vielfalt und das Ökosystem

Gleiches gilt für Bodenorganismen. Der Effekt von Pflanzenschutzmitteln auf Mikroorganismen (Bakterien, Pilze) wird anhand deren Stoffwechselaktivität in Labor- und ggf. Freilandversuchen ermittelt. Regenwürmer sind die bekanntesten Vertreter des Edaphon. Für die Zulassung sind Tests zur chronischen Toxizität auf Regenwürmer vorzulegen sowie Tests zur Wirkung auf Milben und Collembolen. Diese obligatorischen Tests sind Laborstudien. Feldstudien zu den Auswirkungen auf Regenwürmer oder Bodenmakroorganismen sind nicht obligatorisch. Sie werden nur dann erforderlich, wenn die Risikobewertung auf Basis der Laborstudien (worst-case-Betrachtung) ein unverträgliches Risiko zeigt, welches der Antragsteller dann durch eine Feldstudie (realitätsnah) widerlegen darf.

Risiken, die durch die Anwendung von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln entstehen können, sollen durch den "Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP)" (www.nap-pflanzenschutz.de) reduziert werden. Der aktuelle NAP wurde am 10. April 2013 zur Umsetzung des Artikels 4 der EU-Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie 2009/128/EG von der Bundesregierung beschlossen. Er enthält als Selbstverpflichtung von Bund und Ländern Maßnahmen, die die bestehenden gesetzlichen Regelungen zum Pflanzenschutz weiter unterstützen sollen.

Ziel des NAP ist u. a. ein Begrenzen der Pflanzenschutzmittelanwendungen auf das notwendige Maß. Dies ist die Intensität der Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln, die notwendig ist, um den wirtschaftlichen Anbau der Kulturpflanzen zu sichern. Sie liegt oft deutlich unterhalb der zugelassenen Anwendungen. Bis 2023 sollen außerdem Risiken um 30% reduziert werden, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln für den Naturhaushalt entstehen können (Basis Mittelwert der Jahre 1996 bis 2005). Neben der Einführung und Weiterentwicklung von Pflanzenschutzmaßnahmen mit geringen Pflanzenschutzmittelanwendungen im Integrierten Pflanzenschutz soll auch die Information der Öffentlichkeit über Nutzen und Risiken des Pflanzenschutzes verbessert werden.

Maßnahmen des NAP sind u. a.:

- Fördern von Forschung und Innovationen in Pflanzenschutz und -züchtung sowie des integrierten Pflanzenschutzes und ökologischen Landbaus
- Stärken der amtlichen Pflanzenschutzberatung und Ausbau der Informationsangebote
- Erarbeiten und Umsetzen von Hot-Spot-Managementkonzepten zur Verbesserung des Gewässer- und Biodiversitätsschutzes in der Agrarlandschaft
- Kontrollieren der Einhaltung von Vorschriften im Pflanzenschutz (Pflanzenschutz-Kontrollprogramm) sowie
- Analysieren von Lebensmitteln auf Einhaltung der Höchstgehalte von Pflanzenschutzmittelrückständen

Eine wichtige Maßnahme zur Erreichung der Ziele des NAP ist die Praxiseinführung neuer integrierter Pflanzenschutzverfahren. Werden vorbeugende Pflanzenschutzmaßnahmen und nicht-chemische Maßnahmen kombiniert und vorrangig genutzt, spricht man von "integriertem Pflanzenschutz". Dazu ist das Modellvorhaben "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz" initiiert worden.

In Mecklenburg-Vorpommern startete im Ackerbau ein Modellvorhaben im September 2011 mit fünf landwirtschaftlichen Unternehmen. Mit den Demonstrationsbetrieben können mehrjährige, mehrortige Aussagen zu den Möglichkeiten, ökonomischen Auswirkungen und gegebenenfalls auch Grenzen eines konsequent integrierten Pflanzenschutzes unter den Bedingungen wirtschaftlich optimierter Betriebsstrukturen und Anbausysteme aufgezeigt werden. Auf Grundlage dieser Kenntnisse lassen sich Leitlinien zum Integrierten Pflanzenschutz anpassen und weiterentwickeln. Im Ergebnis war feststellbar, dass abhängig von der Befallsituation die Häufigkeit des Pflanzenschutzmitteleinsatzes durchschnittlich um einen Durchgang reduziert war.

Mit dem Projekt sollen in den Betrieben traditionelle Werkzeuge des integrierten Pflanzenschutzes aktiviert und zahlreiche Innovationen dauerhaft in betriebliche Entscheidungsprozesse zum Pflanzenschutzmitteleinsatz eingebunden werden. ([LALLF: Demonstrationsbetriebe IP](#))

Die Einhaltung der allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes wurde spätestens ab 2014 für alle Mitgliedsstaaten der EU verbindlich und gehört zusammen mit dem Schutz des Grundwassers zur "[Guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz](#)".

Die Erreichung der Ziele des NAP und somit die Wirksamkeit der ergriffenen Maßnahmen wird mit Hilfe von **Indikatoren** verfolgt. Dazu wurde im Nationalen Aktionsplan ein Satz von Indikatoren festgelegt. Hierzu zwei Beispiele:

- Risikopotenziale für den Naturhaushalt, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entstehen können, werden mit Hilfe des **Risikoindikators SYNOPS** berechnet.
- Der **Indikator „Quote der Einhaltung des notwendigen Maßes“** zeigte, dass er in den untersuchten Kulturen (Winterweizen, Wintergerste, Winterraps, Weißkohl, Möhren, Spargel, Tafeläpfel, Wein, Hopfen) im Mittel der Jahre 2007 bis 2011 in 82 - 97% der Fälle eingehalten wurde.

Bewertung

Neben ihrer unbestritten positiven Wirkung für die Produktion von Nutzpflanzen können Pflanzenschutzmittel sowohl für die behandelten landwirtschaftlichen Flächen selbst, als auch für benachbarte Lebensräume ein Problem darstellen. Beispiele hierfür sind mögliche Beeinträchtigungen der Bodenfruchtbarkeit und der Bodenstruktur durch die Schädigung wichtiger Bodenorganismen (z. B. Turbe et al. 2010, Wall et al. 2012, Pelosi et al. 2013). Auch Wirbeltiere oder Blütenbestäuber bei der Nahrungssuche auf den behandelten Flächen können durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln direkt oder indirekt geschädigt werden (z. B. Turbe et al. 2010, Pelosi et al. 2013).

Durch das Zulassungsverfahren sollen direkte Auswirkungen durch einzelne Mittel vermieden werden. Dadurch, dass jedoch Spritzfolgen nicht bewertet werden, werden Auswirkungen durch die mehrfache Applikation verschiedener Mittel nicht hinreichend berücksichtigt und können folglich nicht ausgeschlossen werden. Beispiel-Studien zeigen, dass die Wechselwirkungen von verschiedenen Mitteln wichtig sind und in Zukunft besser betrachtet werden sollten (Schnug et al. 2014 und 2015, UBA 2016).

Zudem sind Probleme wie „gebundene Rückstände“ als Langzeithypothek im Boden, Komplexierung von Nährstoffen mit Pflanzenschutzmitteln, welche die Verfügbarkeit von Nährstoffen für Pflanzen vermindern (z. B. Johal und Huber 2009), Nachweise von Pflanzenschutzmitteln im Grundwasser oder Oberflächengewässern, sowie die Belastung von Nahrungsmitteln zu nennen. (<http://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/pflanzenschutzmittel-in-der-landwirtschaft>)

Zwar gibt es bei der jetzigen Zulassung von Pflanzenschutzmitteln ein Ausschlusskriterium für Stoffe, die persistent (P), bioakkumulativ (B) und toxisch (T) sind, jedoch kommen weiterhin Stoffe zum Einsatz, die zwei der Kriterien erfüllen (also z. B. P und T sind), so dass auch in Zukunft langlebige Pflanzenschutzmittel als „Langzeithypothek“ hinzukommen. Auch können Milieuänderungen, z. B. durch Nutzungsänderung, zu einer Remobilisierung führen und weitere Metabolite verlagern.

Systematische Felduntersuchungen zum Einfluss des Pflanzenschutzmitteleinsatzes auf Bodenlebewesen im Sinne eines Nachzulassungsmonitorings gibt es in Mecklenburg-Vorpommern nicht. Einziger Indikator für Risiken aus nicht sachgerechter Pflanzenschutzmitteleinwendung ist deren Eintrag in das Grundwasser. Im Falle von Überschreitung der Grenz- bzw. Orientierungswerte im Grundwasser weist der Pflanzenschutzdienst Mecklenburg-Vorpommern (PSD) den Landwirt darauf hin, die Einsatzmenge zu minimieren.

Das Anlegen von Pufferstreifen entlang der Gewässer ist eine effektive Maßnahme, um mögliche Einträge über den Boden in das Oberflächengewässer und Uferfiltrationen zu vermeiden. Zur Einhaltung der Gewässerabstandsauflagen und der Schadfalldiagnostik wurden in den Jahren 2002 bis 2004 im PSD 522 Bodenproben auf Rückstände an Pflanzenschutzmitteln untersucht. Im Ergebnis dessen wurden keine Pflanzenschutzmittelwirkstoffe über >0,1 mg/kg Boden nachgewiesen.

Zur Bewertung der Belastung des Grundwassers wurden die Daten des Landesmessnetzes zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit für den Zeitraum 2007 bis 2013 ausgewertet. Im Auftrag des LUNG wurde in diesem Zeitraum das Grundwasser von 204 Grundwasser-Messstellen aus dem überwiegend oberen Grundwasserleiter auf insgesamt 228 PSM-Wirkstoffe inklusive einer Reihe von Metaboliten untersucht. Bei den Wirkstoffen traten Positivbefunde, d. h. Befunde über der jeweiligen Bestimmungsgrenze (BG), für zwanzig Herbizide, drei Fungizide und ein Insektizid auf (Tabelle 69).

Tabelle 69: Anzahl und Häufigkeit der Positivbefunde von PSM-Wirkstoffen im Grundwasser (Landesmessnetz LUNG, Zeitraum: 2007-2013)

Wirkstoff (kursiv: nicht mehr zugelassen)	n<BG	n> BG-0,1 µg/l	n> 0,1-1 µg/l	n> 1 µg/l	Summe n> BG	Befundhäufigkeit in %
Dichlorprop	744	17	2	1	20	2,7
Fenuron	344	7	2	0	9	2,6
Bentazon	746	11	7	0	18	2,4
Simazin	745	13	5	0	18	2,4
Isoproturon	749	9	2	4	15	2,0
Atrazin	754	4	5	0	9	1,2
MCPA	755	3	6	0	9	1,2
Mecoprop	755	7	2	0	9	1,2
Lenacil	756	2	6	0	8	1,1
Prometryn	760	0	3	0	3	0,4
Monuron	761	3	0	0	3	0,4
Terbuthylazin	761	2	0	0	2	0,3
Nicosulfuron	410	1	0	0	1	0,2
Propyzamid	484	1	0	0	1	0,2
Glyphosat	642	1	0	0	1	0,2
Terbutryn	762	1	0	0	1	0,1
2,4-DB	763	1	0	0	1	0,1
Metazachlor	763	0	1	0	1	0,1
Metobromuron	763	1	0	0	1	0,1
Propham	763	1	0	0	1	0,1
Triticonazol	410	1	0	0	1	0,2
Metalaxyl	762	1	0	0	1	0,1
Propiconazol	763	1	0	0	1	0,1
Disulfoton	614	1	0	0	1	0,2

Die Herbizide Dichlorprop, Bentazon, Isoproturon und die nicht mehr zugelassenen Wirkstoffe Fenuron sowie Simazin wiesen im Betrachtungszeitraum mit 2% bis 2,7% die höchsten Befundhäufigkeiten auf. Mit Befundhäufigkeiten von 1,1% bis 1,7% folgen Atrazin (nicht mehr zugelassen), MCPA, Mecoprop und Lenacil. Mehrfachbefunde waren außerdem für Prometryn, Monuron (beide nicht mehr zugelassen) und Terbuthylazin zu verzeichnen. Alle anderen Wirkstoffe traten nur in Einzelbefunden auf.

Neben diesen Wirkstoffen wurden auch einige relevante Metabolite untersucht. Relevante Metabolite besitzen ebenso wie die Wirkstoffe selbst eine definierte pestizide (Rest-)Aktivität oder ein pflanzenschutzrechtlich relevantes humantoxisches oder ökotoxisches Wirkungspotenzial (UBA 2012). Von den untersuchten relevanten Metaboliten gab es im Land vereinzelt Überschreitungen des Schwellenwertes von 0,1 µg/l (Tabelle 70).

Tabelle 70: Anzahl und Häufigkeit der Positivbefunde von relevanten PSM-Metaboliten im Grundwasser (Landesmessnetz LUNG, Zeitraum: 2007-2013)

Relevante PSM-Metabolite aus den Wirkstoffen	n<BG	n> BG-0,1 µg/l	n> 0,1-1 µg/l	n> 1 µg/l	Summe n> BG	Befundhäufigkeit in %
Desisopropylatrazin	748	13	2	0	15	2,0
Desethylatrazin	755	5	3	0	8	1,1
Desethylterbutylazin	760	2	1	0	3	0,4

Zur Überschreitung des Schwellenwertes kam es im Betrachtungszeitraum bei 11 Wirkstoffen und den drei relevanten Metaboliten. Von Schwellenwert-Überschreitungen betroffen waren 16 der 204 untersuchten Grundwasser-Messstellen (Tabelle 71).

Tabelle 71: Grundwasser-Messstellen in M-V mit Überschreitungen des Schwellenwertes (Landesmessnetz LUNG, Zeitraum: 2007-2013)

Messstelle	Landkreis	Wasserkörper-Nr.	Wirkstoff (Messwerte >0,1 µg/l)
Werle	LUP	MEL-SL-1	Bentazon (0,15)
Stolpe	LUP	MEL-EO-1	Mecoprop (0,15)
Plate Hy1/98	LUP	MEL-EO-1	Metazachlor (0,29)
Altenlinden	LUP	MEL-EO-2	Fenuron (0,11-0,12)
Zwölf Apostel	LUP	MEL_SU_2	MCPA (0,49-0,73)
Fahrbinde	LUP	MEL_SU_4	Isoproturon (0,64-1,51)
Lüblow	LUP	MEL_SU_4	Isoproturon (1,08)
Holzendorf OP	LUP	WP_WA_2	Atrazin (0,12-0,29), Simazin (0,12-0,16), Desethyl-atrazin (0,13), Desisopropylatrazin (0,20), Desethylterbutylazin (0,16)
Pokrent Hy 1/96	NWM	ST_SP_1	Lenacil (0,13-0,37), Prometryn (0,24-0,68)
Bützow OP	LRO	WP_WA_6	Dichlorprop (0,27), Lenacil (0,12-0,13), MCPA (0,102)
Groß Gischow alt	LRO	WP_WA_7	Desethylatrazin (0,15)
Reez R2	LRO	WP_WA_9	Dichlorprop (2,44), Mecoprop (0,99)
Thürkow	LRO	WP_PT_2	Desisopropylatrazin (0,11)
Poseritz OP	VR	WP_KO_9	Desethylatrazin (0,13)
Glasow	VG	ODR_OF_3	Bentazon (0,10-0,19)
Friedland OP	MSE	ODR_OF_1	Bentazon (0,22-0,40), Dichlorprop (0,101)

Auffällig ist eine Häufung von Schwellenwert-Überschreitungen im Landkreis Ludwigslust-Parchim (LUP). Weite Bereiche dieses Landkreises sind durch sandige, gut durchlässige Böden gekennzeichnet, so dass wassergängige PSM-Wirkstoffe eher ins Grundwasser gelangen können als in Regionen mit wasserundurchlässigeren Böden.

An den meisten Grundwasser-Messstellen sind die häufigsten Wirkstoffe (Bentazon, Isoproturon, MCPA, Mecoprop, Dichlorprop, Metazachlor) für die Schwellenwert-Überschreitungen verantwortlich. An einigen Messstellen sind aber auch Altwirkstoffe, wie Atrazin und Simazin, und deren Abbauprodukte zu finden, die seit Jahren nicht mehr eingesetzt werden.

Neben den Wirkstoffen und relevanten Metaboliten existiert eine „Übersicht nicht relevanter Grundwassermetaboliten von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen“ des Bundesamtes für Ver-

braucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL 2010), die in Studien zum Versickerungsverhalten unter worst-case Bedingungen mit maximalen Jahresdurchschnittskonzentrationen im Sickerwasser ab 1 µg/l in experimentellen Versickerungsstudien detektiert oder ab 5 µg/l in Modellrechnungen simuliert wurden.

Nicht relevante Metabolite besitzen weder eine definierte pestizide Restaktivität noch ein pflanzenschutzrechtlich relevantes humantoxisches oder ökotoxisches Potenzial. Die Bewertung der nicht relevanten Metabolite folgt deshalb dem Vorsorge-Konzept der gesundheitlichen Orientierungswerte für „nicht bewertbare“ Stoffe des Umweltbundesamtes (UBA 2003).

In Mecklenburg-Vorpommern wurden in den letzten Jahren sukzessive nicht relevante Metabolite in die Überwachungsprogramme aufgenommen. Das Ergebnis einer Auswertung der in Mecklenburg-Vorpommern untersuchten nicht relevanten Metabolite ist in Tabelle 72 zusammengestellt.

Tabelle 72: Anzahl und Häufigkeit der Positivbefunde und Anzahl der Überschreitungen des GOW von nicht relevanten PSM-Metaboliten im Grundwasser (Landesmessnetz LUNG, Zeitraum: 2007-2013)

Nicht relevante PSM-Metabolite aus den Wirkstoffen	GOW in µg/l	n<BG	n>BG bis GOW	n>GOW	Befundhäufigkeit in %
Metazachlorsäure	1	321	169	18	36,8
Metazachlorsulfonsäure	3	338	150	20	33,4
Metolachlorsulfonsäure	3	433	56	19	14,8
Metolachlorsäure	3	458	45	5	9,8
Chlorthalonilsulfonsäure	3	470	38	0	7,5
Dimethachlorsulfonsäure	3	480	26	0	5,1
Chloridazondesphenyl	3	731	29	4	4,3
AMPA	10	757	7	0	0,9
Dimethylsulfamid	1	554	5	0	0,9
Dimethachlorsäure	3	503	4	0	0,8
Chloridazonmethylidesphenyl	3	761	3	0	0,4

Es ist festzustellen, dass es für die nicht relevanten Metabolite der Wirkstoffe Metazachlor, Metolachlor, Chlorthalonil und Chloridazon zur Überschreitung der gesundheitlichen Orientierungswerte kam. Von Überschreitungen der gesundheitlichen Orientierungswerte waren insgesamt 27 Grundwasser-Messstellen betroffen, 12 davon wiesen Überschreitungen der gesundheitlichen Orientierungswerte für Metazachlorsäure, 10 für Metazachlorsulfonsäure, 9 für Metolachlorsulfonsäure, 2 für Metolachlorsäure und 1 für Chloridazondesphenyl auf.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln mit Einträgen verbunden sind, die zu Belastungen des Grundwassers sowie über die Bodenpassage ggf. zu Belastungen des Oberflächenwassers (z. B. über Drainagen) führen können. Während bei den Wirkstoffen und relevanten Metaboliten nur an wenigen Grundwasser-Messstellen Schwellenwert-Überschreitungen zu verzeichnen waren, war bei den nicht relevanten Metaboliten der Wirkstoffe Metazachlor und Metolachlor eine Überschreitung der für diese Metabolite abgeleiteten gesundheitlichen Orientierungswerte an einer größeren Anzahl von Grundwasser-Messstellen festzustellen.

Die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) ab 2015 soll über das Greening und weitere Agrarumweltmaßnahmen Ökonomie und Ökologie vereinen.

Großmaßstäbige digitale Boden- und Drainagekarten (> 1:25.000) liegen für Mecklenburg-Vorpommern nicht vor. Sie würden die Durchsetzung des Pflanzenschutzrechts bei bestimmten Anwendungsbestimmungen erheblich erleichtern.

Qualitäts- und Handlungsziele

Die Ableitung der nachfolgend benannten Ziele für den Boden erfolgte in Anlehnung an den Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln.

Durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln dürfen die festgelegten Schwellenwerte für das Grundwasser nicht überschritten werden.

Ziel ist es, die Pflanzenschutzmittelanwendungen auf das notwendige Maß zu begrenzen. Dies ist die Intensität der Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln, die notwendig ist, um den wirtschaftlichen Anbau der Kulturpflanzen zu sichern.

Ziel ist es, insbesondere die Einführung und Weiterentwicklung von Pflanzenschutzverfahren mit geringen Pflanzenschutzmittelanwendungen im integrierten Pflanzenschutz und im ökologischen Landbau zu fördern.

Ziel ist es, bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln die jeweils innovativste Technik einzusetzen.

Ziel ist es, ein Bodenmonitoring für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in ausgewählten Bereichen zu implementieren.

Die Digitalisierung der Bodenschätzungsdaten für M-V ist zeitnah abzuschließen. Ziel ist die Erstellung einer großmaßstäbigen Karte auf der Grundlage der Bodenschätzungsdaten für landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Ziel ist die Erstellung einer digitalen Karte der drainierten Flächen für M-V.

Ziel ist der Zugang und das Vernetzen von vorhandenen Datenerfassungen für die betroffenen Fachbereiche.

Ziel ist es, die Öffentlichkeit über Nutzen und Risiken des Pflanzenschutzes besser zu informieren (Bewusstseinsbildung).

Langfristiges Ziel sollte sein, die Datengrundlagen zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in M-V zu verbessern.

Langfristiges Ziel sollte der teilflächenspezifische Pflanzenschutzmitteleinsatz unter Berücksichtigung des Bodenzustands (u. a. Bodenart; Bodenfeuchtigkeit; Humusgehalt) sein. Voraussetzung hierfür sind Bodenanalysen und/oder großmaßstäbige digitale Bodenkarten.

3.1.4 Abfallverwertung (außerhalb der landwirtschaftlichen Düngung)

3.1.4.1 Bioabfall und Klärschlamm

Bioabfälle und Klärschlämme können neben der Verwertung auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich (nur Bioabfälle) sowie gärtnerisch genutzten Böden auch im Landschaftsbau eingesetzt werden. Als Einsatzgebiete eignen sich z. B. die Rekultivierung von Tagebauen / Abgrabungen und Deponien, die Herstellung von Sport- und Freizeitflächen sowie die Herstellung von Lärmschutzwällen.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Für die in Mecklenburg-Vorpommern im Landschaftsbau eingesetzten Klärschlammengen liegen nachfolgende Angaben vor (Tabelle 73). Diese wurden von den Landkreisen und kreisfreien Städten im Rahmen der jährlichen Berichte über die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm nach § 7 Absatz 8 AbfklärV bis zum Jahr 2012 gemeldet. Seit dem Jahr 2013 wird die im Landschaftsbau eingesetzte Klärschlammmenge nicht mehr im LUNG erfasst.

Tabelle 73: Klärschlammverwertung im Landschaftsbau in M-V (LUNG)

Jahr	Menge [t TM]	% zum Aufkommen
2003	0	0
2004	67	0,2
2005	911	2
2006	729	2
2007	0	0
2008	158	0,35
2009	0	0
2010	2.554	6
2011	0	0
2012	0	0

Über die Mengen der landschaftsbaulich verwerteter Bioabfälle liegen für Komposte folgende Daten vor.

Tabelle 74: Kompostverwertung aus Bioabfall verarbeitenden Anlagen in M-V (Statistisches Amt M-V)

Jahr	In Landschaftspflege und –gestaltung [t]	Bei privaten Haushalten und andere Zwecke ¹⁾ [t]
2006	60.898	6.916
2007	33.988	15.306
2008	37.576	7.886
2009	32.003	4.853
2010	21.872	10.567
2011	35.073	8.532
2012	32.312	5.395

¹⁾ z.B. Kleingärtner

Hinsichtlich der Stoffgehalte in Klärschlämmen und Bioabfällen wird auf die Kapitel 3.1.3.3 und 3.1.3.4 verwiesen.

Umweltstandards

Werden Bioabfälle und Klärschlämme im Landschaftsbau eingesetzt, unterliegen sie in Abhängigkeit ihres jeweiligen Anwendungsbereiches den gesetzlichen Vorschriften des Abfall- und des Bodenschutzes. Gemäß § 12 BBodSchV sind zugleich die Qualitätsanforderungen der entsprechenden abfallrechtlichen Verordnungen (BioAbfV, AbfKlärV) zu erfüllen. Das Bodenschutzrecht findet im Bereich der durchwurzelbaren Bodenschicht Anwendung (siehe Kapitel 3.1.4.2 – Umweltstandards).

Die Deponierung von Klärschlämmen und Bioabfällen ist aufgrund ihres hohen organischen Gehaltes (hohes Reaktionspotential/Abbaubarkeit) verboten. Diese Abfälle können ausschließlich im Rahmen der Herstellung von Rekultivierungsschichten eingesetzt werden. Die Deponieverordnung legt entsprechende Zuordnungswerte für Rekultivierungsschichten sowie Rahmenbedingungen für deren Einbau fest.

Bewertung

Siehe Kapitel 3.1.3.3 und 3.1.3.4

Eine zentrale Erfassungs- und Auswertungsstelle zur Analyse der Qualität und Quantität der im Landschaftsbau eingesetzten Substrate existiert nicht.

Qualitäts- und Handlungsziele

Der Schadstoff- und Nährstoffeintrag infolge der Verwertung von Bioabfällen und Klärschlamm soll konsequent geprüft werden.

Ziel ist es, die Schadstoffgehalte in Klärschlämmen und Bioabfällen weiter zu reduzieren.

Eine Anreicherung von Schadstoffen im Boden, verursacht durch Bioabfälle und Klärschlämme, soll vermieden werden.

Ziel ist es, den Einsatz der Komposte im Kleinverbraucherbereich und im Landschaftsbau fachlich zu steuern.

3.1.4.2 Bodenaushub und Baggergut

Beschreibung des Ist-Zustandes

Entsprechend der im KrWG vorgegebenen fünfstufigen Abfallhierarchie sind Abfälle vorrangig zu vermeiden, wiederzuverwenden oder zu verwerten und erst dann zu beseitigen. Dies alles soll unter der Maßgabe des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips sowie des Schutzes der Gesundheit und der Umwelt erfolgen.

Im Jahr 2012 wurden in Mecklenburg-Vorpommern in Bauschutttaufbereitungs- und Asphaltmischanlagen ca. 233.000 t Boden und Steine (Abfallschlüssel 17 05 04) mit dem Ziel der Verwertung behandelt. Die Abfälle können bei Eignung über verschiedene Wege der Verwertung zugeführt werden, z. B. im Straßen- und Landschaftsbau, beim Bau von Lärmschutzwällen, Deichbau sowie Rekultivierung von Altablagerungen und Deponien. Darüber hinaus wurden im selben Jahr ca. 1,3 Mio. t – vorwiegend Boden und Steine aus Mecklenburg-Vorpommern – in bergrechtlich genehmigten Tagebauen zur Verfüllung verwertet (Statistisches Amt 2012).

Für das Jahr 2003 wurden vom Statistischen Amt M-V letztmalig Verwertungsmengen und -wege für Bodenaushub (Boden, Steine) und Baggergut erfasst. Im Jahr 2003 wurden danach in Mecklenburg-Vorpommern rund 1,1 Mio. t Bodenaushub (Boden, Steine) und Baggergut für Bau- und Rekultivierungsmaßnahmen eingesetzt. Nicht darin enthalten sind private Bau- und Rekultivierungsmaßnahmen. Die Verwendungswege sind in Tabelle 75 dargestellt.

Tabelle 75: Verwendungswege für Bodenaushub / Baggergut bei öffentlichen Maßnahmen in M-V (Statistisches Amt M-V)

	eingesetzte Menge (t)			
	1997	1999	2001	2003
Straßen- und Wegebau	-	749.011	151.109	303.011
Landschaftsbau, -gestaltung	-	501.756	6.306	-
Bau von Lärmschutzwällen	-	108.626	-	-
Freizeit- und Sportanlagen	-	130.631	3.010	-
Deichbau	-	82.223	-	-
Rekultivierung von Altablagerungen	-	14.800	-	-
Sonstige Maßnahmen	-	47.625	34.979	614.391
Öffentliche Deponien	-	350.285	460.291	112.891
Gesamt	1.981.812	1.984.957	709.839	1.083.806

Die Zahlen dienen allein der Orientierung, aktuelle landesweite Erhebungen dieser Art liegen nicht vor.

Umweltstandards

Das Herstellen einer durchwurzelbaren Bodenschicht sowie das Auf- und Einbringen von Material auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht unterliegt den Vorschriften des Bodenschutzrechtes.

Gemäß § 12 BBodSchV dürfen zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht nur Bodenmaterial sowie Baggergut nach DIN 19731 und Gemische von Bodenmaterial mit solchen Abfällen, die die stofflichen Qualitätsanforderungen nach § 11 KrWG erlassenen Verordnungen sowie der Klärschlammverordnung erfüllen, auf- und eingebracht werden.

Das Auf- und Einbringen von Bodenmaterial **auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht** oder zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht im Rahmen von Rekultivierungsmaßnahmen einschließlich Wiedernutzbarmachung ist zulässig, wenn die Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen gemäß § 7 Satz 2 des BBodSchG und § 9 BBodSchV nicht hervorgerufen wird und mindestens eine der in § 2 Absatz 2 Nummer 1 und 3 Buchstabe b und c des BBodSchG genannten Bodenfunktionen nachhaltig gesichert oder wiederhergestellt wird.

Die Nährstoffzufuhr durch das Auf- oder Einbringen des Bodenmaterials in und auf Böden ist nach Menge und Verfügbarkeit dem Pflanzenbedarf der Folgevegetation anzupassen, um insbesondere Nährstoffeinträge in Gewässer zu vermeiden, dazu ist DIN 18919 (2002-08) zu beachten. Auf landwirtschaftlichen Flächen sind zusätzlich die Vorgaben des Düngerechtes zu beachten.

Bei Verfüllungen gelten im Bereich der durchwurzelbaren Bodenschicht die Anforderungen des § 12 BBodSchV unmittelbar. Das Auf- und Einbringen von Böden **unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht** (sowie in technischen Baumaßnahmen) regelt die an das Bodenschutzrecht angepasste LAGA-Mitteilung 20 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln“, Teil II 1.2 TR Boden (Stand: 05.11.2004). Mit Schreiben des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommern vom 22.12.2005 wurde die vorgenannte LAGA-Mitteilung 20 als antizipiertes Sachverständigengutachten zur Anwendung empfohlen. Das verwendete Material muss darüber hinaus geeignet sein, die relevanten Bodenfunktionen wieder herzustellen. Auch hier gelten die materiellen Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes.

Inwieweit Bodenfunktionen insbesondere durch Einbringen von Böden, die die Zuordnungswerte Z 1.2 oder Z 2 der LAGA-Mitteilung 20 einhalten, wieder hergestellt oder erhalten werden können, bedarf einer Einzelfallprüfung auch unter Berücksichtigung der Anforderungen des Grundwasserschutzes.

Bei der Verwertung auf Deponien (z. B. zur Herstellung von Rekultivierungsschichten) gelten die abfallrechtlichen Anforderungen entsprechend der Deponieverordnung (DepV).

Zur Ressourcenschonung ist Mutter- bzw. Oberboden, der vor allem bei Baumaßnahmen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche anfällt, mit dem Ziel der späteren Wiederverwendung bzw. Verwertung in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen (§ 202 BauGB).

Bewertung

Der Bodenaushub von natürlichen Standorten ist in der Regel nicht mit Schadstoffen belastet. Auf Grund der geogenen Bedingungen und der geringen anthropogenen Belastungen durch Besiedlung und Industrie ist das Baggergut aus den marinen/brackigen Bereichen des Landes deutlich geringer belastet als aus vergleichbaren Regionen Norddeutschlands.

Die Schadstoffbelastung in limnischen Substraten konzentriert sich in einzelnen Flusssedimente und wenige Teiche und Seen, die durch anthropogene Einflüsse wie Abwassereinleitung und Abfallablagerung belastet wurden.

Auf die Ausführungen in Kapitel 3.1.3.5 wird Bezug genommen.

Bodenaushub und Baggergut werden vermehrt als Baumaterial und Ersatzstoffe im Interesse der Ressourcenschonung eingesetzt (vgl. Nutzungen Tabelle 75). Allerdings ist die Datenlage noch lückenhaft.

Insbesondere der Einsatz von Baggergut berührt überwiegend die Rechtsbereiche des Bodenschutzes, des Wasser-, des Abfall- und des Düngerechts. Eine bundeseinheitliche Verzahnung der genannten Rechtsbereiche und Harmonisierung der Anforderungen ist erstrebenswert, würde den Vollzug in der Anwendung erleichtern. Außerdem könnte ein zentrales Boden- und Baggergutmanagement die Ressourcenschonung im Land optimieren.

Qualitäts- und Handlungsziele

Es sollte zwecks Ressourcenschonung eine möglichst hochwertige Nutzung von Bodenaushub und Baggergut erreicht werden.

Ziel ist es, dass bei der Verwertung von Bodenaushub und Baggergut die Anforderungen des Bodenschutz-, Abfall- und Düngerechts konsequent Anwendung finden.

Ziel ist es, die Datengrundlagen zu verbessern, auszuwerten und hieraus Handlungsempfehlungen für ein nachhaltiges Boden- und Baggergutmanagement zu entwickeln.

Grundsätzlich sind im Rahmen des Ein- und Aufbringens von Bodenmaterial und Baggergut die Aspekte des vorsorgenden Bodenschutzes stärker zu berücksichtigen, insbesondere in Bezug auf die Herstellung bzw. den Erhalt von Bodenfunktionen. Dazu ist ein projektbezogenes Qualitätsmanagement abzusichern. Ziel ist es, größere Boden- und Baggergutumlagerungen bodenkundlich zu begleiten – siehe auch Kapitel 3.2.2.

3.1.5 Schadstoffe aus der Luft

Über verschiedene Ablagerungsmechanismen (Depositionen) können bodenverändernde Schadstoffe in den Boden eingetragen werden. Von Bedeutung sind hierbei die Säure- und Stickstoffeinträge und die Belastung durch organische und anorganische Luftschadstoffe.

Auf radioaktive Einträge aus der Luft wird hier nicht eingegangen, da sie nur im Extremfall zu Veränderungen der Bodeneigenschaften führen. Eine Bewertung der vorhandenen Radionuklide künstlichen Ursprungs wird regelmäßig vom Bundesministerium für Umwelt, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) über die Berichte „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ herausgegeben. Dort sind neben den Einzelergebnissen aus den Bundesländern auch länderübergreifende Vergleiche enthalten.

Luftschadstoffe werden aus der Atmosphäre über nasse Deposition mit Regen und Schnee, trockene Deposition durch Gase und Partikel und feuchte Deposition mit Nebel und Raureif in die Böden eingetragen. Trockene und feuchte Deposition sind abhängig von der Landnutzung. Da die Trockendeposition meist höher als die Nasseposition ist, sind die tatsächlichen Schadstoffeinträge höher als die durch die meisten Messnetze erfassten Einträge durch Niederschläge.

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die relevanten Schadstoffgruppen detaillierter dargestellt. Luftschadstoffe werden sowohl aus natürlichen als auch aus anthropogenen Prozessen emittiert und zum Teil über weite Entfernungen transportiert. Das Emissionskataster von Mecklenburg-Vorpommern erfasst derzeit nur die Emissionen durch genehmigungsbedürftige Anlagen nach BImSchG. Die tatsächlichen Einträge in den Boden, die aus der Gesamtheit aller Emissionen resultieren, werden durch Depositionsmessprogramme ermittelt. Hierbei werden mit verschiedenen Sammeleinrichtungen die Niederschläge gesammelt und analysiert. Dafür sind das Depositionsmessnetz des Luftmessnetzes und zwei forstwirtschaftliche Dauerbeobachtungsflächen (Level II-Flächen) Mitte der neunziger Jahre in Mecklenburg-Vorpommern eingerichtet worden.

3.1.5.1 Säureeinträge

Einen Beitrag zur Bodenversauerung liefern die Säureeinträge durch reaktive Stickstoff- und Schwefel-Spezies. Der Eintrag von Schwefel- und Stickstoffverbindungen hängt von den Immissionskonzentrationen dieser Stoffe in der Atmosphäre ab. So ist der Eintrag von Sulfat eng mit der Schwefeldioxidkonzentration in der Atmosphäre, der Eintrag von Nitrat eng mit der Konzentration an Stickstoffdioxid und der Eintrag an Ammonium mit dem Auftreten von Ammoniak in der Atmosphäre verbunden (Ammoniak reagiert in der Atmosphäre sehr schnell mit Wasser zu Ammonium). Während Ammoniakemissionen fast vollständig der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung zuzuordnen sind, wird Stickstoffdioxid überwiegend durch den motorisierten Verkehr freigesetzt. Entsprechend sind die Stickstoffeinträge in landwirtschaftlich geprägten Regionen mit einer hohen Viehbesatzdichte durch überproportionale Ammoniumanteile charakterisiert.

Depositionsseitig können die Einträge durch freie Säuren (Wasserstoffionen) anhand von in den Niederschlägen gemessenen pH-Werten und Niederschlagsmengen explizit bestimmt werden.

Neben dem direkten Eintrag durch freie Säuren ist auch die indirekte Säurewirksamkeit von Ammoniak und Ammonium durch Nitrifizierungsprozesse im Boden zu berücksichtigen. Das durch die Nitrifizierung entstehende Nitrat wird je nach Bodenzustand mit Nährstoffkationen oder mit Aluminium durch das Sickerwasser ausgetragen. Die dann zurückbleibenden

Wasserstoffionen, die bei der Nitrifizierung freigesetzt werden, führen zur Bodenversauerung.

Die Bodenversauerung geht mit Nährstoffverlusten einher, was langfristig zur Minderung der Vitalität der Pflanzen und zu Verschiebungen im Artenspektrum führt. Viele Ökosystemfunktionen können nur noch eingeschränkt erfüllt werden (v. a. Wasserfilterung). Unterhalb von pH 4 können Mineralboden bewohnende Regenwürmer nicht mehr existieren, da in diesen Bereichen für sie toxisches Aluminium freigesetzt wird.

Beschreibung des Ist-Zustandes

In der Bundesrepublik Deutschland wurde seit den achtziger Jahren ein Rückgang der Niederschlagsazidität beobachtet. So erhöhte sich der mittlere pH-Wert an verschiedenen bundesweiten Messstationen des UBA von 4,2 – 4,5 im Jahr 1982 auf 4,7 – 5,0 im Jahr 2007. Damit befinden sich die heutigen pH-Werte im Bereich der natürlichen, ohne anthropogene Beeinflussung in Mitteleuropa zu erwartenden Werte, die etwa zwischen 4,6 und 5,6 liegen (UBA 2008).

In Mecklenburg-Vorpommern weist die Entwicklung der Niederschlagsazidität einen ähnlichen, sogar noch positiveren Verlauf auf. In der nachfolgenden Abbildung ist der mittlere pH-Wert der nassen Deposition (Regen) an einer ländlich geprägten Messstation des Luftmessnetzes dargestellt.

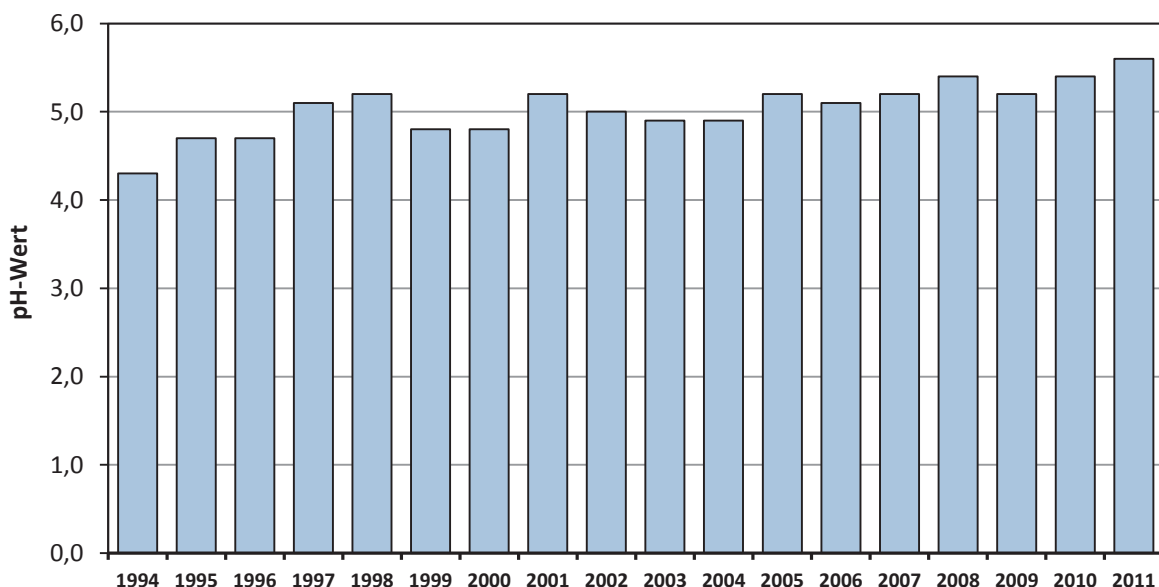


Abbildung 62: Mittlere pH-Werte des Regens am Standort Gülzow (Freilanddeposition) (LUNG 2014)

Für die Belastung der Ökosysteme ist jedoch nicht nur der Wasserstoffioneneintrag (freie Säure) von Bedeutung, sondern auch die bodeninterne Wasserstoffionen-Produktion durch Ammoniumeinträge.

Die nachfolgende Abbildung 63 zeigt die Entwicklung der Säurebelastung (Protoneneinträge) durch Ammonium und andere Verbindungen am Standort Gülzow. Tendenziell ist eine leichte Abnahme zu verzeichnen. Die jährliche Säurebelastung durch Regen ist auch abhängig von der Niederschlagsmenge.

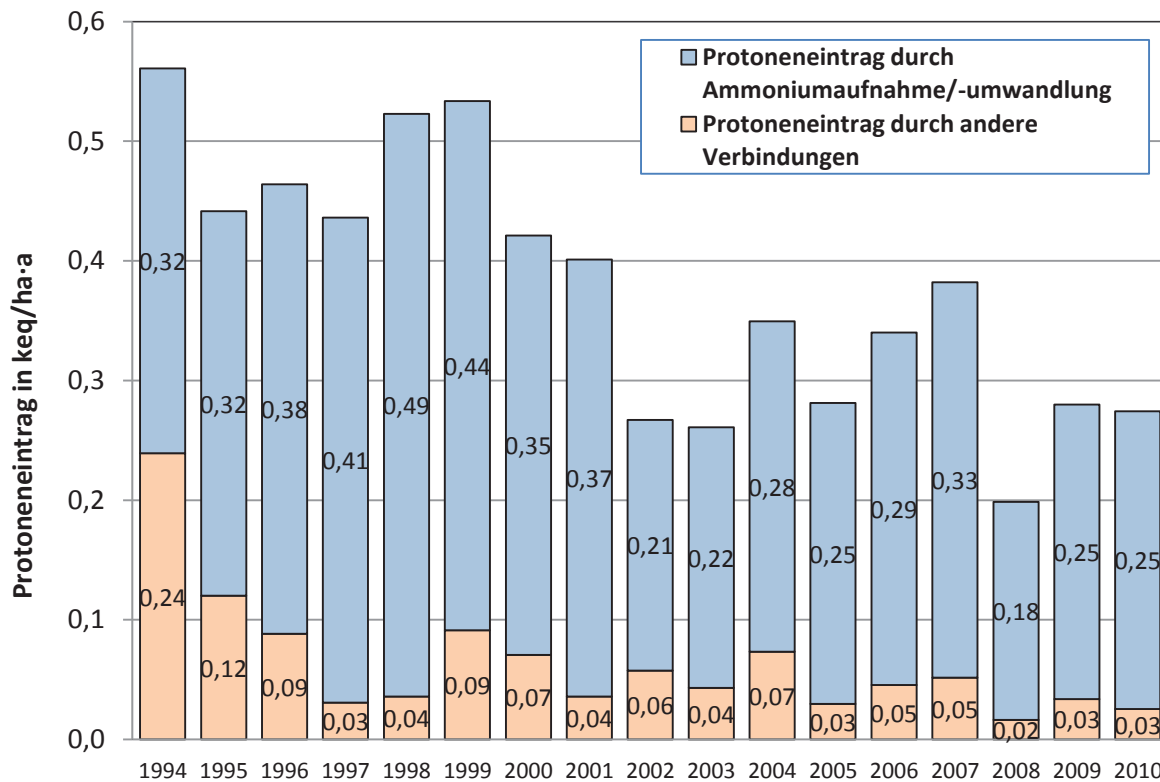


Abbildung 63: Entwicklung der Ammonium- und Wasserstoffioneneinträge an der Luftmessstation Gülzow (LUNG 2011)

Aufgrund wiederholt auftretender technischer Probleme bei dem Depositionssammler liegen für den Zeitraum 2011 bis 2013 nicht ausreichend Datensätze zur Auswertung vor.

Die nachfolgenden Abbildungen 64 und 65 veranschaulichen die Entwicklung der Säure bildenden Schwefeldioxid- und Stickstoffdioxidimmissionen im Zeitraum 1998 bis 2014 in Mecklenburg-Vorpommern.

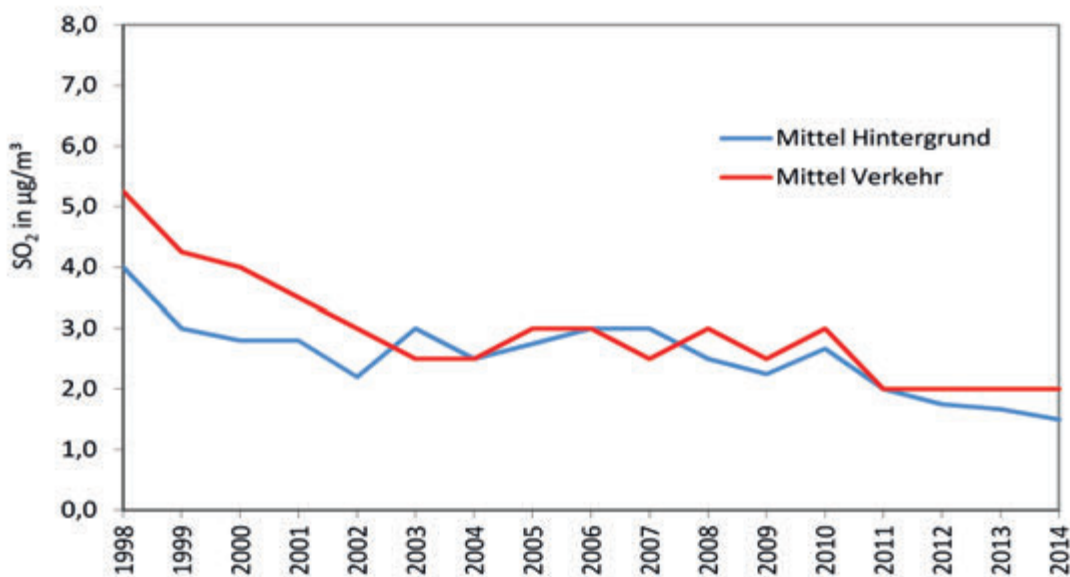


Abbildung 64: Entwicklung der mittleren Schwefeldioxidimmission (SO₂) im ländlichen Raum und an städtischen, straßennahen Messstationen in M-V, Ergebnisse der Luftgüteüberwachung in M-V (LUNG 2015)

Bezüglich Schwefeldioxid lässt sich ein deutlicher Rückgang der Belastung beobachten. Die Jahresmittelwerte befinden sich auf sehr niedrigem Niveau. Die Installation geeigneter Rauchgasentschwefelungsanlagen, die Stilllegung veralteter Anlagen nach 1990, die zunehmende Umstellung der Feuerungsanlagen von Braunkohle auf andere Energieträger wie Erdöl und Erdgas (auch im Bereich der privaten Haushalte) und nicht zuletzt die Verwendung schwefelarmer Kraftstoffe führte zu einer erheblichen Reduzierung der Schwefeldioxidimmissionen (siehe Abbildung 64).

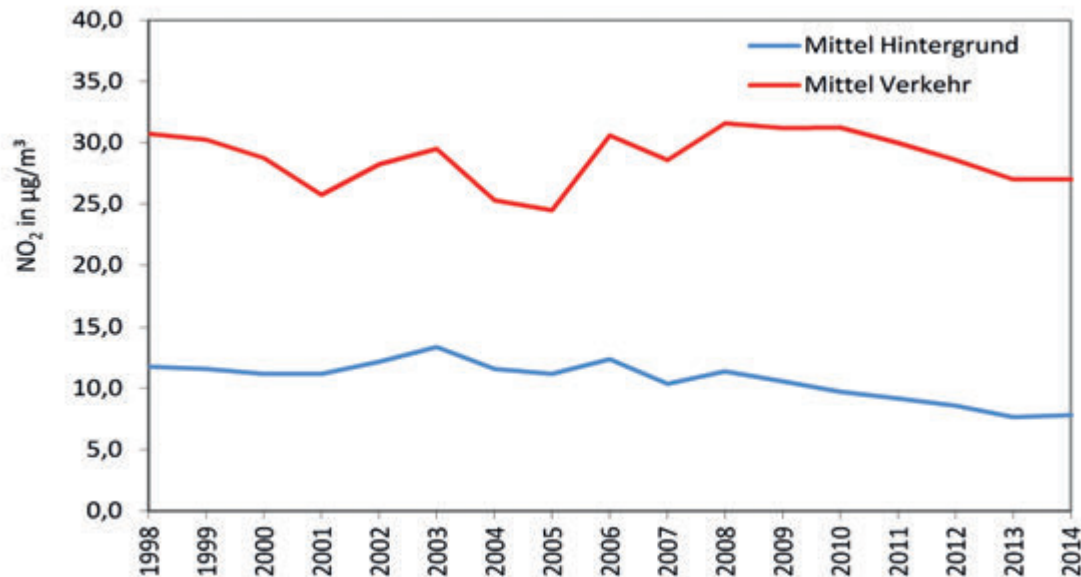


Abbildung 65: Entwicklung der mittleren Stickstoffdioxidimmission (NO_2) im ländlichen Raum und an städtischen, straßennahen Messstationen in M-V, Ergebnisse der Luftgüteüberwachung in M-V (LUNG 2015)

Der seit 2010 geltende Jahresgrenzwert für Stickstoffdioxidimmissionen in der Außenluft wird in Mecklenburg-Vorpommern nur an einer Messstelle (Rostock – Am Strande) überschritten. Die Umsetzung von Maßnahmen des Luftreinhalteplans zeigt aber bereits eine deutliche Verbesserung in diesem Bereich. Für die Stickstoffdioxidimmissionen lässt sich insgesamt kein Trend erkennen. Die emissionsferneren ländlichen Standorte sind deutlich weniger mit Stickstoffdioxid belastet als die verkehrsnahen Standorte (siehe Abbildung 65).

Ammoniakimmissionen sind in erster Linie auf Emissionen aus der Landwirtschaft zurückzuführen. Im Vordergrund stehen hierbei Tierhaltungsanlagen einschließlich Ausbringung der Wirtschaftsdünger.

Zwischen 1999 und 2001 wurden die Ammoniak-Messungen im ländlichen Raum Mecklenburg-Vorpommerns an zwei Orten mittels kontinuierlich arbeitenden zeitlich hoch auflösenden Messgeräten vorgenommen, zusätzlich wurden alternierend Ammoniak-Messungen in der Nähe von Tierhaltungsanlagen an drei Standorten (siehe Tabelle 76) durchgeführt.

Tabelle 76: Ammoniakkonzentrationen in der Nähe von Tierhaltungsanlagen in M-V (LUNG 2004b)

Messort	Lage Entfernung zur Hauptemissionsquelle	Messzeitraum	Mittlere NH ₃ -Konzentration im Messzeitraum [µg/m ³]	Maximaler 1-Std.-Mittelwert [µg/m ³]	Maximales Tagesmittel [µg/m ³]
Friedrichshagen	350 m Entfernung zur Rindermastanlage (15.000 Tiere)	2. Halbjahr 1999	19	141	96
Rothemühl	100 m Entfernung zur Legehennenanlage (207.000 Tiere)	1. Halbjahr 2000	3,3	30	16
Wanzlitz	350 m Entfernung zur Schweinemastanlage (15.000 Tiere)	2. Halbjahr 2000 (ohne 18.9./19.09. Gülleausbringung)	4,9	68	35

Seit 2006 wird ein Messnetz mit Ammoniak-Passivsammlern zur Untersuchung der räumlichen Variabilität der mittleren Ammoniakimmissionen in Mecklenburg-Vorpommern betrieben. Das Messnetz besteht momentan aus zwölf Standorten, die in der Regel nicht unmittelbar von Emissionen aus Tierhaltungsanlagen beeinflusst werden und drei weiteren Standorten, in deren näherer Umgebung sich Tieranlagen befinden (Reinkenhagen, Jarmen und Rothemühl).

Tabelle 77 fasst die mittleren jährlichen Ammoniakimmissionskonzentrationen der Jahre 2006 bis 2014 zusammen. In der Regel liegen die Konzentrationswerte an Standorten, die sich nicht erkennbar im Nahbereich (ca. 800 m Radius) einer Tierhaltungsanlage oder einer Ausbringungsfläche für Wirtschaftsdünger befinden, etwas niedriger als Standorte, in deren nahem Umfeld Tierhaltungsanlagen liegen (Reinkenhagen, Jarmen und Rothemühl). Die ermittelten Ammoniakimmissionskonzentrationen der letzten Jahre weisen keinen offenkundigen Trend auf. Die interannuellen Schwankungen lassen sich insbesondere durch den Einfluss des Witterungsverlaufs erklären.

Tabelle 77: Ammoniakkonzentrationen im ländlichen Raum und in der Nähe von Tierhaltungsanlagen in M-V (LUNG 2015)

Jahr	mittlere NH ₃ -Belastung [µg/m ³] an ländlichen Standorten in M-V, die sich nicht im Nahbereich von Tieranlagen befinden	mittlere NH ₃ -Belastung [µg/m ³] an ländlichen Standorten in M-V im Einflussbereich von Tieranlagen (Abstand bis 800 m)
2006	3,1	5,3
2007	4,6	6,2
2008	3,0	3,8
2009	3,3	4,5
2010	4,2	5,3
2011	7,9	9,4
2012	3,8	4,7
2013	3,2	4,0
2014	3,4	4,1

Der überwiegende Teil der durch die Landwirtschaft verursachten Ammoniak-Emissionen stammt entsprechend der deutschen Emissionsberichterstattung 2013 aus der Rinderhaltung (52%), gefolgt von der Schweinehaltung (20%) und der Geflügelhaltung (9%); ca. 15% fallen auf die Anwendung von Mineraldünger zurück (UBA 2015). Während bei der Schweinehaltung der überwiegende Teil der Emissionen direkt aus dem Stall stammt, fällt bei der Rinderhaltung der Hauptteil der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger zu (UBA 2015).

Zeitlich hoch aufgelöste Messungen zeigen, dass die Maximalwerte jeweils im Lee der Anlagen registriert werden. Deutlich erhöhte Ammoniakkonzentrationen in der Außenluft treten außerdem zeitlich begrenzt insbesondere nach der Gülleausbringung auf. Die Anwendung von Injektionsverfahren oder die sofortige Einarbeitung haben hierbei ein deutliches Minderungspotential.

Ein Teil der Stickstoffemissionen wird nicht weit vom Entstehungsort wieder deponiert. Insofern sind Böden in der Umgebung von Tierhaltungsanlagen besonders durch versauernd wirkende Niederschläge gefährdet.

Dies bestätigt sich auch auf den zwei Waldmonitoringflächen in Mecklenburg-Vorpommern, auf denen Stoffeinträge und deren Auswirkungen auf die Waldökosysteme erfasst werden. Festzustellen ist, dass die Waldböden infolge der langjährigen Säureeinträge weiterhin stark verändert sind. Die ökologischen Belastungsgrenzen (Critical Load) für versauernd wirkende Stoffe (Stickstoff- und Schwefelverbindungen) werden, vor allem aufgrund der stark gesunkenen Schwefeleinträge, auf beiden Flächen seit dem Messbeginn im Jahre 1996 deutlich unterschritten. Im Zeitraum von 2007 bis 2014 zeigen die Stickstoffeinträge an beiden Messorten eine leicht abnehmende Tendenz.

In Bezug auf die Quellen der Boden versauernden bzw. versauernd wirkender Stoffe ist festzustellen, dass die Gesamtemissionen aufgrund der o. g. Entwicklungen seit 1990 deutschlandweit um mehr als 70% stark gesunken sind. Eine Ausnahme bilden die Ammoniakemissionen, die zu knapp 96 % aus der Landwirtschaft stammen und seit 1991 bundesweit auf gleichem Niveau (um 600 kt/a) stagnieren (UBA 2015b). Auch deshalb ist in der Bundesrepublik Deutschland die Landwirtschaft seit 1997 der bedeutendste Emittent von Boden versauernden Schadstoffen. Im Jahr 2013 war die bundesweit emittierte Menge mit 39.615 t Säure-Äquivalent fast ebenso groß wie die von Energiewirtschaft, verarbeitendem Gewerbe, Verkehr und Haushalten/Kleinverbrauchern emittierten Säurebildner zusammen (UBA 2015b).

Für Mecklenburg-Vorpommern ergibt sich ein vergleichbares Bild hinsichtlich der starken Abnahme der Gesamtemissionen und des Landwirtschaftssektors als Hauptquelle von Ammoniakemissionen. Von den für das Jahr 2012 berichteten Ammoniakemissionen aus immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen und nach der 11. BImSchV emissionserklärungspflichtigen Anlagen stammten über 97 % aus Tierhaltungsanlagen.

Umweltstandards

Die Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa in deutsches Recht erfolgte über die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes; Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (39. BImSchV).

Tabelle 78: Immissionswerte der 39. BImSchV für SO₂ und NO₂/NO_x

Komponente	Schutzgut	Immissionsgrenzwert in µg/m ³	Berechnungsart	Bezugszeitraum
SO ₂	menschliche Gesundheit	350	24 zulässige Überschreitungen pro Kalenderjahr	1-Stunden-Mittelwert
		125	3 zulässige Überschreitungen pro Kalenderjahr	24-Stunden-Mittelwert
	Vegetation	20	Jahresmittelwert	Kalenderjahr
		20	Mittelwert während des Bezugszeitraums	Winterhalbjahr 01.10.-31.03.
NO ₂	menschliche Gesundheit	200	18 zulässige Überschreitungen pro Kalenderjahr	1-Stunden-Mittelwert
		40	Jahresmittelwert	Kalenderjahr
NO _x	Vegetation	30	Jahresmittelwert	Kalenderjahr

Grenzwerte für Ammoniak- und Ammoniumimmissionen existieren bislang nicht. Im § 33 der 39. BImSchV sind die zulässigen Emissionshöchstmengen für die Bundesrepublik Deutschland enthalten, die seit dem Jahr 2011 nicht mehr überschritten werden dürfen (Tabelle 79). Dafür hat die Bundesregierung ein Programm zur Verminderung der Ozonwerte und zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen (§ 34 der 39. BImSchV) entwickelt.

Tabelle 79: Emissionshöchstmengen für Deutschland für versauernde Stoffe nach § 33 Absatz 1 39. BImSchV

SO ₂	NO _x	NH ₃
[kt]		
520	1.051	550

Bewertung

Die Emissionen und damit auch die Immissionen versauernd wirkender Luftschadstoffe (v. a. Schwefeldioxid) sind sowohl in der Bundesrepublik Deutschland als auch in Mecklenburg-Vorpommern durch die Luftreinhaltemaßnahmen in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen. Insgesamt haben sich Niederschlagsazidität und Säureeinträge zwar verringert, allerdings sind insbesondere die Waldböden stark säuregeschädigt und gegenüber zusätzlichen Einträgen nach wie vor empfindlich. Die Emissionen versauernd wirkender Schadstoffe müssen deshalb auch aus Gründen des Bodenschutzes weiter reduziert werden.

Inzwischen ist in der Bundesrepublik Deutschland die Landwirtschaft der bedeutendste Emittent Luft und Boden versauernder Schadstoffe, da deutschlandweit in diesem Sektor nur sehr geringe Reduzierungen zu verzeichnen sind. Für Mecklenburg-Vorpommern liegen keine Daten zur landesweiten Entwicklung der Ammoniak-Emissionen vor.

Bezüglich der Einhaltung der Immissionsbegrenzungen gemäß 39. BImSchV ist für Mecklenburg-Vorpommern festzustellen, dass die Schwefeldioxid-Grenzwerte an allen Messstationen des Landes sicher eingehalten werden. Die Jahresmittelwerte befinden sich seit mehreren Jahren auf sehr niedrigem Niveau.

Der für die Summe der Stickoxide zum Schutz der Vegetation geltende Jahresgrenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird in den relevanten Beurteilungsgebieten sicher eingehalten. Die Stickstoffdioxid-Grenzwerte werden in Mecklenburg-Vorpommern wie in den Vorjahren nur an der verkehrsnahen Messstelle Rostock-Am Strande nicht erreicht.

Die in der 39. BImSchV festgesetzte nationale Emissionshöchstmenge aus der NEC-Richtlinie für Stickoxide von 1.051 kt konnte in Deutschland seit 2010 noch nicht eingehalten werden. Weitere Anstrengungen zur Reduzierung der Stickoxid-Emissionen sind also notwendig. Die nationale Emissionshöchstmenge von 550 kt für Ammoniak-Emissionen wurde 2013 mit 671 kt wie in den Vorjahren deutlich überschritten. Für Schwefeldioxid wird die nationale Emissionshöchstmenge seit 2004 eingehalten.

Bei Ammoniak- und Ammoniumimmissionen ist auch in Mecklenburg-Vorpommern noch kein wesentlicher Rückgang zu erkennen (Tabelle 77). Relevanz besitzen sie bezogen auf die ökologischen Belastungsgrenzen von empfindlichen Ökosystemen insbesondere im Nahbereich von Tierhaltungsanlagen. Im Vergleich zu Regionen mit deutlich höheren Tierbesatzdichten können die Überschreitungen dieser Critical Loads jedoch noch als moderat gelten. Minderungsmaßnahmen müssen an den Quellen ansetzen. Neben technischen Maßnahmen, wie z. B. Abluftreinigungsanlagen, die Abdeckung von Güllelagerbehältern oder die emissionsarme Gülleausbringung, tragen auch bauliche und organisatorische Maßnahmen sowie Multiphasenfütterung zur Minderung bei (UBA 2015b).

Qualitäts- und Handlungsziele

Versauernd wirkende Emissionen, vor allem von Ammoniak (überwiegend Landwirtschaft) und Stickstoffdioxid (vorwiegend Verkehr), sind weiter zu reduzieren. Der Fokus liegt hierbei auf technischen, baulichen und organisatorischen Minderungsmaßnahmen.

Das Intensivmonitoring von ausgewählten Waldbeständen in M-V und das Ammoniak-Monitoring sowie die kontinuierlichen Immissionsmessungen zur Einschätzung der Luftgüte sind fortzuführen.

3.1.5.2 Deposition von Nährstoffen

Nährstoffeinträge beeinflussen maßgeblich den Nährstoffhaushalt des Bodens und damit die Vegetation. Bei einigen Nährstoffen kann ein zu hoher Gehalt die Pflanzenqualität ungünstig beeinflussen. Außerdem kann die Aufnahme anderer Nährstoffe, z. B. infolge von Ionenkonkurrenz, bis hin zum Mangel beeinträchtigt werden. Von Bedeutung sind vor allem die eutrophierenden Eigenschaften von Stickstoffverbindungen, die sich ab bestimmten Gehalten negativ auf die ökologischen Systeme auswirken, unter anderem negativ auf das Bodenleben, insbesondere die Mykorrhizapilze, und den Humusstatus. Hohe Stickstoffeinträge können über Auswaschungs- und Erosionsprozesse zu hohen Nitratgehalten im Grundwasser führen und zur Gewässereutrophierung beitragen. Stickstoff wird über den Luftpfad als Ammonium- und Nitratstickstoff eingetragen. Da diese Stickstoffeinträge auch zur Absenkung des pH-Wertes von Niederschlägen und zur Bodenversauerung führen, wurden im Abschnitt 3.1.5.1 bereits die Quellen sowie die Entwicklung von Emissionen und Immissionen landes- als auch bundesweit dargestellt. In diesem Kapitel erfolgt eine Ergänzung und Bewertung dieser Daten mit Blick auf die nährstoffbezogene Wirkung von Stickstoffdepositionen.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Die durch nasse Depositionen verursachten Stickstoffeinträge im Freiland werden derzeit durch das LUNG nur noch an einem Standort (Gülzow) als nasse Deposition ermittelt. Die Bestimmung der Gesamtdeposition mit Hilfe des Bergerhoffverfahrens nach VDI 2119 ergibt Werte zwischen 3 und 8 kg/ha*a. Es bleibt jedoch festzuhalten, dass die Depositionsmessungen verfahrensbedingt mit größeren Unsicherheiten behaftet sind.

Das BMELV (2006a) nennt durchschnittlich 18 kg/ha*a Stickstoff, die im Bestandsniederschlag deutscher Wälder gemessen werden. Diese Werte liegen über denen der Freilandmessungen, da bei der Sammlung von Niederschlägen im Bestand der Auskämmeffekt der Kronentraufe in der Regel zu höheren Einträgen führt. Als unbedenklich für den Stoffkreislauf von Wäldern gilt derzeit je nach Standort eine jährliche Zufuhr zwischen 5 und 20 kg Stickstoff pro Hektar (UBA 2010).

Die Entwicklung der jährlichen luftgetragenen Stickstoffeinträge an einer ländlich geprägten Luftmessstation in Mecklenburg-Vorpommern (Standort Gülzow) ist in Abbildung 66 dargestellt.

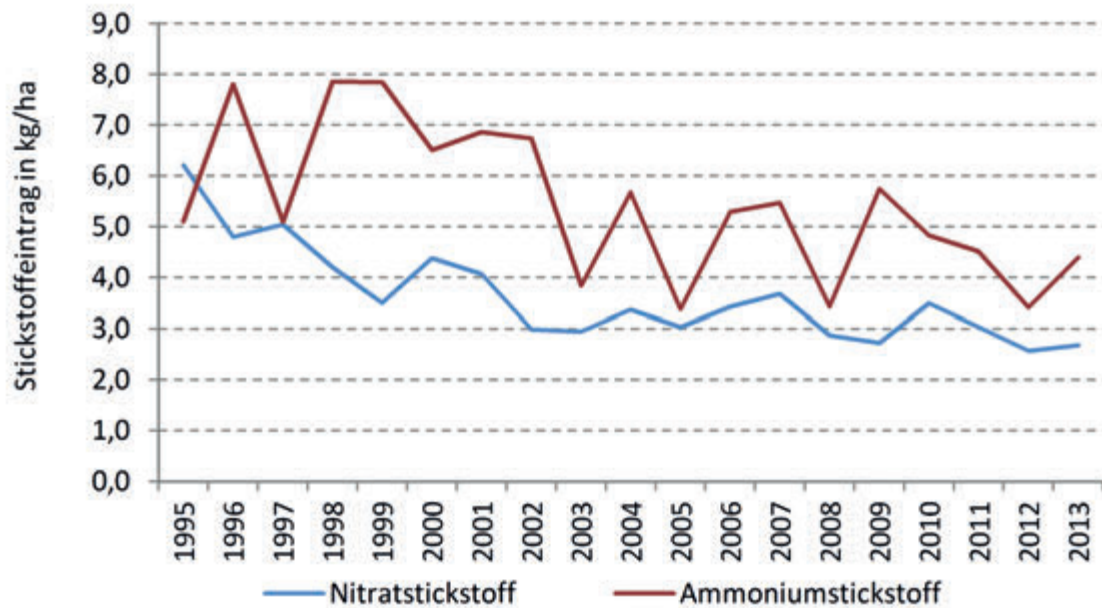


Abbildung 66: Einträge von Stickstoffverbindungen aus der Luft am Standort Gülzow für die Jahre 1995-2013 (LUNG 2014)

Die Depositionsmessungen der aktuellen und der in der Vergangenheit betriebenen Messstellen in Mecklenburg-Vorpommern zeigen, dass sich die Nitratstickstoffeinträge aus der Luft in den letzten Jahren insgesamt auf eher niedrigem Niveau bewegten. Jährliche witterungsbedingte Schwankungen von bis zu 2 kg/ha*a sind dabei durchaus möglich.

Einen nicht unerheblichen Teil des Stickstoffgesamteintrags liefert die rezeptorabhängige trockene Deposition, deren messtechnische Erfassung auf Grund der Komplexität im Routinebetrieb jedoch nicht möglich ist. Sie kann ein Mehrfaches der in der nassen Deposition ermittelten Werte ausmachen.

Für luftgetragene Stickstoffeinträge sind deutschlandweit und ökosystembezogen kritische Belastungsgrenzen ermittelt worden. Diese Critical Loads ermöglichen die Bewertung der Empfindlichkeit von Ökosystemen einschließlich der Böden hinsichtlich eutrophierender Stickstoffeinträge. Werden die Critical Loads durch die tatsächlichen Stickstoffeinträge überschritten, besteht in dem betroffenen Gebiet das Risiko, dass empfindliche Ökosysteme wie Wälder, Heiden und Moore und angrenzende Systeme (z. B. Grundwasser) langfristig geschädigt werden können.

Im Jahr 2009 wurden die ökologischen Belastungsgrenzen für eutrophierenden Stickstoff bundesweit auf knapp der Hälfte der Flächen empfindlicher Ökosysteme nicht überschritten. Diese Flächen waren somit keiner Gefährdung durch Eutrophierung ausgesetzt (UBA 2015).

Internationale Zeitreihendaten, die methodisch von der nationalen Modellierung abweichen, zeigen, dass der Anteil der Flächen in Deutschland, auf denen die ökologischen Belastungsgrenzen für eutrophierende Stickstoffeinträge überschritten wurden, von 73 % im Jahr 1990 auf 54 % im Jahr 2010 zurückgingen. Die Abnahme der Belastungen spiegelt größtenteils den Rückgang der Emissionen durch Luftreinhaltemaßnahmen bei der Fahrzeug- und Kraftwerkstechnik (Stickoxide: - 56 %) sowie durch die Reduzierung der Tierbestände in den Nachwendejahren (Ammoniak: -15 %) wider (UBA 2015).

Die beiden nachfolgenden Abbildungen für den Bereich Mecklenburg-Vorpommern dienen ausschließlich der Übersicht. Abbildung 67 zeigt, dass die ökologischen Belastungsgrenzen der untersuchten Ökosysteme in Mecklenburg-Vorpommern regional unterschiedlich sind. In Mecklenburg-Vorpommern liegen diese Critical Loads für den Gesamtstickstoff zwischen 5 und 15 kg/ha*a (UBA 2011a). Die niedrigsten Critical Loads und damit die höchste Empfind-

lichkeit ($< 10 \text{ kg N/ha}^* \text{a}$) gegenüber anthropogenen Stickstoffeinträgen finden sich auf trockenen nährstoffarmen Sanden oder auch sorptionsschwachen, armen und sauren Podsolen und Podsol-Braunerden. Im küstennahen Bereich wirken sich die Klimaeinflüsse auf das Pflanzenwachstum und somit auf die Stickstoffentzüge so aus, dass $10\text{-}15 \text{ kg N/ha}^* \text{a}$ verkraftet werden.

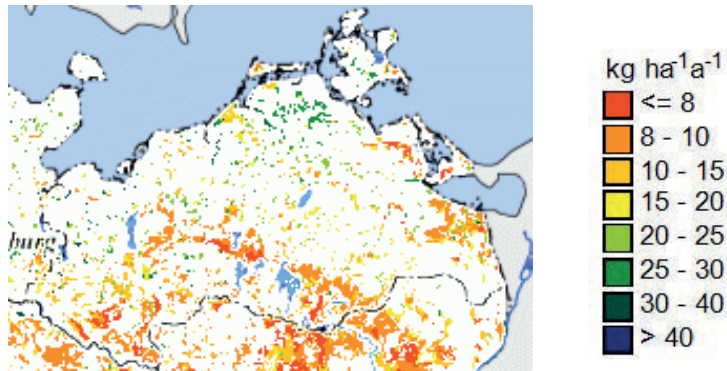


Abbildung 67: Critical Load für Stickstoffeinträge, eutrophierende Wirkung (UBA 2011)

Während Abbildung 67 einen Überblick über die Empfindlichkeit von Ökosystemen gegenüber eutrophierenden Stickstoffeinträgen in Mecklenburg-Vorpommern gibt, bildet Abbildung 68 ab, wo die jeweils standortbezogenen Critical Loads überschritten werden. Erkennbar ist, dass es in Mecklenburg-Vorpommern großflächige Überschreitungen von Critical Loads und damit eine Stickstoffübersversorgung vieler naturnaher Standorte gibt (besonders Wälder der Griesen Gegend, Sternberger Seenlandschaft, Rostocker Heide, Darßwald). Im Vergleich zu den Intensivtierhaltungsregionen Nordwestdeutschlands kommen Überschreitungen der Critical Loads im höheren Bereich ($> 10 \text{ kg N/ha}^* \text{a}$) nur kleinräumig vor.

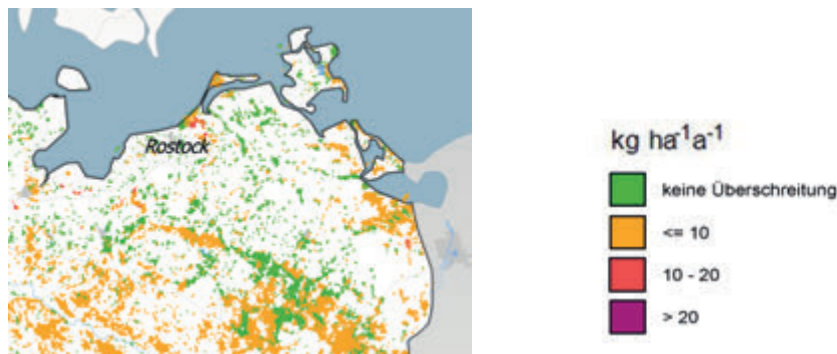


Abbildung 68: Überschreitung des Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff im Jahr 2009 (UBA 2015)

Auf zwei Waldmonitoringflächen in Mecklenburg-Vorpommern werden Stoffeinträge und deren Auswirkungen auf die Waldökosysteme erfasst. In der landwirtschaftlich geprägten Region Rothemühl sind in Relation zum walddreichen Vergleichsstandort Sandhof die Stickstoffeinträge wesentlich höher, was vor allem auf die höheren Ammoniumeinträge zurückzuführen ist. Am Standort Rothemühl lag der Eintrag an Gesamtstickstoff im Bestandesniederschlag zwischen 1996 und 2008 im Bereich von $16 - 22 \text{ kg/ha}^* \text{a}$, in Sandhof betrug er $10 - 15 \text{ kg/ha}^* \text{a}$ (LM 2009b).

Die kritischen Belastungsgrenzen für die eutrophierende Stickstoffwirkung auf der Rothemühler Fläche werden stetig und in Sandhof bei Verwendung der Stickstoffmengen im Bestandesniederschlag nur in einzelnen Jahren überschritten. Bei der Kalkulation von Bestandesgesamtdepositionen¹ erhöhen sich die Stickstofffrachten deutlich, so dass bei die-

¹ Die Bestandesgesamtdeposition berücksichtigt den vollständigen Trockendepositionsanteil in die Wälder und die Stoffaufnahme- und Stoffabgabeprozesse der Baumkronen, welche über den Bestandesniederschlag nicht direkt erfasst werden können. Beispielsweise werden wesentliche Stick-

ser Betrachtungsweise auch auf der Sandhofer Fläche die Verträglichkeitsgrenze regelmäßig überschritten wird.

Umweltstandards

Als Bewertungsmaßstab können grundsätzlich die standortspezifischen Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff herangezogen werden (s. o.). Das Konzept der Critical Loads findet Anwendung zur Steuerung der nationalen und europäischen Luftreinhaltepolitik, aber auch auf Vollzugsebene in immissionsschutzrechtlichen (Prüfung nach Nr. 4.8 der TA Luft) oder in naturschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren. Es ist Grundlage der europäischen Luftreinhaltepolitik und der Richtlinie 2001/81/EG (NEC-Richtlinie), die in Deutschland über die Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) umgesetzt wurde. Die 39. BImSchV enthält Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid und zulässige Emissionshöchstmengen für Stickoxide und Ammoniak (siehe Kapitel 3.1.5.1). Verbindliche Grenzwerte für Ammoniak- und Ammonium-Immissionen existieren bislang nicht. Belastungen empfindlicher Ökosysteme und Böden können deshalb im Bedarfsfall mit Hilfe der Critical Loads bewertet werden.

Bewertung

In den ersten Jahren seit Beginn der Messungen durch das LUNG zeigten die luftgetragenen Nährstoffeinträge einen leicht abnehmenden Trend. Die näher zurückliegenden Werte verlaufen auf eher niedrigem Niveau, wobei vor allem witterungsbedingte jährliche Schwankungen ausgeprägt sind.

Landesweit gesehen ist die Deposition eutrophierender Stickstoffverbindungen, bezogen auf die ökologischen Belastungsgrenzen empfindlicher naturnaher Ökosysteme, in einigen Regionen noch immer zu hoch. Die Emissionen dieser Stickstoffverbindungen sollten deshalb auch aus Gründen des Bodenschutzes weiter reduziert werden. Hilfreich wäre eine flächendeckende Erfassung der Depositionsdaten für Mecklenburg-Vorpommern.

Bezüglich der Einhaltung der Immissionsbegrenzungen der 39. BImSchV für Mecklenburg-Vorpommern ist festzustellen, dass die Stickstoffdioxid-Grenzwerte an fast allen Messstationen des Landes eingehalten werden.

Trotz rückläufiger Stickstoffbelastungen in Deutschland reicht die bisherige Minderung eutrophierend wirkender Stoffeinträge über den Luftpfad noch nicht aus, um die in der EU festgelegten nationalen Emissionshöchstmengen für Stickoxide und Ammoniak zum Schutz der Ökosysteme tatsächlich zu erreichen (siehe Kapitel 3.1.5.1). Die Intensität der Belastung durch Ammoniak stagniert in Deutschland seit 1995 auf unverändert hohem Niveau (UBA 2011a, 2015). Um den Stickstoffeintrag unter den kritischen Bereich zu senken, wird es notwendig sein, die Stickstoffemissionen, vor allem hinsichtlich Ammoniak zu senken. Maßnahmen zur Reduzierung der Ammoniak-Emissionen, die im Nationalen Programm zur Verminderung der Ozonkonzentration und zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen (UBA 2007a) aufgezeigt werden, beziehen sich dementsprechend vorrangig auf diesen Sektor. Vorgesehen sind unter anderem die verstärkte Anwendung technischer Minderungsmaßnahmen (Umsetzung der guten fachlichen Praxis) und die Verbreitung moderner Technologien in der Landwirtschaft.

stoffanteile bereits durch die Baumkronen aufgenommen. Diese Betrachtungsweise kann daher trotz bestehender methodischer Unsicherheiten als eine vollständigere Bewertung erachtet werden.

Qualitäts- und Handlungsziele

Eutrophierend wirkende Emissionen, vor allem von Ammoniak (überwiegend Landwirtschaft) und Stickstoffoxide (vorwiegend Verkehr) sind weiter zu minimieren. Der Fokus liegt hierbei auf technischen, baulichen und organisatorischen Minderungsmaßnahmen.

Das Intensivmonitoring von ausgewählten Waldbeständen in M-V, das Ammoniak-Monitoring sowie die kontinuierlichen Immissionsmessungen zur Einschätzung der Luftgüte sind fortzuführen.

Die kritischen Eintragsraten sind abzusenken.

3.1.5.3 Deposition von Schwermetallen

Die Deposition von Schwermetallen und somit der Eintrag in den Boden geschieht über Sedimentation und über die Deposition mit dem Niederschlag. Die Summe der beiden Eintragspfade stellt die Gesamtbelastung dar und wird als Staubbiederschlag bezeichnet. Zum Staubbiederschlag zählt auch der aus der Atmosphäre ausgetragene Feinstaub (PM₁₀). Dominiert wird der Staubbiederschlag aber durch größere schwerere Teilchen, wie aufgewirbeltes Erdbodenmaterial im ländlichen, aber auch im Straßenbereich und durch biogene Anteile wie beispielsweise Pollen. Die Messwerte für den Staubbiederschlag sind witterungsbedingten Schwankungen unterworfen, da sie von der Windstärke und -richtung sowie der Höhe der Niederschläge abhängen. So kommt es bei längerer Trockenheit zu verstärkten Bodenaufwirbelungen (LUNG 2008).

Insbesondere fossile Brennstoffe enthalten Schwermetalle als natürliche Spurenbestandteile. Somit gehören Feuerungen mit hohem Aschegehalt zu den wesentlichen Quellen anthropogen bedingter Emissionen von Schwermetallen. Weitere wichtige Emissionsquellen in Deutschland sind die Eisen- und Stahlindustrie, die Nichteisen-Metallindustrie, Müllverbrennungsanlagen sowie die Zement- und Glasindustrie. Hauptquelle für die Metalle Nickel, Kupfer und Chrom im Staubbiederschlag ist der Kfz-Verkehr. Allgemein steigen die Aufwirbelungen von metallischen Abrieb- und Korrosionsteilchen mit erhöhtem Verkehrsaufkommen und führen zu höheren Einträgen durch Staubbiederschlag.

Schwermetalle wirken ab bestimmten Konzentrationen toxisch auf Lebewesen und können dann die Ökosystemfunktionen stören.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Das LUNG konzentriert entsprechend der Gesetzgebung das Monitoring auf den Schwermetallgehalt im Schwebstaub (PM₁₀) und veröffentlicht die Ergebnisse in den Jahresberichten zur Luftgüte. Die Schwermetalldeposition wird seit 2010 nur noch an der ländlich gelegenen Messstation Gülzow ermittelt. Die beobachteten Einträge liegen auf niedrigem Niveau, weisen dabei aber witterungsbedingte Schwankungen von Jahr zu Jahr auf. Die ermittelten Einträge für Mecklenburg-Vorpommern sind in Tabelle 80 dargestellt.

Tabelle 80: Schwermetalldeposition in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ an der Messstation Gülzow (LUNG 2014)

	Blei	Cadmium	Kupfer	Nickel	Chrom	Arsen
1998	7,1	0,12	5,3	4,3	3,6	0,31
1999	7,2	0,12	7,4	2,8	3,4	0,93
2000	8,9	0,14	4,4	2,1	2,1	-
2001	19,8	0,10	11,9	4,3	1,5	-
2002	7,3	0,11	8,6	1,7	1,5	0,62
2003	9,5	0,09	8,2	1,6	1,5	0,62
2004	14,2	0,08	9,6	1,4	1,2	0,45
2005	21,5	0,07	12,0	2,1	1,2	0,21
2006	47,9	0,06	10,8	1,1	1,3	0,07
2007	2,9	0,07	12,2	1,6	1,4	0,17
2008	2,7	0,07	9,5	12,6	5,5	0,15
2009	3,9	0,07	5,3	1,5	1,1	0,27
2010	2,6	0,08	5,3	1,5	1,8	0,41
2011	10,0	0,14	14,4	4,1	2,3	0,61
2012	2,3	0,03	4,3	0,9	0,9	0,18
2013	2,9	0,09	7,5	0,7	1,0	0,19

In Mecklenburg-Vorpommern werden im Vergleich zu den ländlich gelegenen Stationen an den verkehrsnah gelegenen Stationen höhere Staubkonzentrationen beobachtet. Dies gilt auch für den Staubbiederschlag und der damit verbundenen Schwermetalldeposition. Insgesamt sind die Belastungen durch Staubbiederschlag sowohl im städtischen als auch im ländlichen Raum seit Beginn der 90er Jahre zurückgegangen. In Abbildungen 69 bis 71 sind beispielhaft für einen verkehrsnah gelegenen und einen ländlich gelegenen Standort die Entwicklung der Blei-, Cadmium und Nickeleinträge dargestellt.

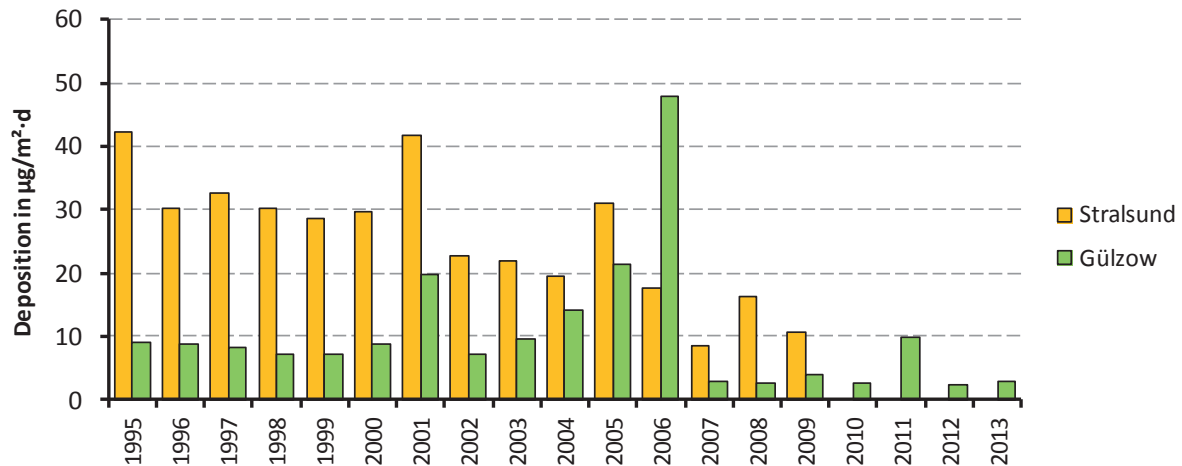


Abbildung 69: Bleideposition an der verkehrsnah gelegenen Station Stralsund (bis 2010) und der ländlich gelegenen Station Gülzow (LUNG 2014)

Die staubförmige Deposition stellt den Haupteintragspfad für Blei in die Böden Deutschlands dar (SRU 2008). Im Jahr 2006 wurde an der Hintergrundstation Gülzow ein gegenüber der städtischen Station höherer Depositionswert ermittelt, der auf zeitlich begrenzte lokale Quellen zurückzuführen ist.

Die wesentlichen Emissionsminderungen erfolgten für Blei durch die Einführung von bleifreiem Benzin und für die weiteren Schwermetalle durch die Sanierung der Anlagen entsprechend den Anforderungen der Großfeuerungsanlagenverordnung (13. BImSchV) und der TA Luft. Insbesondere die dabei angewandten hochwirksamen Staubbindermaßnahmen führten zu einer erheblichen Reduzierung der Schwermetallemissionen zunächst in den alten Ländern und nach der Wiedervereinigung auch in den neuen Ländern, einhergehend mit Stilllegungen der veralteten Produktionsstätten (UBA 2010).

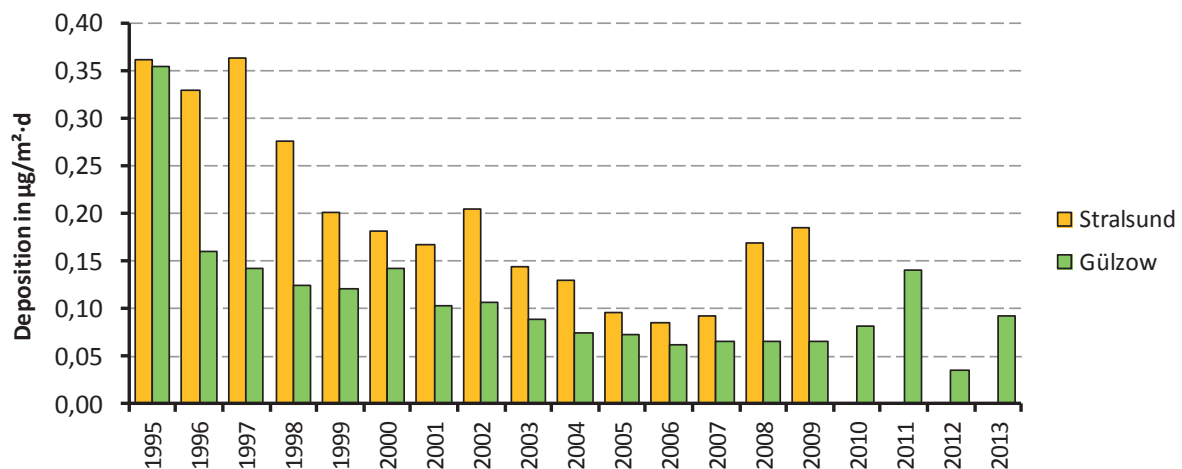


Abbildung 70: Cadmiumdeposition an der verkehrsnah gelegenen Station Stralsund (bis 2010) und der ländlich gelegenen Station Gülzow (LUNG 2014)

Ähnlich wie die Bleideposition ist auch die Deposition von Cadmium im verkehrsnahen Bereich deutlich zurückgegangen (Abbildung 70) wohingegen an der ländlich gelegenen Station diesbezüglich kein Trend erkennbar ist. Die Nickeldeposition (Abbildung 71) ist an den betrachteten Stationen bis 2006 rückläufig, danach ist kein Trend mehr erkennbar.

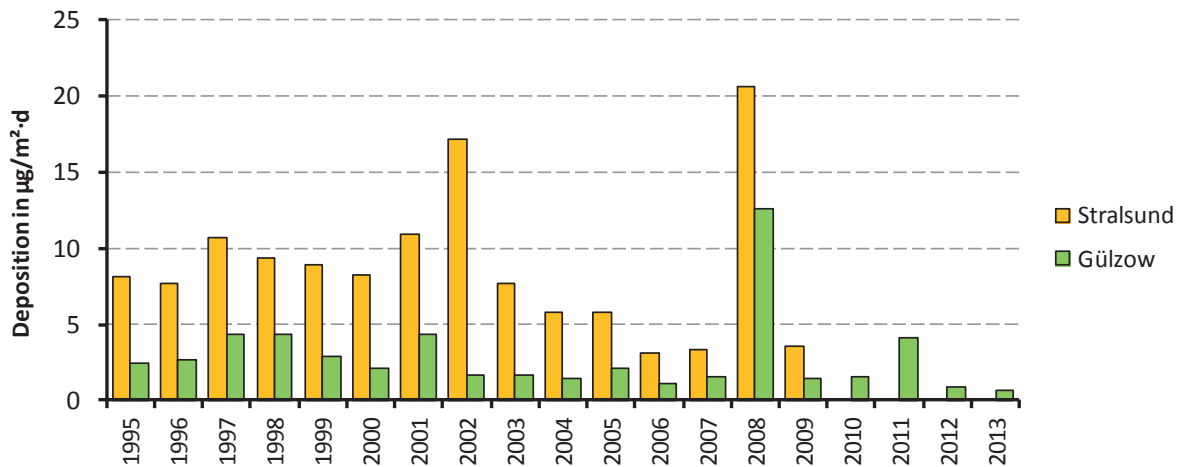


Abbildung 71: Nickeldeposition an der verkehrsnah gelegenen Station Stralsund (bis 2010) und der ländlich gelegenen Station Gülzow (LUNG 2014)

In Bezug auf die Emittenten anorganischer Luftschadstoffe ist somit festzustellen, dass die Gesamtemissionen aufgrund der o. g. Entwicklungen in Mecklenburg-Vorpommern unterschiedlich stark gesunken sind.

Die für Mecklenburg-Vorpommern seit dem Jahr 2000 erfassten Emissionen aus genehmigungsbedürftigen Anlagen sind in der nachfolgenden Tabelle 81 dargestellt.

Tabelle 81: Jahresemissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen in M-V (LUNG 2015)

	[Menge in t/a]			
	2000	2004	2008	2012
Blei	0,097	0,258	0,099	0,073
Cadmium	0,017	0,031	0,031	0,003
Arsen	0,012	0,092	0,083	0,063
Nickel	0,142	0,201	0,213	0,137

In Abbildung 72 werden die deutschlandweiten Emissionsentwicklungen dargestellt. Die Schwermetallemissionen haben seit 1990 - bis auf Kupfer, Selen und Zink – bis Mitte der 1990er Jahre deutlich abgenommen, danach ist eine geringe Abnahme bis hin zur Stagnation etwa ab 2009 festzustellen.

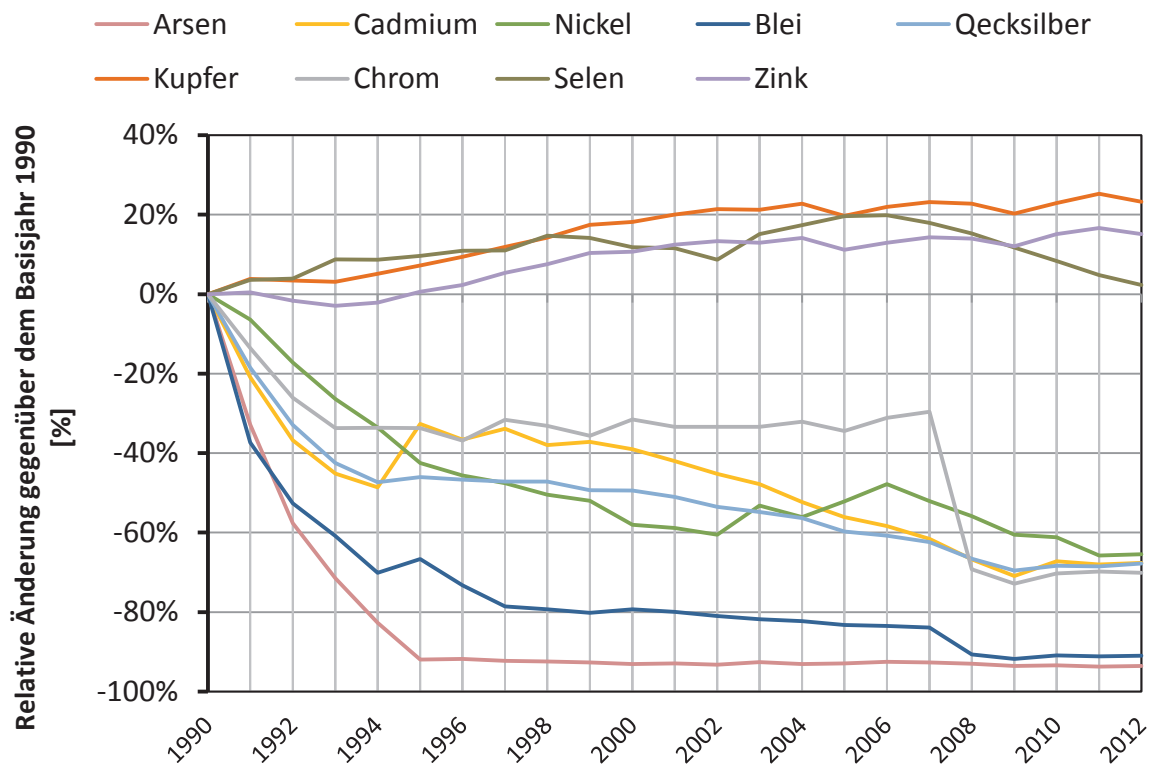


Abbildung 72: Entwicklung der atmosphärischen Schwermetallemissionen in Deutschland (UBA 2015a)

Für Deutschland wurden kritische Belastungsgrenzwerte für Luftschadstoffe (Critical Loads) mit Bezug zum Schutz der menschlichen Gesundheit für (Pb), Cadmium (Cd) und Quecksilber (Hg) berechnet und kartiert. Diese Critical Loads für Schwermetalle geben an, welche Menge eines Metalls pro Fläche und Zeitraum in ein Ökosystem eingetragen werden kann, ohne dass nach bisherigem Wissensstand langfristig Schädwirkungen auftreten. Für die Festlegung der Critical Loads wurde auf die WHO-Grenzwerte für die Gehalte von Pb, Cd und Hg im Trinkwasser als Wirkungsindikatoren zurückgegriffen. Für Cd galt zusätzlich die Einhaltung eines Cd-Gehalts im Weizenkorn von 0,1 mg/kg als Indikator für den Schutz der Nahrungsqualität. Dabei berücksichtigt wurde, je nach Schwermetall, der Transfer über den Boden und/oder die Gewässer.

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Critical Loads für Pb, Cd und Hg, jeweils bezogen auf ihre ökotoxikologische Wirkung für den Bereich Mecklenburg-Vorpommern dargestellt.

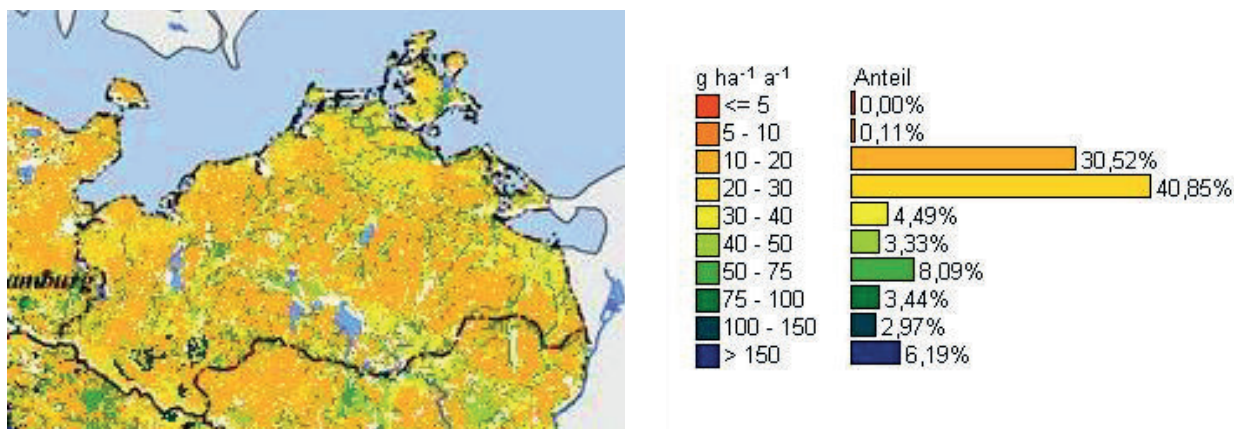


Abbildung 73: Critical Load für Blei, ökotoxische Wirkungen (UBA 2010)

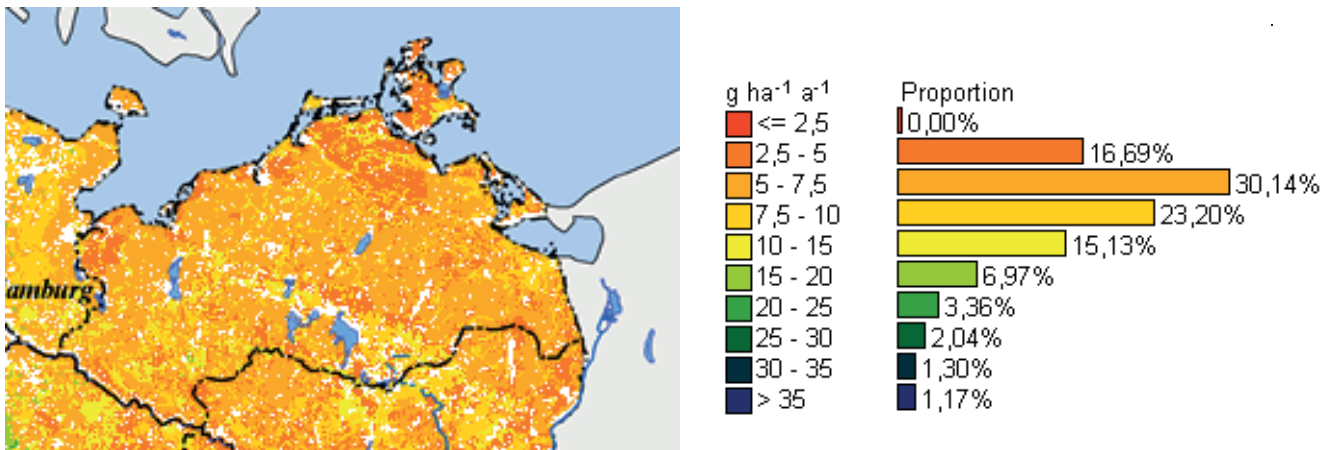


Abbildung 74: Critical Load für Cadmium, ökotoxische Wirkungen (UBA 2010)

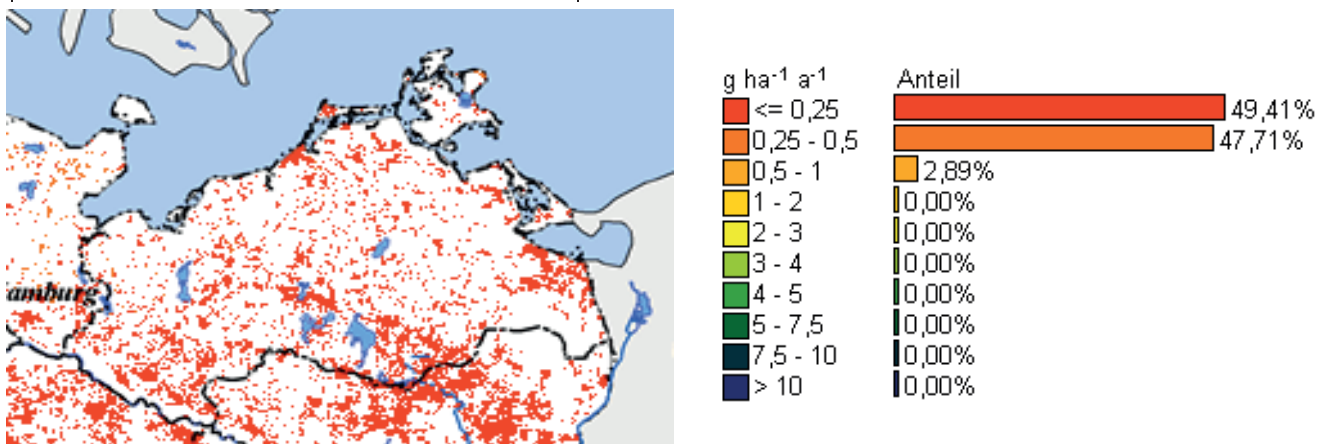


Abbildung 75: Critical Load für Quecksilber, ökotoxische Wirkungen (UBA 2010)

Eine deutschlandweite Kartierung von Critical Loads-Überschreitungen für Pb, Cd und Hg ist bislang nicht erfolgt; infolge ungenauer Emissionsberichterstattung in Deutschland und Europa fehlen hierfür sichere, flächendeckende Daten zur Deposition. Depositionsschätzungen lassen vermuten, dass Überschreitungen von Critical Loads verbreitet bei Hg, weniger bei Pb und am unwahrscheinlichsten bei Cd auftreten (BMU 2009).

Bei Schwermetallen sind die kritischen Wirkungskennwerte (Critical Limits, bezogen auf freie Ionen bei Pb und Cd, auf organische Substanz bei Hg) in Böden auf großen Flächen Deutschlands heute noch unterschritten, z. T. selbst bei Überschreitung der Critical Loads (UBA 2010). Ursache hierfür sind die z. T. großen Bindungskapazitäten der Böden, durch die es besonders lange (Jahrzehnte bis Jahrhunderte oder sogar Jahrtausende) dauert, bis Ökosysteme auf Änderungen der Metall-Eintragsraten reagieren. In Böden, die heute Konzentrationen unterhalb der Critical Limits aufweisen, werden deshalb erst nach sehr langen Belastungszeiträumen schädliche Wirkungen auftreten. Das bedeutet aber auch, dass in Böden akkumulierte Schwermetalle – unter sonst gleichen Bedingungen - nur über lange Zeiträume wieder aus dem Boden entfernt werden. Selbst bei Einhaltung oder Unterschreitung der Critical Loads ist deshalb auf belasteten Flächen mit sehr langen Erholungszeiträumen zu rechnen (UBA 2010).

Umweltstandards

Anhand der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) werden die NEC-Richtlinie und die Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa in Deutschland umgesetzt.

Um schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern, sind ab dem 1.1.2013 einzuhaltende Zielwerte für den Feinstaub (PM₁₀) festgelegt worden. Die Einhaltung dieser Zielwerte ist unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen sicherzustellen. Wird der Immissionsgrenzwert für Blei überschritten, ist für das betroffene Gebiet ein Luftreinhalteplan aufzustellen.

Tabelle 82: Immissionsgrenz- und Zielwerte für Schwermetalle als Gesamtgehalt in der PM₁₀-Fraktion nach 39. BImSchV

Schadstoff	Schutzgut	Immissionsgrenzwert in µg/m ³	Berechnungsart	Bezugszeitraum
Blei	menschliche Gesundheit	0,5	Jahresmittelwert	Kalenderjahr
		Zielwert in ng/m³		
Arsen	menschliche Gesundheit und die Umwelt	6	Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion als Jahresmittelwert	Kalenderjahr
Cadmium		5		
Nickel		20		

In der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft, 2002) sind Grenzwerte für die Deposition von anorganischen Schadstoffen festgelegt worden. Dort wird ausgeführt, dass der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich des Schutzes vor schädlichen Bodenveränderungen, sichergestellt ist, soweit

- a) die ermittelte Gesamtbelastung an keinem Beurteilungspunkt die in der folgenden Tabelle bezeichneten Immissionswerte überschreitet und
- b) keine hinreichenden Anhaltspunkte dafür bestehen, dass an einem Beurteilungspunkt die maßgebenden Prüf- und Maßnahmenwerte nach Anhang 2 der BBodSchV aufgrund von Luftverunreinigungen überschritten sind.

Bei Überschreitung der Vorsorgewerte für Blei, Cadmium, Nickel oder Quecksilber sind weitergehende Maßnahmen zur Vorsorge anzustreben, wenn die in Anhang 2 Nummer 5 BBodSchV festgelegten Zusatzbelastungen durch den Betrieb der Anlage überschritten werden.

Tabelle 83: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen der TA Luft

	Depositionsgrenzwerte	
	$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$	$\text{g}/\text{ha} \cdot \text{a}$
Arsen und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Arsen	4	14,6
Blei und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Blei	100	365,0
Cadmium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Cadmium	2	11,0
Nickel und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Nickel	15	54,8
Quecksilber und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Quecksilber	1	3,7
Thallium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Thallium	2	11,0

Bewertung

Die gesamten Depositionen durch Staubbiederschlag der Schwermetalle Blei, Chrom, Nickel, Arsen und Cadmium lagen in Mecklenburg-Vorpommern in den vergangenen Jahren unter den Immissionsgrenzwerten für Schadstoffdepositionen der TA Luft mit Ausnahme des Messjahres 2008 für Nickel und 2006 für erhöhte Bleiwerte. Die außergewöhnlich hohen Werte sind lokalen Quellen zuzuordnen.

Auch die Schwermetallgehalte der PM_{10} -Fraktion, beurteilt anhand der Gesamtgehalte von Cadmium, Arsen und Nickel, liegen deutlich unterhalb der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Zielwerte der 39. BImSchV.

Bezogen auf Critical Loads ist festzustellen, dass für Blei die Einträge an den Meßstellen im städtischen Stralsund als auch im ländlichen Gülzow in einzelnen Jahren überschritten sind.

Insgesamt sind die Belastungen durch die Deposition von Schwermetallen mit dem Staubbiederschlag seit Inbetriebnahme des Luftmessnetzes 1993 in Mecklenburg-Vorpommern zurückgegangen. Zukünftig ist eine Abnahme der Schwermetalldepositionsrate durch weitere emissionsmindernde Maßnahmen nur noch in geringerem Umfang zu erwarten. Bei Nickel, Kupfer und Chrom, deren Hauptquelle der Straßenverkehr ist, kann kein Rückgang der Deposition festgestellt werden. Die deutlichen Unterschiede der Schwermetalleinträge zwischen den städtischen Messstationen und derjenigen im ländlichen Raum in Mecklenburg-Vorpommern lassen darauf schließen, dass Stadtböden höheren Belastungen durch schwermetallhaltige Staubbiederschläge ausgesetzt sind.

Problematisch ist an den Schwermetalleinträgen, dass deren schädliche Wirkungen in den Böden zeitlich abgepuffert werden. Schäden infolge der Einträge werden demnach erst nach langen Belastungszeiträumen auftreten. Gleichzeitig ist mit langen Erholungszeiträumen zu rechnen. Durch Änderungen der chemischen oder biologischen Randbedingungen wie Mineralisation der organischen Substanz nach Grünlandumbruch oder der Versauerung unter ein bestimmtes Niveau können Schwermetalle relativ kurzfristig und in größeren Mengen in bioverfügbare Form überführt werden. Für eine belastbare Gesamtbetrachtung müsste die geringe Messdichte in M-V (seit 2010 ein Standort) unbedingt erweitert werden. Eine Gesamtbelastung des Bodens durch Deposition der Schadstoffe Quecksilber und Thallium konnte ebenfalls nicht ermittelt werden, da die Parameter derzeit im Luftmessnetz Mecklenburg-Vorpommern nicht erfasst werden. Leider fehlt bislang auch noch eine Erfassung der Gesamtschadstoffdeposition gem. BBodSchV Anhang 2 Nummer 5 (Zulässige jährliche Frachten an Schadstoffen über alle Wirkungspfade) für die Schadstoffe Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink.

Qualitäts- und Handlungsziele

Die Gesamtdeposition an Schwermetallen ist weiter zu minimieren.

Die Critical Loads für Schwermetalle sind nicht zu überschreiten.

Die Messdichte sollte langfristig mit dem Ziel einer besseren Gesamtbetrachtung optimiert werden.

3.1.5.4 Deposition von organischen Luftschadstoffen

Zu den bedeutsamsten organischen Luftschadstoffen zählt aufgrund ihrer extremen Toxizität und hohen Stabilität die Gruppe der Polychlorierten Dibenzodioxine und -furane (PCDD/PCDF, kurz: Dioxine). Sie entstehen als Nebenprodukte bei Verbrennungsprozessen unter Anwesenheit von Chlor und organischem Kohlenstoff vor allem bei Temperaturen zwischen 300 und 600°C sowie bei chlor-chemischen Produktionsverfahren.

Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), deren Leitsubstanz Benzo[a]pyren ist, entstehen ebenfalls als Nebenprodukte unvollständiger Verbrennungen organischer Stoffe (Kohle, Heizöl, Holz, Kraftstoffe). PAK sind genauso wie Dioxine ubiquitär in der Umwelt verbreitet.

Beschreibung des Ist-Zustandes

In Mecklenburg-Vorpommern werden zur Zeit keine Untersuchungen zur Deposition von organischen Luftschadstoffen durchgeführt.

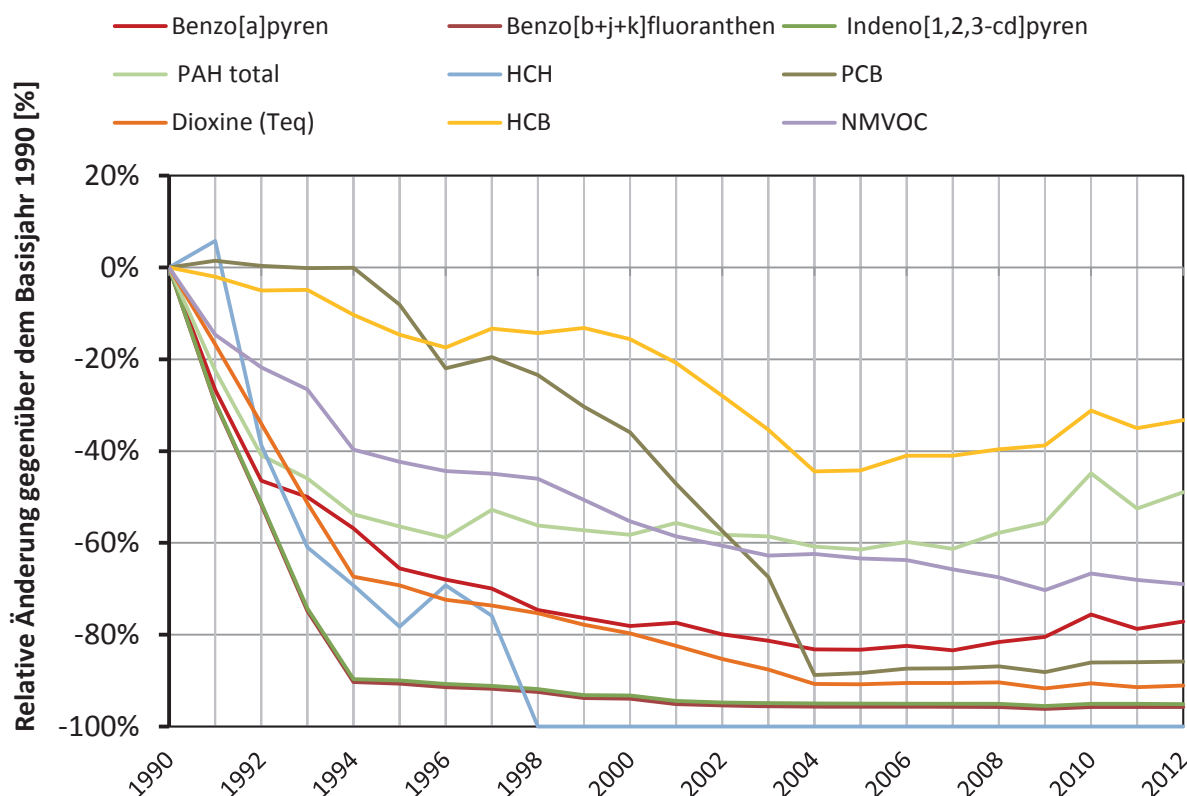


Abbildung 76: Entwicklung der atmosphärischen Emissionen ausgewählter organischer Schadstoffe in Deutschland (UBA 2014 b)

Nachfolgend erfolgt eine nähere Beschreibung für die ausgewählten (bedeutsamsten) organischen Schadstoffe Dioxine und PAK/Benzo[a]pyren.

Dioxine

Über die Deposition von Dioxinen liegen keine regionalisierten Daten für Mecklenburg-Vorpommern vor. Die Auswertung und Bewertung der zeitlichen und räumlichen Entwicklung

der Depositionsraten für die ganze Bundesrepublik stützt sich auf Ergebnisse aus Mess- und Beobachtungsprogrammen des Umweltbundesamtes und der Länder Hessen, Thüringen, Brandenburg, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Bremen und Hamburg aus den Jahren 1989 bis 2004, die in der Datenbank DIOXINE des Bundes und der Länder strukturiert vorliegen (vor allem Messergebnisse zur Gesamtdosition).

Entwicklung der Emissionen

1990 stammten bei Dioxinmissionen von insgesamt 113 g I-TEQ¹ rund 46 % aus Haushalten und Kleinverbrauchern und etwa 40 % aus der Metallindustrie. Nach Umsetzung der Anforderungen der 17. BImSchV (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen) sanken die Emissionen insgesamt um rund ein Viertel. Vor allem die Emissionen der Haushalte und Kleinverbraucher gingen zurück (1990: 52 g/a, 2007: 21 g/a). Die industriellen Emissionen hingegen nahmen leicht zu (1990: 45 g/a, 2006: rund 50 g/a) (UBA 2010).

Deposition

Die höchsten Konzentrationen an deponierten Dioxinen werden in der Regel in der Streuschicht und in der Auflage von Waldböden gefunden, da im Wald keine Bodenbearbeitung stattfindet und Biomasse vergleichsweise selten entnommen wird.

In Gebieten ohne besondere Belastungssituation liegt die Durchschnittsdeposition für PCDD/PCDF im Winterhalbjahr jeweils signifikant höher als im Sommerhalbjahr. Im verstärkten Raum sind die Differenzen zwischen Winter- und Sommerhalbjahr bei der Dioxindeposition wesentlich ausgeprägter als im ländlichen Raum.

Tabelle 84: Differenzierung der Dioxindepositionsbelastung nach Gebietstypen (unbelastete Proben) (UBA 2010)

	Dioxindeposition	
	Median in pg I-TEQ/(m ² d) *)	
	Sommerhalbjahr	Winterhalbjahr
Ländlicher Raum	2,8	3,1
Agglomerationsraum	1,8	3,4
Verstädterter Raum	3,8	10,0

*) Datenbank DIOXINE, 1989 – 2004, n = 1017

Die jahreszeitlichen Schwankungen spiegeln sich auch in den Immissionskonzentrationen in der Luft wider und haben ihre Ursache in der wechselnden Quellsituation (Hausbrand vorrangig in der Heizperiode von Oktober bis März). Inversionswetterlagen im Winter können den jahreszeitlichen Trend verstärken.

Die Dioxindepositionen haben sich zwischen 1990 und 2004 um ca. 50 % verringert. Seit 2002 ist wieder ein leichter Anstieg zu beobachten. Eine Bewertung, ob es sich dabei um eine natürliche Schwankung oder um eine Trendumkehr handelt, ist allerdings erst im weiteren zeitlichen Verlauf nach Auswertung neuer Daten möglich (UBA 2010).

¹ Internationales Toxizitätsäquivalent

PAK

Die PAK-Emissionen sind in Deutschland zwischen 1990 und 2012 von 374 t auf 191 t und damit um 49 % gesunken (EEA, 2014). Für die PAK-Leitkomponente Benzo[a]pyren (B[a]P) gingen die Emissionen im gleichen Zeitraum um 77 % von 138,3 t auf 31,6 t zurück. Der Hauptanteil der PAK-Emissionen in Deutschland stammt aus Verbrennungsprozessen vorwiegend aus Kleinf Feuerungen (UBA, 2015). Dies gilt insbesondere für die PAK-Leitsubstanz B[a]P, für die die oben genannte Emittentengruppe 2012 einen Anteil von 91 % ausmachte (UBA, 2015).

In Mecklenburg-Vorpommern werden seit 2012 PAKs im Staubbiederschlag an der Messstation Gülzow des LUNG-Luftmessnetzes bestimmt. Daneben werden PAKs im Staubbiederschlag bereits seit 2009 an der UBA-Messstation Zingst durch das UBA ermittelt.

Die Entwicklung der im Gesamtstaubbiederschlag ermittelten Deposition der PAKs Benzo[a]pyren, Summe Benzo[b;j;k]fluoranthen sowie Indeno[1,2,3-cd]pyren ist in der nachfolgenden Tabelle 85 angegeben.

Tabelle 85: Entwicklung der im Gesamtstaubbiederschlag ermittelten Deposition von Benzo[a]pyren, Benzo[b;j;k]fluoranthen, Indeno[1,2,3-cd]pyren (UBA 2015)

Zingst (UBA)			
(Dep. in ng/m ² ·d)	B[a]P	B[b;j;k]F	INP
2009	9,6	45,3	15,5
2010	12,3	50,1	16,7
2011	7,6	29,7	9,5
2012	7,9	34,2	11,7
2013	6,5	35,4	12,0

Umweltstandards

Tabelle 86: Rechtliche Regelungen zur Beschränkung von Dioxin- und PAK-Emissionen und -Immissionen

Vorschrift	Anlage/Regelungsgegenstand	Regelung für Dioxine	Regelung für PAK
1. BImSchV	Kleinf Feuerungsanlagen mit bestimmten Brennstoffen	Grenzwert für Dioxine und Furane: 0,1 ng/m ³	
13. BImSchV	Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen	Emissionsgrenzwert für Mittelwerte der jeweiligen Probenahmezeit für Dioxine: 0,1 ng I-TEQ/cm ³	Emissionsgrenzwert für Mittelwerte der jeweiligen Probenahmezeit für BaP: 0,05 mg/cm ³
17. BImSchV	Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe	Emissionsgrenzwert für Mittelwerte der jeweiligen Probenahmezeit für die im Anhang genannten Dioxine und Furane: 0,1 ng I-TEQ /cm ³	Emissionsgrenzwert für Mittelwerte der jeweiligen Probenahmezeit für BaP: 0,5 mg/cm ³
19. BImSchV	Kraftstoffzusätze	Verbot von Chlor- und Bromzusätzen in Benzin	
27. BImSchV	Krematorien	Grenzwert für Dioxin im Abgas: 0,1 ng I-TEQ/cm ³	



39. BImSchV	Luftqualität		Zielwert als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion für BaP: 1 ng/m ³
TA Luft	Anlagen im Regelungsbereich des BImSchG.	<p>einzuhaltende(r) Massenstrom von 0,25 µg PCDD/F/h oder Massenkonzentration von 0,1 ng PCDD/F/m³ im Abgas (Probenahmezeit 6 - 8 Stunden)</p> <p>Bei Anlagen für Stahl, Eisen und sonstige Metalle soll eine Konzentration von 0,1 ng/Nm³ im Abgas angestrebt, 0,4 ng/Nm³ dürfen nicht überschritten werden.</p>	<p>Einzuhaltende(r) Massenstrom von 0,15 g BaP/h oder Massenkonzentration von 0,05 mg BaP/m³ im Abgas</p>
	LAI-Beurteilungswert für Dioxin / Furan im Staubbiederschlag	15 pg I-TE/m ² *d	

Darüber hinaus existieren in Deutschland rechtliche Regelungen zum Verbot von Produktion, Vertrieb und Verwendung dioxinhaltiger Chemikalien und Produkte (z. B. Chemikalienverbotverordnung).

Als Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung hat der Länderausschuss Immissionsschutz (LABO, LAGA, LAWA, LAI 2000 und LAI 2004) folgende Werte (Deposition) vorgeschlagen:

- für Dioxine/Furane: 4 pg WHO-TEQ/m²*d
- für Benzo[a]pyren: 0,5 µg/m²*d

Bewertung

Der Median der Dioxin-Depositionen lag in fast allen drei Gebietstypen sowohl im Sommer als auch im Winterhalbjahr unter dem vom LAI empfohlenen Immissionsorientierungswert von 15 pg I-TE/m²*d. Die 90 %-Perzentile lagen jedoch in einigen Fällen, insbesondere in den städtischen Gebieten und den Agglomerationen, über diesem Orientierungswert. Ob dies auch für die städtischen Gebiete in Mecklenburg-Vorpommern zutrifft, lässt sich aufgrund der unzureichenden Datenlage z. Zt. nicht abschätzen.

Bei PCDD/F sind zusätzliche Emissionsminderungen aufgrund der bereits vollzogenen Maßnahmen nur noch in geringem Umfang zu erwarten. Die Benzo[a]pyren-Emissionen dürften sich großräumig in Abhängigkeit von der Entwicklung bei Kleinf Feuerungen entwickeln. Um belastbarere Aussagen zu erhalten, wäre es hilfreich, die unzureichende Datenlage über die Deposition von Dioxinen abzustellen und die nur sehr wenigen Daten zur PAK-Deposition in Mecklenburg-Vorpommern um repräsentative Standorte zu erweitern.

Qualitäts- und Handlungsziele

Das PAK-Monitoring ist fortzusetzen.

Die Emissionen sind weiter zu reduzieren.

Der vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) empfohlene Zielwert für Dioxine/Furane von 4 pg WHO-TEQ/m²*d wird auch für M-V als Umwelt-Qualitätsziel festgelegt.

Der für die Deposition von Benzo[a]pyren (als Leitkomponente für die PAKs) von der gemeinsamen Arbeitsgruppe von LABO, LAGA, LAWA, LAI zur Harmonisierung bodenbezogener Werteregelungen empfohlene niederschlagsbegrenzende Wert von 0,5 µg/m²*d wird für M-V als Zielgröße übernommen.

3.1.6 Streusalz

Als tauende Streustoffe werden die Salze Natriumchlorid (NaCl), Calciumchlorid (CaCl_2) sowie Magnesiumchlorid (MgCl_2) verwendet. Tausalzlösungen sind wässrige Lösungen der o. g. Salze. Detaillierte Produktbeschreibung über die Zusammensetzung und Inhaltsstoffe enthält die DIN EN 16811-1.

Das Streusalz hat entlang von Straßen und Wegen Auswirkungen auf bodenchemische, bodenphysikalische und bodenbiologische Parameter, es kann über das Schmelzwasser auch das Grundwasser beeinflussen und zu stark schädigenden Auswirkungen auf die Vegetation führen, z. B.:

- Die Natrium- und Chloridkonzentrationen der Bodenlösung können insbesondere in Zeiten mit deutlich negativen Wasserbilanzen in Bereiche ansteigen, die pflanzenphysiologisch negative Auswirkungen haben. Schon ab 0,2 bis 0,9 Prozent Natriumchlorid in der Bodenlösung wird den Gehölzwurzeln Wasser durch den Boden entzogen. 0,9 Prozent werden am direkten Fahrbahnrand bzw. im Straßenbankett oft deutlich überschritten (Gregor 2006).
- Bei überhöhten Gehalten von Natrium und Chlorid in der Pflanze verringern sich die Kaliumgehalte deutlich, was sich durch Kaliummangelsymptome äußert. Mit zunehmender Ablagerung in den Blättern kommt es zu einer Auswaschung des Kaliums und einem Kaliummangel im Phloem. Bei Bäumen kann es durch eine Hemmung der Kambiumaktivität bis zu einem totalen Ausfall von Jahrringbildungen kommen sowie zu einem kleinflächigen Blattaustrieb im Frühjahr. Die Bäume werden später sichtbar krank: Vom Blattrand her treten Verkümmierungen und Nekrosen auf und führen schließlich zum vorzeitigen und völligen Absterben des Blattes. Bei einer Streusalzbelastung über einen Zeitraum von mehreren Jahren können im Nahbereich der Straße stehende salzempfindliche Baumarten wie Hainbuche, Ahorn und Kastanie im Zusammenwirken mit weiteren beeinträchtigenden Faktoren absterben.
- Durch die hohe Natrium-Belegung der Kationenaustauscher neigen Straßenrandböden zu Verschlammung und Dichtlagerung.
- Erhöhte Salzgehalte können Schwermetalle, die ursprünglich im Boden fixiert waren, mobilisieren und für die Pflanzen verfügbar machen oder zum Grundwasser hin verlagern.
- Durch die Alkalisierung der Böden und den Anstieg der pH-Werte wird die Verfügbarkeit von essentiellen Spurenelementen verringert.
- Mikroorganismen werden beeinträchtigt.

90 Prozent der Schadwirkungen von Streusalz erfolgen über den Boden, nur etwa 10 Prozent gelangen über das Spritzwasser direkt auf die Vegetation am Straßenrand. Diese „Verkehrsgischt“ weist Salzgehalte von bis zu 1,5 % auf (Gregor 2006), insbesondere werden immergrüne Gehölze und Baumarten geschädigt. Diese Salzgischt lässt sich in einem Entfernungsbereich an Autobahnen von ca. 6 m nachweisen.

Das Salz reichert sich auf und im straßennahen Boden an, von wo aus es mit einsetzendem Tauwetter in tiefere Bodenbereiche verlagert wird.

Problematisch ist, dass in Mecklenburg-Vorpommern, mit seinen geringen Niederschlagsmengen und in Teilen sogar defizitärem Wasserhaushalt, die über den Winter in den Boden gelangte Salzmenge nicht vollständig ausgewaschen werden kann. Dies gilt besonders für den städtischen Raum mit dem ohnehin geringeren Sickerwasserdargebot. Allgemein er-

reicht das Salz in diesen Bereichen in Abhängigkeit von den jeweiligen Bodenverhältnissen im Sommer 40 bis 60 Zentimeter und im Herbst 80 bis 100 Zentimeter Tiefe (Gregor 2006). Im Winter erfolgt der nächste Streueinsatz, der Boden im Weg- und Straßenrandbereich versalzt zunehmend.

Aufgrund der Verringerung der Niederschläge in den Monaten April bis Juni ergeben sich verstärkende Effekte für die Wirkung der Salze. So reduziert sich zum einen der Verdünnungseffekt durch das Wasser und zum anderen wird durch die fehlende Versickerung der kapillare Wasseranstieg gefördert, mit dem bereits aus dem Wurzelbereich ausgetretenes salzhaltiges Wasser wieder in die Nähe der Wurzeln gelangt. Aus diesem Grund sind Bäume an Straßenrändern mit hoher Austrocknungsgefahr, geringer Wasserhaltefähigkeit und hohem kapillaren Wasseranstieg besonders gefährdet.

Augenscheinlichste Symptome für die Versalzung von Straßenrandböden sind verzögerter Blattaustrieb, Blattnekrosen, vorzeitiger Laubfall, verringerte Fruchtproduktion (z. B. in Obstbaumalleen) bis hin zum Absterben von Gehölzen.

Die Alleen in Mecklenburg-Vorpommern unterliegen einem besonderen Status. Für einen Erhalt kommt erschwerend hinzu, dass insbesondere die mittelalten und alten Alleen und einseitigen Baumreihen einen hohen Baumartenanteil an salzempfindlichen Baumarten, wie z. B. Hainbuche, Ahorn und Kastanie haben.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Natriumchlorid wird in Deutschland zur Eisfreihaltung von Straßen am häufigsten verwendet. Die Straßenbauverwaltung des Landes Mecklenburg-Vorpommern setzt ausschließlich beimischungsfreies NaCl als Auftausalz ein. Es wird mittels der „Feuchtsalztechnologie – FS 30“ angewendet. Dabei wird beim Ausbringen des Streusalzes eine Natriumchlorid-Lösung zugegeben, die 30 % der ausgebrachten Streumenge ausmacht. Abstumpfende Streustoffe, wie z. B. Splitt oder Sand, werden in Mecklenburg-Vorpommern auf den Straßen, die die Straßenbauverwaltung betreut, nicht eingesetzt. Die Bundesanstalt für Straßenwesen hat für abstumpfende Mittel festgestellt, dass sie für den Einsatz auf Bundes- und Landesstraßen nicht geeignet sind (Landtag M-V, 2008).

Unmittelbare Einflussfaktoren für die auszubringende Streustoffmenge sind die vorhandene Feuchtigkeitsmenge, Glätteschicht bzw. Niederschlag sowie die Luft- und Fahrbahntemperatur. Darüber hinaus beeinflussen u. a. Bodenfrost, Sonneneinstrahlung, Streuverluste die Streustoffmenge. Anhaltswerte für die Streumenge je m² hat die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) in den Praktischen Empfehlungen für ein effektives Räumen und Streuen im Straßenwinterdienst veröffentlicht. Bei überfrierender Feuchte und Reifglätte bzw. bis -6°C können die 5 -10/(15) g/m² als Richtwerte angesehen werden.

In den folgenden Tabellen 87 und 88 ist die Entwicklung des Streusalzeinsatzes auf den Bundes- und Landesstraßen sowie den Autobahnen in Mecklenburg-Vorpommern in den letzten Jahren dargestellt. Ein Trend ist nicht auszumachen, da sich die ausgebrachten Salzmenngen allein nach den Erfordernissen der Verkehrssicherheit in den unterschiedlich kalten Wintern richten. Zu berücksichtigen ist, dass der Salzverbrauch (t/km) einen Durchschnittswert dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass die Belastungen der verschiedenen Straßenrandbereiche in Abhängigkeit von ihrer regionalen Lage hiervon deutlich abweichen.

Tabelle 87: Winterdienst (Streuung) an Bundes- und Landesstraßen 2003/04 – 2015/16 in M-V (EM 2017)

Jahr	Streckenlänge B+L (km)	Salzverbrauch (t)	Salzverbrauch (t/km)
2003/04	5.304	26.921	5,08
2004/05	5.320	47.110	8,86
2005/06	5.297	41.651	7,86
2006/07	5.290	11.469	2,17
2007/08	5.296	15.384	2,90
2008/09	5.236	31.778	6,07
2009/10	5.240	56.731	10,84
2010/11	5.291	41.177	7,78
2011/12	5.291	16.269	3,07
2012/13	5.318	57.391	10,79
2013/14	5.285	16.741	3,17
2014/15	5.284	17.698	3,35
2015/16	5.292	16.609	3,14

Tabelle 88: Winterdienst (Streuung) an Autobahnen 2003/04 – 2015/16 in M-V (EM 2017)

Jahr	Betreuungslänge (km)	Salzverbrauch (t)	Salzverbrauch (t/km)
2003/04	429	8.868	20,67
2004/05	451	17.636	39,10
2005/06	500	20.137	40,27
2006/07	513	7.099	13,84
2007/08	513	7.509	14,64
2008/09	513	12.159	23,70
2009/10	527	23.701	44,94
2010/11	528	17.038	32,27
2011/12	528	7.812	14,80
2012/13	528	23.910	45,28
2013/14	528	6.213	11,77
2014/15	528	9.539	18,07
2015/16	553	10.248	18,53

Eine echte stoffliche Alternative zum Streusalz gibt es bislang nicht. Andere Auftaumittel verursachen oft noch schwerer wiegende Schäden. Für abstumpfende Streustoffe, wie z. B. Splitt oder Sand, wurde u. a. aufgrund der höheren Aufwandmengen, der möglichen Schadstoffbelastung und des Entsorgungsaufwandes eine schlechtere Ökobilanz als Streusalz ermittelt (Quack et al. 2005).

Aus gleichermaßen ökonomischen wie ökologischen Gründen sind die Straßenbauverwaltungen in Mecklenburg-Vorpommern bestrebt, eine zunehmend effektivere Tausalzdosierung unter der Nutzung verbesserter Witterungsprognosen und Streutechniken zu erreichen. Ein weiteres Einsparpotenzial liegt in einer verbesserten mechanischen Schneeräumung durch neue Fahrzeugtechniken sowie im Einsatz von Sensoren zur Erfassung von Temperatur, Luftfeuchte und eventuell noch vorhandenem Restsalz (Landtag M-V 2008). Die Organisation und Durchführung des Straßenwinterdienstes richtet sich nach der verwaltungsinternen Vorschrift des bundeseinheitlichen Maßnahmenkataloges MK 6a aus 2004. Das hierin enthaltene Anforderungsniveau Winterdienst sieht einen differenzierten Winterdienst nach der Verkehrsfunktion der Straßen, den Zeiträumen und der vorherrschenden Witterungssituation vor. Danach werden die Räum- und Streupläne in den Autobahn- und Straßenmeistereien aufgestellt. Auf diese Weise werden Kriterien eines differenzierten Winterdienstes erfüllt.

Umweltstandards

Eine gesetzlich festgelegte Pflicht, Tausalz auf Wegen und Straßen, insbesondere auf Bundes- und Landesstraßen einzusetzen, gibt es nicht. Allerdings sind die Träger des Winterdienstes verpflichtet (Rechtsprechung), im Rahmen der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten ein hohes Maß an Sicherheit zu gewährleisten (Landtag M-V 2008). Die Haftungsfrage betrifft den verantwortlichen Straßendienstmitarbeiter vor Ort.

Die Straßenbauämter sind verpflichtet, den Winterdienst nach den eingeführten Vorschriften entsprechend des Anforderungsniveaus durchzuführen. Dabei verfolgen ökonomische und ökologische Gründe das gleiche Ziel beim Streusalzeinsatz: „so wenig wie möglich, so viel wie nötig“. Um dieses Ziel zu erreichen, wird in der Straßenbauverwaltung modernste Streutechnik unter Einbeziehung von Thermokameras und ein spezielles Straßen-Wetter-Informationssystem eingesetzt. Mengen- oder wirkungsbezogene Begrenzungen für den Einsatz von Streusalz gibt es nicht.

Das Umweltbundesamt gibt eine Richtgröße von 10 g Salz/m² und Streuvorgang an, die nicht überschritten werden sollte.

Die Straßenbauverwaltung wendet die o. g. empfohlenen Werte des FGSV und die eingeführten Regelwerke zum Winterdienst an.

Bewertung

Trotz aller Bemühungen zur Reduzierung des winterlichen Streusalzeinsatzes bleibt grundsätzlich festzuhalten, dass eine dauerhafte Sanierung der Straßenrandböden und Revitalisierung geschädigter Bäume unmöglich ist, wenn Salzeinsätze beibehalten (Gregor, 2006) und keine Schutzmaßnahmen zur Verhinderung des Salzeintrages vorgenommen werden. Das auf der Straße entstehende Tauwasser versickert in der Regel unmittelbar im Straßenbankett bzw. konzentriert sich an wenigen Abfluss- bzw. Versickerungsstellen im Randbereich der Straße. Aus Verkehrssicherheitsgründen gelten Vorgaben für Mindestabstände bei Neupflanzungen von Straßenbäumen vom Fahrbahnrand ($\geq 3,0$ m bei L- bzw. $\geq 4,5$ m bei B-Straßen) für die Straßenbauverwaltung Mecklenburg-Vorpommern. Diese Abstände haben positive Auswirkungen auf die Standort- und Wachstumsbedingungen für Neuanpflanzungen in Abhängigkeit von der Baumart und den Standortverhältnissen hinsichtlich der Schadstoffbelastung. Durch geeignete bauliche Maßnahmen (Kanalisation und Drainage sowie Ableitung von Schmelzwasser) und durch o. g. Abstandsregelungen bei Straßenbäumen können die negativen Einflüsse zwar nicht vermieden, aber reduziert werden.

Aus Sicht des Boden- und Wasserschutzes als auch aus ökologischer Sicht sind die fehlenden Umweltstandards für den Einsatz von Streusalz im Winterdienst kritisch zu hinterfragen. Bisher ist nur sicher, dass bei völligem Salzverzicht eine Regeneration des Ökosystems Straßenrand möglich ist. Für Berlin werden Erholungszeiträume für Straßenbäume von sechs Jahren (leichte Salzschäden) bzw. zehn Jahren (stärkere Salzschäden) berichtet (Gregor 2006). Ein wirkungspfadbezogener Ansatz bei der Einführung von Umweltstandards wäre deshalb wünschenswert.

Bei allem ist jedoch zu beachten, dass auf Flächen, die ausschließlich oder überwiegend Zwecken des öffentlichen Verkehrs als öffentliche Verkehrswege dienen, die bestimmungsgemäße Nutzung zu gewährleisten ist. Die gebotene Verkehrssicherheit (Haftung) hat als Funktionssicherung der Straße den Vorrang. Inwieweit Schutzmaßnahmen zur Verhinderung des Salzeintrags, insbesondere auf Straßen mit empfindlichem Alleebestand, möglich sind, ohne die Verkehrssicherheit zu beeinträchtigen, wäre noch zu prüfen.

Um die Salzbelastung der Straßenrandböden in Mecklenburg-Vorpommern bewerten zu können, wären zunächst entsprechende Boden- und Pflanzenuntersuchungen an ausge-

wählten (repräsentativen) Straßen auf anorganische Inhaltsstoffe notwendig. Bisher liegen hierzu keine verwertbaren Daten vor.

Im Zusammenhang mit der Ursachenermittlung wäre abzuklären, zu welchen Anteilen die Beeinträchtigung der Straßenbäume primär auf die direkte Salzbelastung im Boden bzw. die durch das Salz möglicherweise verursachten sekundären Wirkungen zurückzuführen ist und inwieweit andere Einflussgrößen (z. B. Straßen- und Bremsabrieb, Autoabgase oder auch Baumkrankheiten/-schädlinge etc.) eine Rolle spielen.

Qualitäts- und Handlungsziele

Der Einsatz von Streusalz ist auf ein Minimum zu reduzieren.

Dafür ist u. a. notwendig,

- die Nutzer des öffentlichen Verkehrsraums verstärkt hinsichtlich der Zusammenhänge und Folgen der Salzstreuung zu sensibilisieren sowie
- im Anwenderbereich aller Baulasträger die Witterungsprognosen und Streutechniken sowie die mechanische Schneeräumung weiter zu optimieren.

Schutzmaßnahmen zur Verhinderung des Salzeintrags in den Boden, insbesondere für Alleestraßen mit salzempfindlichem Baumbestand, sollten auf Machbarkeit und Realisierbarkeit, auch unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit, geprüft werden.

Lösungsansätze sollten durch geeignete – ggfls. ressortübergreifende - Pilotprojekte im nachgeordneten Straßennetz untersetzt werden.

3.2. Nicht-stoffliche Einflussfaktoren

3.2.1 Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsfläche

Die Flächen(neu)inanspruchnahme (umgangssprachlich = Flächenverbrauch) erfolgt über die Umwandlung bisher landwirtschaftlich genutzter, aber auch z. B. naturbelassener Flächen in Siedlungs- und Verkehrsflächen.

In Bezug auf die Umweltauswirkungen fallen unter den weit gefassten Begriff der Flächeninanspruchnahme alle Veränderungen der gewachsenen Bodenprofile und der Grundwasser-Verhältnisse durch bauliche Maßnahmen, Zerschneidungswirkungen durch linienhafte Infrastrukturen, klimatische Verschlechterungen durch Bebauung sowie Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes (KBU 2009).

Als Indikator für die Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke wird die über ein Jahr gemittelte, tägliche Zunahme der statistisch erfassten Siedlungs- und Verkehrsfläche verwendet. Eine Differenzierung nach bodenschonenden und bodenschädigenden Nutzungen wird in der amtlichen Flächenstatistik nicht vorgenommen. Die Flächeninanspruchnahme kann also nicht pauschal mit der Beeinträchtigung des Bodens und seiner Funktionen gleichgesetzt werden. Hinzu kommt, dass die tatsächliche Bodennutzung sowie deren Änderung über diesen Indikator nur bedingt wiedergegeben werden kann, da die Erfassung von Änderungen der Flächennutzung jeweils anlassbezogen erfolgt. Planungsflächen fließen somit erst mit der Grundstücksvermessung in die Statistik ein. Baurechtliche Verhältnisse spielen keine Rolle. Auch wenn die Genauigkeit der Daten durch diese Erfassungsmethodik und die heterogene Datenerfassung der Nachwendejahre eingeschränkt ist, gibt die Statistik seit 1993 die Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsflächen plausibel wieder. Wie der UMK-Bericht „Reduzierung der Flächeninanspruchnahme“ (2010) ausführt, hat sich der Indikator „Flächeninanspruchnahme“ in der Anwendung auf Bundes- und Landesebene bewährt. Eine Alternative zur Beschreibung und Bewertung der Flächeninanspruchnahme gibt es nicht. Im UMK-Bericht wird die Untersetzung des Indikators „Flächeninanspruchnahme“ durch die Entwicklung von Siedlungsdichte und Gebäude- und Freiflächen vorgeschlagen.

Die Siedlungs- und Verkehrsfläche wird statistisch erfasst und setzt sich aus fünf verschiedenen Kategorien zusammen:

- Gebäude- und Freifläche: Flächen mit Gebäuden sowie unbebaute Flächen, die Zwecken der Gebäude untergeordnet sind (z. B. Vor- und Hausgärten, Spielplätze, Stellplätze u. a.). Innerhalb der Gebäude- und Freiflächen werden u. a. Flächen für Wohnen, Handel und Dienstleistungen sowie Gewerbe und Industrie erfasst.
- Verkehrsfläche: Flächen, die dem Straßen-, Schienen- und Luftverkehr sowie Landflächen, die dem Verkehr auf Wasserstraßen dienen
- Betriebsfläche: unbebaute Flächen, die gewerblich, industriell oder für Zwecke der Ver- und Entsorgung genutzt werden, ohne Abbauand
- Erholungsfläche: unbebaute Flächen, die vorherrschend dem Sport oder der Erholung dienen
- Fläche für Friedhöfe

Anzumerken ist, dass bestimmte bauliche Anlagen (z. B. Windräder, Photovoltaik-Freiflächenanlagen) nicht flächenstatistisch erfasst werden und Abbauand nicht zur Siedlungs- und Verkehrsfläche zählt.

Während die Kategorien Gebäude- und Freifläche sowie Verkehrsfläche mit einer höher Anteiligen Versiegelung des Bodens einhergehen, sind die Betriebs- und Erholungsflächen als weniger versiegelte Flächen anzusehen. Grün- und Freiflächen der Gebäude- und Anlagengrundstücke werden ebenfalls zur Siedlungs- und Verkehrsfläche gezählt. Von der insgesamt für Siedlungs- und Verkehrszwecke in Anspruch genommenen Fläche ist im landesweiten Durchschnitt weniger als die Hälfte versiegelt (siehe Kapitel 2.2.3).

Durch Baumaßnahmen, Verdichtung und Versiegelung werden die natürlichen Bodenfunktionen dauerhaft beeinträchtigt und führen zu tiefgreifenden Störungen der ökologischen Bodenfunktionen.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Mecklenburg-Vorpommern besitzt eine Bodenfläche von 2,3 Mio. ha. Davon werden 62,3 % landwirtschaftlich genutzt. 21,9 % sind Wald, 6,1 % Wasser und 8,1 % Siedlungs- und Verkehrsfläche. Damit besitzt Mecklenburg-Vorpommern im Bundesvergleich den niedrigsten Anteil an der Bodenfläche für Siedlung und Verkehr (Stand 2014).

Siedlungs- und Verkehrsflächenwachstum

Die Art der Flächennutzung in Mecklenburg-Vorpommern hat sich in den letzten Jahren verändert. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche ist zwischen 1992 und 2014 um 39 % auf 188.331 ha gewachsen. Innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche haben Gewerbe- und Industrieflächen seit 1996 um 60 % auf 12.070 ha abgenommen, während insbesondere die statistisch erfassten Flächen für Wohnen, Handel und Dienstleistungen, Verkehr und Erholung zugenommen haben. Die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche verlangsamte sich 2014 auf den seit Beginn der landesweiten Flächenstatistik (1992) niedrigsten Wert von 2,0 ha/d (Abbildung 77).

2014 nahm die Gebäude- und Freifläche für Zwecke des Wohnens um 132 ha auf 34.176 ha zu. Auch die Verkehrsfläche wuchs nur leicht auf 69.071 ha an. Die Erholungsfläche vergrößerte sich 2014 ebenfalls leicht auf 31.829 ha, von denen ein Großteil Grünanlagen sind.

Die nachfolgende Tabelle 89 gibt einen Überblick über die Entwicklung ausgewählter Flächennutzungsarten in Mecklenburg-Vorpommern. Trotz der eingangs beschriebenen Einschränkungen ist zu erkennen, dass das Siedlungs- und Verkehrsflächenwachstum in wesentlichen Anteilen zulasten der Landwirtschaftsflächen erfolgt.

Tabelle 89: Entwicklung ausgewählter Flächennutzungsarten in M-V von 1992 bis 2014 (Statistische Jahrbücher 1994 – 2015, Statistisches Amt M-V)

Nutzungsart	Fläche zum 31.12. in ha						Veränderung 1992 - 2014 in ha
	1992	1996	2000	2004	2010	2014	
Bodenfläche insgesamt	2.319.942	2.317.012	2.317.248	2.317.842	2.319.076	2.321.270	+ 1.328
Landwirtschaftsfläche	1.505.048	1.497.507	1.490.579	1.481.277	1.455.203	1.445.651	- 59.397
Waldfläche	491.527	491.879	494.181	494.867	503.220	508.222	+ 16.695
Siedlungs- und Verkehrsfläche	135.283	144.057	155.097	167.864	184.717	188.331	+ 53.048
- davon Gebäude- und Freifläche	71.895	78.063	81.691	83.468	82.144	82.385	+ 10.490
- davon Verkehrsfläche	57.145	58.705	61.516	65.299	68.723	69.071	+ 11.926
-davon Erholungsfläche	4.810	5.140	8.585	15.230	29.174	31.829	+ 27.019

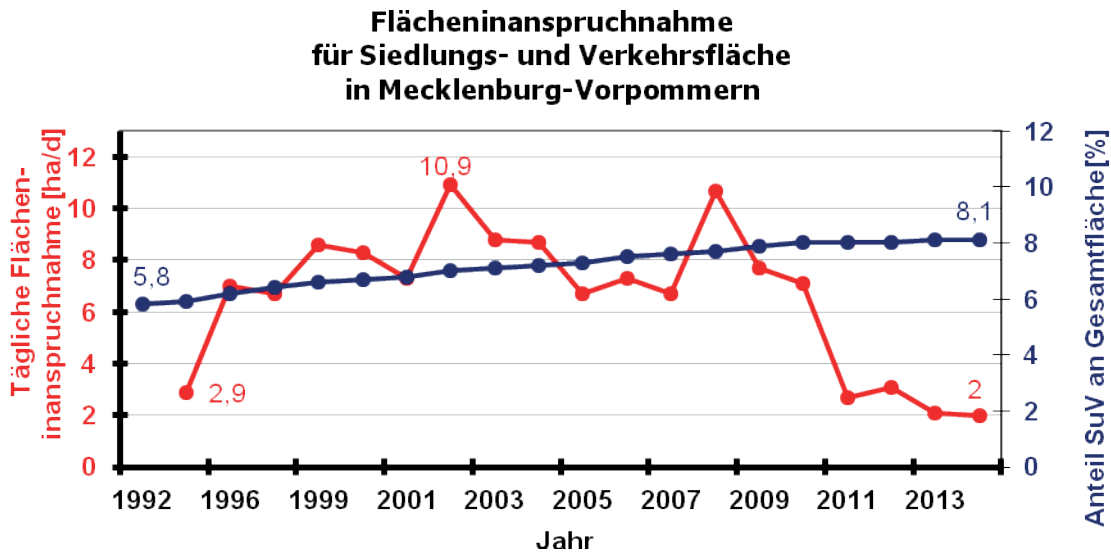


Abbildung 77: Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in M-V von 1992 bis 2014 (Statistische Jahrbücher 1994 – 2015, Statistisches Amt M-V)

Deutschlandweit hat sich die tägliche Flächeninanspruchnahme seit 2004 mit erkennbarem Trend abgeschwächt. Betrug sie im Jahr 2000 noch 120 ha/d, so lag sie 2012 noch bei 69 ha/d (Statistisches Bundesamt, 2014). 2014 lag die tägliche Flächeninanspruchnahme in Mecklenburg-Vorpommern noch bei 2,0 ha und befindet sich damit im Ländervergleich im Mittelfeld.

Flächeninanspruchnahme im Kontext von Bevölkerungsentwicklung und Siedlungsdichte

Die einwohnerbezogene Flächeninanspruchnahme Mecklenburg-Vorpommerns hat sich von 2009 (17 m² pro Einwohner und Jahr) bis 2014 (4,5 m² pro Einwohner und Jahr) stark verringert. Allerdings liegt im Vergleich dazu im bundesdeutschen Durchschnitt der Flächenländer die einwohnerbezogene Flächeninanspruchnahme mit rund 3 m² pro Einwohner und Jahr (2013) noch immer etwas niedriger.

Die Siedlungsdichte (Einwohner je ha Siedlungs- und Verkehrsfläche) hat in Mecklenburg-Vorpommern zwischen 1992 und 2014 von 14 auf 8,5 Einwohner/ ha Siedlungs- und Verkehrsfläche abgenommen.

Je höher die einwohnerbezogene Flächeninanspruchnahme und je geringer die Siedlungsdichte ist, desto weniger effizient wird mit der endlichen Ressource Boden umgegangen (UBA, 2014 und UMK, 2010), u. a. im Hinblick auf die Tragfähigkeit und kosteneffiziente Nutzung der Infrastruktur.

Ursachen des Siedlungs- und Verkehrsflächenwachstums

Die Zunahme der Flächen für Siedlung und Verkehr nach 1990 in Mecklenburg-Vorpommern ist vor allem auf den Nachholbedarf beim Ausbau von Infrastruktur und Wohnraumangebot nach der politischen Wende zurückzuführen.

Die Gründe für den steigenden Wohnflächenkonsum liegen vorrangig im zunehmenden Wohlstand, in steigenden Wohnansprüchen sowie der wachsenden Zahl der Haushalte bei abnehmender Haushaltsgröße.

Tabelle 90: Entwicklung des Wohnflächenkonsums in M-V (Statistische Jahrbücher und Berichte 1994 – 2014, Statistisches Amt M-V)

Jahr	1970	1990	2000	2013
Wohnfläche je Einwohner in m ²	18,1	25,3	34,3	44,0
Haushaltsgröße in Personen pro Haushalt	-	2,6	2,2	1,9

Seit 1990 wurden vor allem flächenintensive Wohnformen (Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäuser) neu geschaffen. So sind mehr als ein Viertel aller im Jahr 2002 im Land vorhandenen Wohngebäude mit einer Wohneinheit erst nach 1991 gebaut worden (Statistische Berichte –Wohnungswesen, Statistisches Amt M-V 2003).

Große Infrastrukturprojekte wie die Autobahnen A 20 und A14 sowie zahlreiche Straßenneu- und –ausbauten haben ebenfalls wesentlich zum Wachstum der Siedlungs- und Verkehrsflächen im Land beigetragen.

Nach dem Bauboom der 90er Jahre begründete in den Jahren nach der Jahrtausendwende vor allem der große Zuwachs an Erholungsflächen das Siedlungs- und Verkehrsflächenwachstum im Land. Dem Statistischen Amt Mecklenburg-Vorpommern zufolge kommt die Umwidmung ehemaliger Truppenübungsplätze als wesentliche Ursache für diese Entwicklung in Frage, auch wenn derartige Flächen nicht immer für eine tatsächliche Erholungsnutzung zur Verfügung stehen. Zum Teil haben ehemalige Truppenübungsplätze einen natur- und schutzrechtlichen Schutzstatus erhalten.

Das Siedlungs- und Verkehrsflächenwachstum erfolgte in den letzten Jahren in erster Linie entlang der Trassenführung der A 20 und im Umfeld der städtischen Zentren („Speckgürtel“). Folgende Gründe spiel(t)en dabei eine Rolle:

- größeres Angebot und niedrigere Baulandpreise im städtischen Umland
- Wohnideal Eigenheim
- (Über-)Angebot an Baugebieten infolge interkommunalen Wettbewerbs um Einwohner, Arbeitsplätze und Gewerbebetriebe
- bessere Verkehrsanbindung (Autobahnnähe), Erweiterungsmöglichkeiten oder weniger bauliche Einschränkungen für Betriebe als in städtischen Lagen
- Kosten, Risiken und/oder fehlende Planungssicherheit der Brachflächenrevitalisierung im innerstädtischen Bereich (z. B. durch Altlasten, Denkmalschutzbelange)

Bedingt durch die zuvor benannten Konkurrenz Nachteile, hat die Revitalisierung nicht mehr nutzbarer Siedlungsbrachen im Vergleich zur Flächeninanspruchnahme auf der „Grünen Wiese“ lange eine eher untergeordnete Rolle gespielt. So haben sich die ungenutzten Gebäude- und Freiflächen in Mecklenburg-Vorpommern zwischen 1996 und 2014 von 1388 auf 6649 ha erhöht und damit fast verfünffacht. Ihr Anteil im Land beträgt laut Statistischem Jahrbuch 2015 inzwischen 0,3 % der Landesfläche bzw. 8,0 % der Gebäude- und Freiflächen insgesamt. Oft sind nach der Wende stillgelegte Betriebe und Anlagen in den 90er Jahren dem Verfall preisgegeben worden, da eine Revitalisierung – auch aufgrund zum Teil vermuteter oder vorhandener Altlasten – aufwendig und teuer ist.

Reduzierung der Flächeninanspruchnahme

Im Zuge des in jüngster Zeit zu beobachtenden Reurbanisierungstrends erfolgt zumindest in den größeren Städten des Landes die vermehrte Revitalisierung von Brachflächen. Auch im ländlichen Raum wird nun der Siedlungsflächenbedarf im Wesentlichen durch Umnutzung und Verdichtung vorhandener Ortslagen abgedeckt. Für nachfrageschwache Standorte in peripheren Räumen gilt jedoch weiterhin, dass Kommunen und andere Grundstückseigentümer ohne Unterstützung nicht in der Lage sind, ihre Flächen zu beräumen bzw. zu sanieren und damit einer Nachnutzung oder Renaturierung zugänglich zu machen. Dies bestätigen auch die Erkenntnisse, die seit 2010 im Rahmen des Rückbauprogramms zur Sanierung devastierter Flächen in ländlichen Räumen gewonnen werden.

Kommunen wie die Hansestadt Rostock arbeiten am Aufbau von Flächenkatastern, um so effektiv die Möglichkeiten der Revitalisierung nutzbarer Flächenpotenziale im Innenbereich wie z. B. Industriebrachen, Baulücken, ehemaligen Militär- oder auch Bahnliegenschaften zu nutzen.

Die Landesregierung unterstützt Innenentwicklung und Brachflächenrecycling und damit auch die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme mit diversen Förderinstrumenten, wie der Städtebauförderung, Dorferneuerung und -entwicklung, dem Rückbauprogramm zur Sanierung devastierter Flächen und zukünftig der Richtlinie zur nachhaltigen Entwicklung kleinstädtisch geprägter Gemeinden im ländlichen Raum sowie der Wiedernutzbarmachung von devastierten Flächen und der Rekultivierung von Deponien.

Das Konzept der Landesregierung zur Sanierung devastierter Flächen in ländlichen Räumen aus dem Jahr 2009 beinhaltet neben den inzwischen umgesetzten Anforderungen im Landesraumentwicklungsprogramm (siehe unten), erweiterter Fördermöglichkeiten und einem zentralen Informations- und Beratungsangebot auch ergänzende Anregungen für die Einführung einer zentralen Brachflächenerfassung im Land.

Umweltstandards

Flächensparziel der Bundesregierung (Nationale Nachhaltigkeitsstrategie)

Mecklenburg-Vorpommern strebt – auch vor dem Hintergrund des Bevölkerungsrückgangs – eine weitere Reduzierung der Flächeninanspruchnahme an. Orientierung bietet das Ziel der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, die Flächeninanspruchnahme in Deutschland bis 2020 auf 30 ha/d zu reduzieren. Entsprechend des Berechnungsansatzes der Kommission Bodenschutz des Umweltbundesamtes (KBU 2009) läge das aus dem 30 ha/d-Wert abgeleitete Ziel für Mecklenburg-Vorpommern ab 2020 bei 1,2 ha/d. Die empfohlenen Nachhaltigkeitsziele der KBU sind für alle Bundesländer für das Jahr 2020 errechnet worden. Sie wurden in gleicher Gewichtung aus dem Ausgangswert der Flächeninanspruchnahme für Siedlungen und Verkehr im Zeitraum von 2001 bis 2004, der Anzahl der Einwohner im Jahr 2007 sowie der voraussichtlichen Anzahl der Einwohner im Jahr 2020 nach den Prognosen der Statistischen Bundes- und Landesämter ermittelt.

Die Flächennutzung wird über ein vielfältiges planerisches Instrumentarium gesteuert.

Bodenschutz

Die Begrenzung und Steuerung des Flächenverbrauchs entzieht sich wegen der Subsidiaritätsregel nach § 3 Absatz 1 Nummer 9 BBodSchG weitgehend dem unmittelbaren Anwendungsbereich des Bodenschutzes. Zum Tragen kommt hier das Bauplanungs- und in begrenztem Umfang das Bauordnungsrecht. Im Rahmen der planerischen Abwägung sind die Zielsetzungen und Grundsätze des Bodenschutzes auf Grundlage von § 1 Absatz 3 LBodSchG M-V und damit auch die materiellen Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes zu berücksichtigen. § 1 Absatz 2 des LBodSchG M-V enthält den Vorsorgegrundsatz, mit Boden sparsam und schonend umzugehen.

Bauleitplanung

In der Bauleitplanung ist die Berücksichtigung des Umweltschutzes und des Bodenschutzes ein wesentlicher Grundsatz, der im Rahmen der abwägungsrelevanten öffentlichen Belange zu beachten ist. Eine realistische Bedarfsabschätzung und die Ermittlung von Flächenpotenzialen mit dem Ziel der Vermeidung neuer Flächeninanspruchnahme ist Aufgabe der Gemeinden bei der Prüfung, ob eine Bauleitplanung im Sinne des § 1 Absatz 3 Baugesetzbuch (BauGB) erforderlich ist. Nach § 1a Absatz 2 Satz 1 BauGB („Bodenschutzklausel“) sollen

die Gemeinden bei der Aufstellung von Bauleitplänen mit Grund und Boden sparsam und schonend umgehen. Zur Verringerung der zusätzlichen Flächeninanspruchnahme für bauliche Nutzungen sind die Entwicklungsmöglichkeiten der Gemeinde insbesondere durch die Wiedernutzbarmachung von Flächen, Nachverdichtungen und andere Maßnahmen zur Innenentwicklung im erforderlichen Umfang zu nutzen sowie Bodenversiegelungen auf das notwendige Maß zu begrenzen. Landwirtschaftlich, als Wald oder für Wohnzwecke genutzte Flächen sollen nur im notwendigen Umfang umgenutzt werden. Über den notwendigen Umfang entscheidet die Gemeinde im Rahmen der Abwägung. Eine unvermeidbare Umwandlung landwirtschaftlich oder als Wald genutzter Flächen ist zu begründen. Dabei sind Ermittlungen zu Innenentwicklungspotenzialen zugrunde zu legen. Hierzu bieten sich Brachflächenkataster an.

In § 35 BauGB - Bauen im Außenbereich - regelt der Gesetzgeber, dass die dort zulässigen Vorhaben in einer flächensparenden, die Bodenversiegelung auf das notwendige Maß begrenzenden und den Außenbereich schonenden Weise auszuführen sind.

Darüber hinaus enthält § 35 Absatz 5 Satz 2 und 3 BauGB eine Rückbauverpflichtung für privilegierte Vorhaben nach dauerhafter Nutzungsaufgabe. Die Rückbauverpflichtung beinhaltet den Rückbau des gesamten genehmigten Vorhabens, also einschließlich der Tiefengründungen, sowie die Beseitigung der Bodenversiegelungen. Diese Rückbauverpflichtung, die eine Zulässigkeitsvoraussetzung für privilegierte Vorhaben darstellt, ist durch Baulast oder in anderer geeigneter Weise sicherzustellen.

Landes- und Regionalplanung

Weitere Vorgaben für die Flächennutzungsplanung stammen aus der übergeordneten Landes- und Regionalplanung (Landesraumentwicklungsprogramm, Regionale Raumordnungsprogramme).

Das LEP M-V enthält Programmsätze, die u. a. auf den Schutz des Bodens¹ und die Verringerung der Flächeninanspruchnahme² ausgerichtet sind. Zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Konzentration der Siedlungsentwicklung trägt das Zentrale-Orte-System wesentlich bei. Die Ziele (Z) der Raumordnung müssen nach § 1 Absatz 4 BauGB bei der Erstellung der Bauleitpläne beachtet werden. Die Grundsätze der Raumordnung sind einer Abwägung noch zugänglich, hierbei jedoch mit einem besonderen Gewicht zu berücksichtigen.

Die vier Regionalen Raumentwicklungsprogramme konkretisieren und ergänzen die im LEP M-V dargestellten Ziele, Grundsätze und sonstigen Erfordernisse der Raumordnung.

Als weitere Ziele und Grundsätze des LEP M-V im Sinne einer flächen- und ressourcenschonenden Landes- und Siedlungsentwicklung seien hier beispielhaft genannt:

- Neue Siedlungsflächen sind nur in begründeten Ausnahmen zulässig. (Z)
- Eine Zersiedlung und bandartige Entwicklung der Siedlungsstruktur ist zu vermeiden. (Z)
- Durch die Regionalplanung soll auf ein regionales Flächenmanagement als Instrument der nachhaltigen Steuerung der Siedlungsentwicklung hingewirkt werden.
- Konzepte der Nachverdichtung, Rückbaumaßnahmen und flächensparende Siedlungs-, Bau- und Erschließungsformen sollen unter Berücksichtigung der Ortsspezifität der Gemeinden Grundlage für die künftige Entwicklung bilden.
- Einzelhandelsentwicklungen sind auf integrierte Lagen der Zentralen Orte zu konzentrieren. (Z)
- Sicherung der landwirtschaftlichen Nutzung bedeutsamer Böden ab der Wertzahl 50 (Z)

¹ insbesondere die Programmsätze 4.5 (2), 4.5 (12) 2. Absatz und 6.1.3 (1) 1. Absatz als Ziele der Raumordnung sowie die Programmsätze 6.1 (1) und (2), 6.1.3 (1) 2. Absatz ff. und (2) als Grundsätze

² insbesondere die Programmsätze 4.2 (1) und (2) 1. Absatz als Ziele der Raumordnung sowie die Programmsätze 4.1 (1), (3) bis (5), 4.5 (5), 4.6 (7), 5.3 (7) und (9), 6.1.1 (4), 6.1.3 (2) und (5), 7.3 (3) als Grundsätze

- Erhalt und der Entwicklung landwirtschaftlicher Produktionsfaktoren in den Vorbehaltsgebieten Landwirtschaft
- Schutz des Bodens - Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit (Z)
- Erhalt der natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte, Bodenversiegelung auf ein Minimum reduzieren

Naturschutz

Auch das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) definiert den Erhalt der Funktionsfähigkeit der Böden (§ 1 Absatz 3 Nummer 2) und den sparsamen und schonenden Umgang mit Flächen (§ 1 Absatz 5) als Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Diese Ziele sollen gemäß § 2 Absatz 1 BNatSchG durch jeden Einzelnen je nach Möglichkeit verwirklicht werden und sind nach § 2 Absatz 2 BNatSchG durch Bundes- und Landesbehörden zu unterstützen. Das Umsetzungsgebot unterliegt dem Verhältnismäßigkeitsgrundsatz und Abwägungsgebot (§ 2 Absatz 2 BNatSchG).

Kommunale Konzepte und Strategien

In der Hansestadt Rostock sind die Ziele und Lösungsvorschläge zum Schutz und Erhalt der Böden in einem Bodenschutzkonzept zusammengefasst. Schwerpunkte bilden u. a. die flächenschonende Stadtentwicklung und die Revitalisierung von Brachflächen. Das landesweit bislang einmalige Konzept ist Grundlage für die Stadtplanung und Handlungsrichtlinie für die Verwaltung.

Bewertung

Auch wenn Mecklenburg-Vorpommern im bundesweiten Vergleich den geringsten Anteil an Siedlungs- und Verkehrsflächen aufweist, so ist aufgrund der Vulnerabilität der endlichen, nicht regenerierbaren Ressource Boden ein sparsamer Umgang geboten. Diese Forderung leitet sich auch vor dem Hintergrund weltweiten Rückgangs landwirtschaftlich nutzbarer Böden und zunehmender Flächennutzungskonkurrenzen ab.

Die Siedlungs- und Verkehrsfläche ist in Mecklenburg-Vorpommern zwischen 1992 und 2010 deutlich gewachsen. Diese Entwicklung hat örtlich erhebliche Folgen für Boden und Naturlandwirtschaft. Positiv ist, dass in Mecklenburg-Vorpommern seit 2011 ein nur noch geringes Siedlungs- und Verkehrsflächenwachstum von rund 2 bis 3 ha/d verzeichnet wird. Ob die Flächeninanspruchnahme im Land dauerhaft reduziert werden kann, lässt sich jedoch schwer abschätzen. Einerseits legen Bevölkerungsrückgang und demographische Entwicklung in Mecklenburg-Vorpommern dies nahe. Im Zuge dieser Entwicklung werden Gebäude, die als Wohnraum oder zur infrastrukturellen und sozialen Versorgung genutzt wurden, nicht mehr im bisherigen Umfang benötigt.

Andererseits war die Flächeninanspruchnahme bislang vor allem an die Einkommens- und Wirtschaftsentwicklung und weniger an die Bevölkerungsentwicklung gekoppelt. Die bundesweit festzustellende Abschwächung der täglichen Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr der letzten Jahre korrespondiert mit der Entwicklung bei den Bauinvestitionen (Statistisches Bundesamt 2014).

Längerfristig ist zu erwarten, dass der Bevölkerungsrückgang in Verbindung mit dem aktuellen Reurbanisierungstrend zu einer verringerten zusätzlichen Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke führt (Jörissen, Coenen 2007).

Dadurch, dass in Mecklenburg-Vorpommern die Siedlungs- und Verkehrsfläche wächst, gleichzeitig aber die Bevölkerung abnimmt, wird die Siedlungsdichte weiter abnehmen und sich die einwohnerbezogene Flächeninanspruchnahme im Bundesvergleich erhöhen. Damit ist der Umgang mit der endlichen Ressource Boden in Mecklenburg-Vorpommern als weniger effizient zu bewerten. Im Bundesvergleich ist festzustellen, dass Flächenländer, die wirtschaftlich gesünder sind, eine höhere Siedlungsdichte aufweisen und ihre Böden effizienter

nutzen (UBA 2014a). Mit den stringenten Vorgaben zur Siedlungsentwicklung im LEP M-V zielt die Landesplanung auch auf die Begrenzung der Abnahme der Siedlungsdichte ab. Die Vorgaben der erweiterten baurechtlichen Bodenschutzklausel sollen ebenfalls entsprechende Steuerungswirkung entfalten.

Allerdings sind die Kenntnisse über den tatsächlichen Umfang der Flächenneuanspruchnahme und der dadurch verursachten Bodenschäden mangels belastbarer Datenlage leider unzureichend.

Die Ausweisung neuer Baugebiete in Konkurrenz zu benachbarten Kommunen ist maßgeblich für die Flächeninanspruchnahme im Außenbereich verantwortlich. Interkommunale Kooperationen in Verdichtungsräumen (wie die in Mecklenburg-Vorpommern ausgewiesenen Stadt-Umland-Räume), deren zentraler Gegenstand ein interkommunales Flächenmanagement ist, haben bei tatsächlicher Umsetzung das Potenzial, der Konkurrenz um Wohn- und Gewerbeansiedlung entgegenzutreten (siehe auch UMK 2010).

Die Vorgaben der baurechtlichen Bodenschutzklausel sind in der Bauleitplanung weitgehend zu beachten, können jedoch durch Abwägung im Einzelfall überwunden werden.

Da das Bodenschutzrecht im planerischen Bereich grundsätzlich subsidiär anzuwenden ist, sind die Bodenschutzbehörden als Träger öffentlicher Belange gefordert, ihre fachlichen Grundlagen und Ziele in den Abwägungsprozess einzubringen und die Gemeinden in den Bauleitplanverfahren sachgerecht zu unterstützen (siehe Kapitel 6).

Unabhängig von dem zu beobachtenden Rückgang der Flächeninanspruchnahme in Deutschland ist festzustellen, dass die rechtlichen Instrumente für einen sparsamen Umgang mit Grund und Boden bereits heute vorhanden sind, aber auf der Entscheidungsebene – in den Kommunen - oftmals nicht konsequent genug angewendet werden. Unzureichendes Bodenbewusstsein wie auch fehlende Kenntnisse über Brachflächenpotenziale (Brachflächenkataster) könnten hierfür ursächlich sein.

Eine Reduzierung der Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke auf das nicht vermeidbare Maß sollte durch finanzielle Lenkungsinstrumente auch weiterhin forciert werden. Die in Mecklenburg-Vorpommern existierenden Fördermöglichkeiten für die Sanierung, Nach- oder Umnutzung von Gebäudebrachen oder die Rekultivierung bzw. Renaturierung dieser Flächen sind im Vergleich zu anderen Bundesländern nur begrenzt. Gegenteilig wirkende finanzielle Anreize und Förderungen sollten hinterfragt und im Interesse einer sparsamen Flächeninanspruchnahme korrigiert werden.

Die Nachfrage nach einer (nachnutzungsunabhängigen) Abrissförderung durch das Rückbauprogramm zur Sanierung devastierter Flächen in ländlichen Räumen ist anhaltend hoch. Das haushalterisch befristete Rückbauprogramm gibt es seit 2010. Neben Abriss- und Entsiegelungsmaßnahmen zählen auch das Projektmanagement für die Rückbaumaßnahmen sowie Beratungs- und Informationsleistungen zu den Fördergegenständen. Es hat sich gezeigt, dass im Rahmen des Rückbaus regelmäßig und in nicht unerheblichem Maße Recherche-, Abstimmungs- und Regulierungsaufwand entsteht. Zur nachhaltigen Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und der hierfür gebotenen, weitestmöglichen Deckung zusätzlichen Flächenbedarfs über die Nachnutzung von Brachflächen wird die Etablierung einer dauerhaften Beratungsmöglichkeit und Informationsschnittstelle hinsichtlich Brachflächen für kommunale Entscheidungsträger, Flächeneigentümer und Investoren als zielführendes Instrument angesehen.

Die Flächeninanspruchnahme ist mit Bodenversiegelung und Bodenabtrag verbunden. Aus Sicht des Bodenschutzes sind dies zwei schwerwiegende nicht-stoffliche Belastungen. Im dritten Teil des Bodenschutzprogramms müssen deshalb Maßnahmen aufgenommen werden, die auf eine Vermeidung bzw. Verminderung der Flächenneuanspruchnahme hinwirken.

Qualitäts- und Handlungsziele

In Mecklenburg-Vorpommern ist es das Ziel, die Flächeninanspruchnahme bis 2020 dauerhaft zu reduzieren. Bevölkerungs- und wirtschaftliche Entwicklung sowie die schon vorhandene Infrastrukturausstattung sind dabei zu berücksichtigen.

Um bislang landwirtschaftlich oder ungenutzte Flächen vor einer Bebauung zu bewahren, sind den kommunalen Planungen Ermittlungen zu Grunde zu legen, insbesondere auch zu den Brachflächen, da die Verluste an Bodenfunktionen bei der Inanspruchnahme bereits bebauter oder versiegelter Böden geringer ausfallen. Auf Brachflächen, die für eine Um- oder Nachnutzung nicht geeignet sind, sollte die Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen (durch Rückbau, Entsiegelung, Tiefenlockerung etc.) angestrebt werden.

Für Mecklenburg-Vorpommern sind daher folgende **Qualitäts- und Handlungsziele** zu nennen:

Landwirtschaftlichen Flächen und Wald kommen für den Erhalt des Bodens im Außenbereich besondere Bedeutung zu. Sie sollen nur im zwingend notwendigen Umfang umgenutzt werden. Hierüber entscheidet die Gemeinde unter Berücksichtigung der bodenschutzrechtlichen Belange. Die Inanspruchnahme von landwirtschaftlichen oder ungenutzten Flächen ist zu reduzieren (Strategie zur nachhaltigen Flächeninanspruchnahme mit Zielvorgabe). Bislang noch nicht flächenstatistisch erfasste bauliche Anlagen (wie z. B. Photovoltaikanlagen, Windräder) sind einzubeziehen. Die Gemeinden nutzen die Unterstützung der Bodenschutzbehörden als Träger öffentlicher Belange in den Bauleitplanverfahren.

Eine flächensparende Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung ist weiter zu unterstützen. Die Innenentwicklung ist durch Lenkung von Maßnahmen in Siedlungsgebiete verstärkt zu fördern, zum Beispiel durch Brachflächenrevitalisierung.

Vorhandene Brachflächenpotenziale sollen besser genutzt werden. Kommunale oder regionale Brachflächenkataster und ein zentrales Beratungsangebot (Informationsschnittstelle) unterstützen diese Zielstellung.

Verstärkte Öffentlichkeitsarbeit soll dazu beitragen, bei den handelnden Akteuren einen sparsameren und bewussteren Umgang mit der Ressource Boden zu bewirken.

Flächensparen und Brachflächenrecycling müssen in allen neuen Konzepten und Plänen der Landesregierung Berücksichtigung finden, die einen Flächenbezug haben, so z. B. in Konzepten zu infrastrukturellen und gewerblichen Vorhaben oder zur Landesenergiepolitik.

Bei der Ausgestaltung zukünftiger Förderprogramme in M-V sollen Auswirkungen auf die Flächeninanspruchnahme berücksichtigt werden.

Bei der Fortschreibung der Regionalen Raumentwicklungsprogramme müssen Flächensparen und Brachflächenrecycling noch stärker betont werden als bisher.

3.2.2 Abbau von oberflächennahen Rohstoffen

Die Gewinnung und Förderung von oberflächennahen Rohstoffen in Tagebauen setzt in der Regel den Abtrag des Oberbodens voraus. Mit dem zeitweiligen oder andauernden Entzug von Bodenflächen findet ein intensiver Eingriff in den Boden statt, mit dem starke Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen und der Bodenlebewelt durch den Abtrag sowie das Um- und Zwischenlagern einhergehen. Auf bergbaubetrieblich genutzten Flächen, auf denen kein Oberbodenabtrag stattfindet, sind starke Beeinträchtigungen der Böden, z. B. Verdichtung und Verschmutzung durch intensives Befahren oder bauliche Nutzungen, festzustellen. Eine weitere Folge der Rohstoffgewinnung und Aufhaltung sind großflächige Bodenlockerungen, die eine Bodenerosion begünstigen.

Allerdings werden infolge der Rohstoffgewinnung sowie durch Aufhaltungen von Aufbereitungsrückständen künstliche Offenboden-Stellen und Rohboden-Habitate geschaffen, die extrem oligotroph sind und daher einen sehr hohen naturschutzfachlichen Wert besitzen. Dies ist der Grund dafür, dass vor dem Hintergrund der gesetzlich vorgeschriebenen Eingriffsregelung die häufigste Zielsetzung der bergbaulichen Wiedernutzbarmachung nicht die Abdeckung mit dem zwischengelagerten Oberboden, sondern die sich selbst überlassene natürliche Sukzession ist.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Mecklenburg-Vorpommern verfügt aufgrund seiner geologischen Geschichte über eine Vielzahl von Steine- und Erden-Lagerstätten. Überwiegend werden Kiese und Sande sowie Quarzsand abgebaut. Darüber hinaus werden Kalkrohstoffe, Spezialtone sowie Torfe und Erden gewonnen. Der Rohstoffabbau erfolgt auf der Grundlage der vom Bergamt Stralsund gemäß dem Bundesberggesetz zugelassenen Hauptbetriebspläne.

Die Gesamtfördermenge im Jahr 2013 in Mecklenburg-Vorpommern betrug bei Kiessanden und Sanden ca. 12 Mio. t in 124 Tagebauen. Ferner wurden etwa 430.000 t Kalkrohstoffe in zwei Tagebauen auf der Halbinsel Jasmund auf Rügen, etwa 100.000 t Torf in acht Tagebauen sowie 8.000 t Spezialton in einem Tagebau gewonnen.

Marine Kiessande und Sande werden ebenfalls gewonnen und dienen überwiegend der Versorgung von Maßnahmen des Küstenschutzes, untergeordnet aber auch gewerblichen Zwecken.

In der Tabelle 91 ist die Entwicklung der Rohstoffförderung in Mecklenburg-Vorpommern in den zurückliegenden Jahren dargestellt.

Tabelle 91: Rohstoffförderung der Jahre 2006 bis 2013 in Mecklenburg-Vorpommern

	2006	2008	2010	2011	2012	2013
Rohstoff	<i>[in 1000 t]</i>					
Kreide	305	511	280	338	427	433
Kiessand	12.660	14.227	14.936	15.757	12.912	11.727
Quarzsand	43	115	46	44	41	44
Spezialton	68	59	31	5,5	38	8
Ton	25	21	75	0	0	0
Torf	115	130	103	92	112	100

Insgesamt ist festzustellen, dass die Fördermengen von Kiessanden und Sanden sowie Spezialtonen im Betrachtungszeitraum leicht rückläufig sind, was im Zusammenhang mit

einem verringerten Bedarf an Baurohstoffen infolge geringerer Bauinvestitionen steht. Erden und Torfe sowie Kalkrohstoffe werden hingegen vergleichsweise stabil am Markt abgesetzt.

Bergbauberechtigungen für Kiessande und Sande umfassen insgesamt eine Fläche von 18.000 ha. Obligatorische und fakultative Rahmenbetriebspläne bzw. Hauptbetriebspläne zur Gewinnung von Kiessanden und Sanden haben insgesamt eine Fläche von ca. 10.000 ha. Das entspricht etwa 0,43 % der Landesfläche. Innerhalb dieser Fläche ist langfristig von einer Beeinträchtigung bzw. Zerstörung des natürlich gewachsenen Bodens auszugehen.

In Mecklenburg-Vorpommern gibt es ca. 5.000 ha Hochmoorflächen und knapp 300.000 ha Niedermoore. Unter Bergrecht stehen insgesamt neun Torftagebaue. Die zugelassene Gesamtfläche der bergbaulichen Nutzung (Rahmen- bzw. Hauptbetriebspläne) liegt bei ca. 500 ha.

Für die Gewinnung von Kalkrohstoffen auf der Halbinsel Jasmund auf Rügen sind etwa 185 ha Fläche über einen obligatorischen bzw. einen fakultativen Rahmenbetriebsplan bergrechtlich genehmigt. Davon werden aktuell 42 ha im Tagebau Promoisel sowie 23 ha im Tagebau Goldberg-Lancken/Dubnitz aktiv genutzt. Historisch existieren auf Jasmund eine Vielzahl kleinerer und größerer ehemaliger Kalktagebaue, die nach ihrer Nutzung nicht wieder verfüllt und mit Oberböden abgedeckt wurden. Diese sind sehr häufig mit Oberflächenwasser aufgefüllt und von Rohbodenflächen umgeben. Jüngstes Beispiel hierfür ist der ehemalige Tagebau Wittenfelde, über den 2014 die Bergaufsicht endete. Hier entstand auf rund 62 ha Fläche ein Landschaftssee mit Sukzessionssaum.

Die Gewinnung von Spezialtonen ist aktuell in zwei Tagebauen in Mecklenburg-Vorpommern möglich. Die bergbaulich hierfür bereits devastierte Fläche umfasst ca. 100 ha.

Fasst man die Zahlenangaben aus den vorigen Ausführungen zusammen, ergibt sich eine Flächeninanspruchnahme durch eine aktuelle bzw. geplante bergbauliche Nutzung in Mecklenburg-Vorpommern von etwa 11.000 ha. Das entspricht etwa 0,5 % der Landesfläche. Innerhalb dieser Fläche ist langfristig von einer Beeinträchtigung bzw. Zerstörung des natürlich gewachsenen Bodens auszugehen.

Langfristig ist vor dem Hintergrund sinkender bzw. stagnierender Bedarfsmengen nicht von einem signifikanten Anstieg der vom Bergbau zu nutzenden Fläche auszugehen.

Durch die Wiedernutzbarmachung ehemals bergbaulich beanspruchter Flächen erfolgt in Mecklenburg-Vorpommern eine zielgerichtete Herrichtung der Flächen. Es entstehen keine Wirtschaftsbrachen oder Konversionsflächen. Das überwiegende Ziel der Wiedernutzbarmachung ist die Schaffung von Flächen und Folgelandschaften, die dem Naturschutz dienen. Aber auch die Verfüllung von Tagebauflächen, in deren Folge dann landwirtschaftlich und forstwirtschaftlich nutzbare Flächen entstehen, ist häufig Bestandteil der Rekultivierung. Dabei werden in der Regel die zwischengelagerten Böden wieder aufgebracht.

Umweltstandards

Die wichtigste gesetzliche Grundlage der Rohstoffgewinnung in Mecklenburg-Vorpommern stellt das Bundesberggesetz (BBergG) dar. Im § 1 des BBergG wird die Rohstoffgewinnung an den sparsamen und schonenden Umgang mit Grund und Boden gekoppelt (Rohstoffsicherungsklausel). Explizite Maßstäbe zum Schutz des Bodens enthält das BBergG nicht. Vielmehr finden die Vorsorgeanforderungen des Bodenschutzes (§ 7 BBodSchG i. V. m. § 9 BBodSchV) über den § 48 Absatz 2 BBergG als öffentliches Interesse Berücksichtigung in den Zulassungsentscheidungen nach BBergG. In diesem Sinne sind die bodenschutzrechtlichen Regelungen subsidiär anzuwenden. Bei Verfüllungen gelten im Bereich der durchwurzelbaren Bodenschicht die Anforderungen des § 12 BBodSchV unmittelbar. Unter-

halb der durchwurzelbaren Bodenschicht werden die Kriterien der Verfüllung im Einzelfall in Anlehnung an die M 20 der LAGA 2004 (TR Boden) festgelegt. Auch hier gelten grundsätzlich die materiellen Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes.

Von erheblicher Bedeutung für die Beurteilung der Bodennutzung durch den Rohstoffabbau ist die in § 55 Absatz 1 Satz 1 Nummer 7 BBergG normierte Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung von Bodenflächen nach Einstellung der Rohstoffgewinnung (Bergbaufolgelandschaft). Es handelt sich hierbei um die im § 4 Absatz 4 BBergG geregelte Pflicht des Gewinnungsberechtigten zur „ordnungsgemäßen Gestaltung der vom Bergbau in Anspruch genommenen Oberfläche unter Beachtung des öffentlichen Interesses“. Zur ordnungsgemäßen Gestaltung gehört die Herrichtung der vom Bergbau in Anspruch genommenen Fläche als Voraussetzung für eine künftige anderweitige Nutzung. Da diese jedoch vom bergrechtlichen Begriff der Wiedernutzbarmachung nicht umfasst wird, ist im Rahmen der Vorsorge für eine künftige anderweitige Nutzung dem „öffentlichen Interesse“ durch die Berücksichtigung der Erfordernisse der einschlägigen (Fach-)Gesetze Rechnung zu tragen. Hierzu zählen u. a. die Ziele und Erfordernisse des Bodenschutzes (LABO, LAB 2000).

Gemäß § 13 Absatz 3 LBodSchG M-V ist für Flächen, die der Bergaufsicht unterliegen, das Bergamt Stralsund die zuständige untere Bodenschutzbehörde. Im Falle von durchzuführenden Umweltverträglichkeitsprüfungen wird der Boden als Schutzgut betrachtet. Die Auswirkungen eines Vorhabens werden ermittelt sowie Maßnahmen zur Verminderung bzw. Vermeidung von negativen Auswirkungen auf das Schutzgut abgeleitet. Diese finden dann über entsprechende Nebenbestimmungen Eingang in die Zulassung von gestattenden Betriebsplänen.

Ein verbindliches Regelwerk zum Umgang mit den als Abraum zu verwertenden Oberböden gibt es für Bergbaumaßnahmen nicht. Zum Schutz des Mutterbodens wird in der Regel verfügt, dass temporäre Halden nicht höher als 3 m und unter Beachtung der DIN 18915 zu errichten sind.

Untersuchungen zur Bodenfunktionsentwicklung auf bergbaulich wiedernutzbar gemachten Flächen liegen für das Land Mecklenburg-Vorpommern nicht vor.

Bewertung

Im Bundesvergleich liegt die potentielle bergbaulich nutzbare Fläche in Mecklenburg-Vorpommern im Mittelwertbereich. Durch bergbauliche Maßnahmen wird der natürliche Boden nachhaltig beeinträchtigt oder zerstört. Bei der Wiedernutzbarmachung von Tagebauen ist der Aspekt der Wiederherstellung des Bodens mit seinen Bodenfunktionen zu berücksichtigen. Ist die Herstellung von Flächen zur land- bzw. forstwirtschaftlichen Nachnutzung vorgesehen, wird der humose Oberboden in nicht mehr als 3 m hohen Wällen zwischengelagert, um ihn später bei der Rekultivierung wieder zu verwenden. Darüber hinausgehende bodenschonende Maßnahmen, wie z. B. eine horizontweise Zwischenlagerung und Wiedereinlagerung, erfolgen derzeit nicht. Neben dem vorhandenen Abraum wird jedoch auch Fremdboden, oft in der Größenordnung des abgebauten Bodenschatzes, für die Wiederauffüllung verwendet. Für die Fremdbodeneinlagerung gelten die Anforderungen des Bodenschutz-, Abfall- und Wasserrechts. Diese stehen nebeneinander und sind jeweils zu beachten. Aus Sicht des Bodenschutzes gilt es, nachhaltig die Funktionen des Bodens wieder herzustellen. Nach § 7 Satz 3 BBodSchG hat der Pflichtige nach Maßgabe der Verhältnismäßigkeit Bodeneinwirkungen, die die Vorsorgewerte überschreiten, in der Regel zu unterlassen. Die LAGA M 20 kann das Bodenschutzrecht nicht verdrängen, da sie keine Außenwirkung entfaltet.

Unter dem Gesichtspunkt des Bodenschutzes ist besonders die Gewinnung von Torfen kritisch zu betrachten. Dabei wird der gewachsene Torfkörper sukzessive zerstört und somit

gehen auch die sehr speziellen Bodenfunktionen des Torfes verloren. Allerdings wird die Torfgewinnung in Mecklenburg-Vorpommern unter Bergrecht so vollzogen, dass nach der abgeschlossenen Gewinnung Restflächen verbleiben, auf denen vor allem durch Maßnahmen der Wasserstandregulierung das Moorwachstum neu initiiert wird, so dass hier langfristig aktive Hochmoorflächen entstehen. Bestehende Abbaugenehmigungen sind bestandsgeschützt, aber befristet. In bestandsgeschützten Bergrechten ist davon auszugehen, dass die Torfressourcen auch weiterhin auf der Grundlage bergrechtlicher Genehmigungen genutzt werden. Neue Abbaugenehmigungen können aufgrund der seit 1996 geänderten Rechtslage unter Bergrecht nicht mehr erteilt werden.

Die aus Sicht des Natur- und Artenschutzes grundsätzlich positive Entwicklung von aufgelassenen Abgrabungen oder Tagebaurestlöchern (natürliche Sukzession) ist aus Bodenschutzsicht weniger relevant. Die naturschutzfachlich wertvollen Rohböden erfüllen nur einen geringen Anteil der Funktionen der ursprünglichen Böden der Abbauflächen.

Die Tagebaue, in denen nicht vorgesehen ist, land- oder forstwirtschaftlich nutzbare Flächen nach Beendigung der bergbaulichen Maßnahme herzustellen, nutzen den abgeräumten Oberboden häufig als Produkt und veräußern diesen am Markt.

Insgesamt fehlen bisher verbindliche Regelungen über Art, Umfang und nachhaltige Wiederherstellung der Bodenfunktionen bei der Wiedernutzbarmachung von Tagebauen in den Genehmigungsunterlagen. Hilfreich wäre ein Leitfaden bzw. Regelwerk für die Bewertung und technische Verwertung des bei der Gewinnung als Abraum anfallenden Bodens.

Wenn kein Planfeststellungsbeschluss mit Prüfung der Umweltverträglichkeit zugrunde liegt, fehlen im Wirkungsbereich von Hauptbetriebsplänen oftmals Angaben über die Bodenformen/Substrate.

Qualitäts- und Handlungsziele

Grundsätzliches Ziel ist es, die Flächeninanspruchnahme durch den Abbau oberflächennaher Rohstoffe so gering wie möglich zu halten.

Im Sinne eines schonenden Umgangs mit den natürlichen Ressourcen sollten die bestehenden Lagerstätten vollständig genutzt werden, um eine künftige Devastierung von Flächen und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf den Boden zu vermeiden.

Im Rahmen des Rohstoffabbaus soll insbesondere die Inanspruchnahme von Böden mit hohem Ertragspotential (z. B. ökologische oder landwirtschaftliche Nutzung) vermieden werden. Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen sollten vorrangig mit Bodenbezug auf den Erhalt bzw. die Wiederherstellung von Bodenfunktionen ausgerichtet sein.

Im Zuge der Rekultivierung der beanspruchten Flächen sollten natürliche Bodenfunktionen, wie z. B. die eines Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumediums für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers, soweit wie möglich wieder hergestellt werden.

Ein Mittel der Umsetzung ist die getrennte Lagerung der Bodenhorizonte und deren adäquater Wiedereinbau im Zuge der Rekultivierung.

Grundsätzlich ist im Rahmen des Rohstoffabbaus eine stärkere Berücksichtigung von Bodenschutzaspekten, insbesondere in Bezug auf die Herstellung ursprünglicher Bodenfunktionen, umzusetzen. Ebenso ist eine deutlich stärkere Berücksichtigung bodenschutzrelevanter Aspekte in den Konzepten und Plänen zur Wiedernutzbarmachung erforderlich.

Ziel ist es, alle Maßnahmen des Rohstoffabbaus (beginnend mit der Vorbereitung bis hin zur Wiedernutzbarmachung) bodenkundlich zu begleiten (Einführung der Bodenkundlichen Baubegleitung).

Ziel ist es, den Torfabbau sukzessive bis hin zur völligen Einstellung zu reduzieren. Gleichzeitig sind zur Deckung des Bedarfs an Substraten zur gärtnerischen Nutzung alternative Produkte wie Komposterden, Gründünger sowie Mulch- oder Laubschichten deutlich stärker einzusetzen.

Abraumböden sind vorrangig einer effektiven Wiederverwendung zuzuführen.

3.2.3 Bodenerosion

Beschreibung des Ist-Zustandes

Bodenerosion, als Prozess der Abtragung und Verfrachtung von Bodenmaterial durch die meteorologischen Ereignisse (Niederschlag; Wind), findet in Mecklenburg-Vorpommern vorrangig auf Ackerböden – insbesondere ohne Bodenbedeckung - statt. Demzufolge werden in diesem Kapitel ausschließlich Einflussfaktoren hinsichtlich landwirtschaftlicher Bodennutzung betrachtet.

Die Europäische Umweltagentur sieht die Intensivierung der Landwirtschaft als die wichtigste Antriebskraft bzw. den wichtigsten Belastungsindikator für die Gefährdung des Bodens durch Bodenerosion an (European Environment Agency 2003).

Der Umfang und die Intensität der Wasser- und Winderosion hängen von folgenden Faktorengruppen ab:

- Erosivität der Witterung
- Eigenschaften des Standortes
- Bewirtschaftung der Fläche

Wassererosion

Die **Erosivität der Witterung** wird durch Intensität und Dauer der Niederschläge bzw. der Geschwindigkeit der Schneeschmelze bestimmt. In der Regel ist mit dem Einsetzen einer Bodenerosion zu rechnen, wenn innerhalb einer halben Stunde durch eine Regenmenge von 5 mm die Infiltrationsrate des Bodens überstiegen wird. Auch eine intensiv einsetzende Schneeschmelze, insbesondere auf gefrorenen Böden, kann Erosionsereignisse auslösen. Verstärkt wird die Erosivität der Witterung, wenn die Wasserkapazität der Böden bereits in hohem Maße ausgeschöpft ist. In Zeiten geringer Bodenbedeckung von weniger als 30 % erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer Erosionsauslösung beim Auftreten von Starkniederschlägen von mehr als 10 mm/h sprunghaft.

Zu den **Standorteigenschaften**, die Einfluss auf die Erosionsgefährdung haben, gehören die Nutzung des Standortes (Acker- bzw. Grünland), das Geländere relief und das Bodengefüge bzw. die Bodenstruktur.

Aufgrund der ständigen Bodenbedeckung finden Bodenabträge durch Erosionsereignisse auf Grünlandflächen in der Regel nicht statt, während Ackerböden insbesondere in Phase fehlender Bodenbedeckung zum Teil hochgradig erosionsgefährdet sind. Besonders gefährdet ist hier der Zeitraum nach der Ernte, wenn Böden stark ausgetrocknet sind, ein feinkörniges Saatbett bereitet wurde, schützendes Pflanzenmaterial als Mulchschicht fehlt und die Entwicklung der Kultur noch keine ausreichende Bodenbedeckung gewährleistet.

Das Relief im Zusammenspiel von Hangneigung, Hanglängen, Hangmulden und Tiefenlinien spielt unter den Bedingungen von Mecklenburg-Vorpommern bei der Auslösung von Wassererosionen die größte Rolle. Hangneigung und Hanglänge sind von entscheidender Bedeutung, da nur fließendes Wasser erodieren kann. Je steiler ein Hang ist, desto schneller fließt das Wasser ab und kann entsprechende Scherkräfte entwickeln, die zum Abtrag von Bodenteilen führen. Die Hanglänge ist für die Erosion insofern von Bedeutung, als dass sich mit zunehmender Hanglänge die Menge des abfließenden Wassers erhöht und sich insbesondere im unteren Bereich der Hänge größere erodierende Scherkräfte entwickeln können.

Neben der Hangneigung und der Hanglänge spielen die Tiefenlinien des Reliefs und in den Hängen eingebettete Hangmulden eine besondere Rolle. Die Tiefenlinien haben hinsichtlich des Oberflächenabflusses eine konzentrierende Wirkung, da in ihnen von den seitlichen Hängen signifikante Wassermengen zusammenfließen können. Durch die sich entwickelnden Scherkräfte des Wassers entstehen häufig sehr große Grabenerosionen. Ähnliches gilt für Hangmulden. Hier sammelt sich zunächst das hangabwärts laufende Wasser. Kommt es zu einem Überlaufen dieser Mulden, erodiert die Kante der Hangmulde und die angesam-

melten Wassermengen fließen spontan ab, die dann zu intensiver Linienerosion führen können.

Die Größe des Einzugsgebietes, aus dem der Oberflächenabfluss entsteht, hat eine herausragende Bedeutung für die Erosionsstärke. Ist das Einzugsgebiet klein, kann sich nur wenig Wasser im Oberflächenabfluss konzentrieren und zu Erosionsereignissen führen.

Neben dem Relief haben auch das **Bodengefüge bzw. die Bodenstruktur** einen großen Einfluss auf das Einsetzen der Bodenerosion, da sie zum einen die Infiltrationsrate des Wassers bestimmen und zum anderen den Widerstand der Bodenoberfläche gegen den Abtrag bestimmen. Böden mit einer ausgeglichenen Verteilung aller Korngrößen sind wasserdurchlässig und bilden erosionsstabile Aggregate. Mit steigendem Anteil von Ton, aber auch Schluff, reduziert sich die Permeabilität gegenüber Wasser, so dass steigende Abflussraten entstehen. Hohe Humusgehalte fördern dagegen die Aufnahmefähigkeit für Wasser. Humusreiche Böden sind deshalb nicht nur aufgrund der höheren Wasserspeicherefähigkeit weniger erosionsgefährdet.

Innerhalb des Bodengefüges hat die Stabilität der Bodenaggregate vor der Zerstörung und Verschlammung durch Wasser eine besondere Bedeutung. Je höher die Aggregatstabilität und je stabiler das Bodengefüge ist, desto geringer ist die bodenzerstörende Wirkung des Wassers. Für eine hohe Aggregatstabilität sind eine ausreichende Kalkversorgung, optimale Nährstoff- und Humusgehalte sowie hohe Tonanteile von Bedeutung.

Ausreichende Grobporen für die Aufnahme von großen Wassermengen und eine hohe Infiltrationsrate von der Oberfläche bis in den Untergrund beeinflussen in großem Umfang den oberflächigen Wasserabfluss und damit dessen erodierende Wirkung. So sind raue, lockere Ackerböden weniger erosionsgefährdet als Flächen mit feinkörnigen und dichtgelagerten Böden. Eine hohe Rauigkeit der Bodenoberfläche reduziert die Erosionsgefährdung nicht nur dadurch, dass das Wasser besser infiltrieren kann, sondern auch dadurch, dass die Fließgeschwindigkeit des Abflusses reduziert wird. Mit zunehmender Entwicklung der Pflanzenbestände nimmt die Oberflächenrauigkeit zu.

Eine starke Austrocknung der Böden durch Sommertrockenheit reduziert die Benetzbarkeit und erhöht die Undurchlässigkeit gegenüber eindringendem Wasser.

Auf Ackerflächen kommt neben dem Relief und den Standorteigenschaften der **Bewirtschaftung der Fläche** eine große Bedeutung zu. Besonders erosionsgefährdet sind Ackerflächen auf langen hanggeneigten Schlägen zwischen der ersten Bodenbearbeitung nach der Ernte und der Ausbildung einer ausreichenden Pflanzendecke nach der Bestellung, wenn zusätzlich aufgrund wendender Bodenbearbeitung mulchende Materialien wie Stroh oder Pflanzenreste nicht mehr auf der Bodenoberfläche vorhanden sind. Nach der Aussaat reduziert sich mit zunehmender Entwicklung der Bestände die Erosionsgefährdung, da die Schlag- bzw. Planschwirkungen der Regentropfen reduziert und gleichzeitig das Eindringen des Wassers entlang der Wurzeln erleichtert wird. Als Richtwert für einen ausreichend hohen Schutz vor Wassererosion gilt ein Bodenbedeckungsanteil >30 %.

Erosionsverstärkend wirken sich Boden- und Saatbettbearbeitung in Hangrichtung und verdichtete oder strukturgeschädigte Böden aus.

Zeiträume mit Wassererosionsgefahr

Eine hohe Erosionsgefährdung besteht insbesondere im Sommer nach der ersten Bodenbearbeitung, wenn auf ausgetrockneten Standorten, deren Infiltrationsvermögen durch Austrocknung stark herabgesetzt ist, Niederschläge hoher Intensität (Gewitterregen) niedergehen.

Mit steigender Bodenfeuchte, wie sie ab dem Herbst und über Winter aufgrund rückläufiger Verdunstung und Wasseraufnahme einsetzt, nimmt die Erodierbarkeit der Böden ebenfalls zu, da die zwischen den Bodenaggregaten wirkenden Kohäsionskräfte mit den größeren Wasserhüllen stark abnehmen. Auch die Schneeschmelze kann zu einer Bodenerosion führen.

ren. Diese kann größere Ausmaße erreichen, insbesondere dann, wenn untere Schichten des Bodens noch gefroren sind und das Schmelzwasser nicht infiltrieren kann.

Winderosion

Die **Erosivität der Witterung** wird vor allem von der Stärke und Dauer der Windeinwirkung bestimmt. Daneben spielt die Austrocknung der Bodenoberfläche, die durch das Verhältnis von Niederschlag, Luftfeuchtigkeit und Verdunstung bestimmt wird, eine für die Winderosion entscheidende Rolle.

Winderosion unter den Bedingungen von Mecklenburg-Vorpommern ist ab Windstärke 4 zu beobachten und ab Windstärke 5 nicht zu übersehen.

Zu den **Standorteigenschaften**, die Einfluss auf den Grad der Winderosion haben, gehören die Windoffenheit oder Rauigkeit des Geländes, die Bodenqualität, die Wasserhaltefähigkeit des Bodens und die langjährige Nutzung (Acker- bzw. Grünland) des Standortes.

Eine starke Rauigkeit des Geländes aufgrund vorhandener Vegetation (Hecken, Wald), Kuppigkeit des Geländes oder Bebauung wirkt stark reduzierend auf die Erosivität von Winden. Große Schlaglängen in Hauptwindrichtung bzw. stark ausgeräumte Agrarlandschaften ohne linienhafte Rauigkeit durch Hecken- und Baumreihen quer zur Hauptwindrichtung begünstigen Winderosionsereignisse.

Sandige Böden mit hohem Feinsand- und geringem Grobskelettanteil sowie Anmoore und degradierte Niedermoore sind besonders verwehungsgefährdet.

Kommt auf diesen Standorten eine geringe Wasserhaltefähigkeit bzw. ein abgesenkter Grundwasserstand hinzu, so dass die Böden sehr schnell oberflächlich abtrocknen, steigt die Winderosionsanfälligkeit deutlich.

Erosive Windgeschwindigkeiten und leichte ausgetrocknete Böden treffen in den östlichen und südlichen Landkreisen wesentlich häufiger zusammen als in den mittleren und Küstengebieten des Landes.

Die Anfälligkeit von Böden gegenüber Winderosion reduziert sich ab 0,6 mm Partikel- bzw. Aggregatgröße deutlich. Stabile Bodenaggregate dieser Größe bzw. feste Bodenstrukturen werden vor allem durch hohe Feinbodenanteile, ausreichende Gehalte an organischer Substanz sowie optimale Boden-pH-Werte erreicht.

Neben den Standorteigenschaften spielt die aktuelle **Nutzung der Fläche** sowohl bei der Wasser- als auch der Winderosion eine entscheidende Rolle. Eine ausreichende Bodenbedeckung durch Pflanzen oder mit Mulchmaterial, eine hohe Rauigkeit der Ackerkrume und Stabilität der Bodenaggregate reduziert bzw. verhindert die Winderosion ebenso wie ein feuchter Boden.

Besonders erosionsgefährdet sind ausgedehnte Ackerflächen in konventioneller Bearbeitung mit dem Pflug im Zeitraum nach der Saatbettbereitung bis zum Aufwuchs einer schützenden Pflanzendecke. Auf Niedermoorgrünland besteht die Gefahr der Winderosion bei starker Degradierung der obersten Bodenschicht (Vermüllung).

Reihenkulturen gehören wegen ihrer relativ kurzen Vegetationszeit, ihrer langsamen Jugendentwicklung und ihrer unvollständigen Bodenbedeckung zu den erosionsanfälligsten Fruchtarten, da in ihrer Jugendphase eine ungenügende vegetative Entwicklung mit der höchsten zeitlichen Erosivität des Klimas zusammenfallen.

Zeiträume mit Winderosionsgefahr

Unter den Bedingungen von Mecklenburg-Vorpommern können Winderosionsereignisse insbesondere bei anhaltenden Hochdruckwetterlagen im Winter, wenn nicht bestellte Ackerflächen ausgetrocknet sind, sowie im Frühjahr oder nach der Getreide- und Rapsbestellung u. a. auf frisch bestellten, oberflächlich abgetrockneten Ackerflächen ohne ausreichenden Pflanzenbestand oder Mulchabdeckung auftreten. Gefährdet sind insbesondere im April bzw. Mai bestellte Mais- und Zuckerrübenflächen mit einem feinkörnigen Saatbett, aber auch spät bestellte Sommergetreideflächen bzw. feinkrümelig bearbeitete Flächen nach der Rapsaussaat.

Ackerflächen nehmen in Mecklenburg-Vorpommern einen Anteil von 46 % der Bodenfläche ein (Stand 2014). Die Erosionsgefährdung von Ackerstandorten wird - wie oben dargestellt – u. a. durch den Anbau erosionsfördernder Kulturen und die Art der Bewirtschaftung maßgeblich bestimmt. Im Hinblick auf die Anbaufläche mit erosionsfördernden Kulturen in Mecklenburg-Vorpommern ist festzustellen, dass der Umfang des Anbaus von Kartoffeln und Rüben abnimmt (2013: 37 Tha). Bei Silomais hingegen ist in den letzten Jahren eine deutliche Zunahme zu beobachten. Zwischen 2000 und 2013 hat sich dessen Anbaufläche mehr als verdoppelt (+ 72 Tha), liegt aber immer noch unter dem Vorwendeniveau.

Entwicklung der Anbauflächen erosionsfördernder Kulturen in M-V

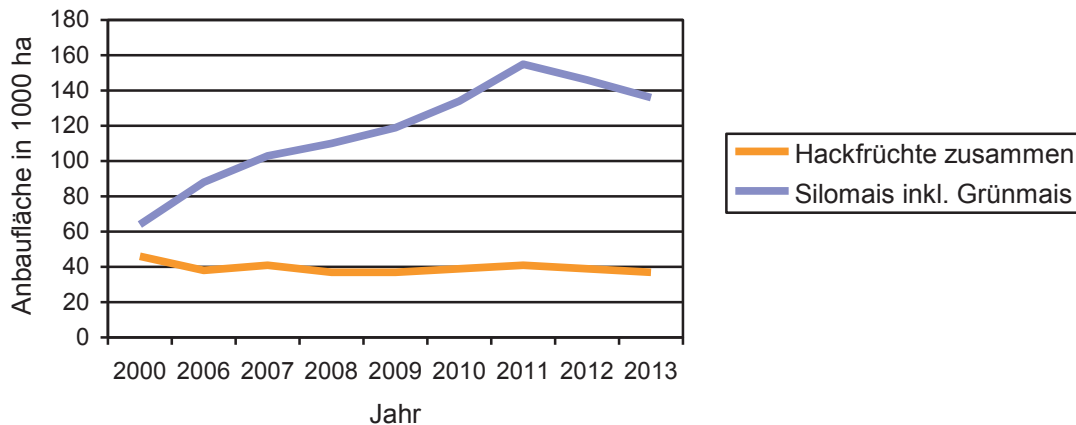


Abbildung 78: Entwicklung erosionsgefährdeter Anbauflächen in M-V (Statistisches Amt M-V 2014)

Im Hinblick auf die Anwendung erosionsmindernder Anbauverfahren ist davon auszugehen, dass diese in der Praxis zukünftig an Bedeutung gewinnen. So wird z. B. das Strip-Till-Verfahren im Maisanbau, bei dem der Boden nicht ganzflächig gelockert wird, sondern nur die späteren Saatstreifen mit Lockerungswerkzeugen bearbeitet werden, vermehrt angewendet. Mit dem Verfahren bleiben bis zu zwei Drittel der Fläche unbearbeitet. Das an der Bodenoberfläche verbleibende abgestorbene Pflanzenmaterial (Mulch) der Vorfrucht dient so als Schutz vor Bodenerosion und Austrocknung.

Meteorologische Einflüsse spielen eine entscheidende Rolle bei der Erosionsgefährdung von Böden. Sie werden im Zuge des anthropogen verursachten Klimawandels an Bedeutung gewinnen. Erste Auswirkungen des Klimawandels sind in Mecklenburg-Vorpommern bereits bemerkbar. Im Folgenden werden die in der Studie „Klimaschutz und die Folgen des Klimawandels in Mecklenburg-Vorpommern“ (WM, 2008) prognostizierten, durch den Klimawandel bedingten Einflüsse auf die Böden in Mecklenburg-Vorpommern und ihre Erosionsgefährdung beschrieben.

Erwartet wird, dass die Durchschnittstemperatur in Mecklenburg-Vorpommern um 1 bis 2°C ansteigen wird (im Winterhalbjahr stärker), dass der Winterniederschlag bis max. 50 % zu- und der Sommerniederschlag in den östlichen Landesteilen bis zu 50 % abnimmt. Damit wäre Mecklenburg-Vorpommern deutschlandweit mit am stärksten von sommerlicher Trockenheit betroffen. Bezüglich der Zunahme von Starkregenereignissen sind die Prognosen weniger sicher. Möglich wäre eine Steigerung um bis zu 15 % bis 30 %. Für die Änderung der Windverhältnisse können noch keine eindeutigen Aussagen getroffen werden.

Allgemein kann die Zunahme der Bodenerosion durch Wind in trockenen Perioden und Wasser durch Starkniederschläge deutlich steigen. Damit einher gehen können Humusverluste oder Bodenverschlammung. Die erwartete Absenkung der Grundwasserspiegel infolge ver-

ringierter Grundwasserneubildung und erhöhter Verdunstung in der Vegetationsperiode im Bereich von Feuchtgebieten und grundwassernahen Standorten kann zusätzlich das Erosionsrisiko verstärken.

Umweltstandards

Regelungen zur Vermeidung von Bodenerosion beziehen sich vor allem auf landwirtschaftlich genutzte Flächen. Das BBodSchG definiert in § 17 die „gute fachliche Praxis“ in der Landwirtschaft. Mit ihr wird die Landwirtschaft zur Vorsorge nach § 7 des BBodSchG verpflichtet. „Gute fachliche Praxis“ führt zur Minimierung von Bodenabträgen, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung und der Wasser- und der Windverhältnisse bei der Bewirtschaftung (§ 17 Absatz 2 Nummer 4 BBodSchG).

Weder das Bodenschutzrecht noch das landwirtschaftliche Fachrecht liefern konkrete Vorgaben zur Minimierung der erosionsfördernden Einflüsse. Im Rahmen der Vorgaben zur guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung werden jedoch durch die LFB Fachinformationen zur Bodenerosion durch Wasser und Wind veröffentlicht.

Desweiteren wird durch die Führung des EEK (beginnend 2011) durch die LFB auf den erfassten Erosionsflächen eine gezielte Anbauberatung betrieben, wodurch eine optimierte Fruchtfolge (bis hin zur Umwandlung von Ackerland in Grünland) sichergestellt werden kann.

Von Bedeutung, wenn auch nicht rechtlich verbindlich, sind die Anforderungen an die Erosionsvermeidung und -minderung, die im Rahmen von Cross Compliance mit der AgrarZahlVerpflV definiert werden. Alle Landwirte, die Direktzahlungen oder Zahlungen für bestimmte Fördermaßnahmen gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1306/2013 beziehen und erosionsgefährdete Flächen bewirtschaften, müssen diese Vorschriften einhalten. Die Nichtbeachtung kann erhebliche Kürzungen oder den Ausschluss von Direktzahlungen zur Folge haben.

Im Rahmen von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) erfolgt mit dem Programm „Förderung der Integration naturbetonter Strukturelemente der Feldflur“ im Zeitraum 2015 – 2020 u. a. die Förderung der Anlage von Erosionsschutzstreifen auf erosionsgefährdeten Flächen sowie in Tiefenlinien.

Bewertung

Abgesehen von den Cross Compliance-Bewirtschaftungsvorgaben, die nur für die besonders stark erosionsgefährdeten Ackerflächen relevant sind (siehe Kapitel 2.2.1), gibt es keine rechtlich verbindlichen Konkretisierungen bezüglich der durch das BBodSchG geforderten „standortangepassten Nutzung zur Vermeidung von Bodenabträgen“. Zur Durchsetzung von erosionsbezogenen Vorsorgeanforderungen wie auch für eine erosionsvermindernde Bodenbewirtschaftung fehlen verbindliche Vorgaben.

Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft werden gemäß § 17 Absatz 1 BBodSchG durch die nach Landesrecht zuständigen landwirtschaftlichen Beratungsstellen bei ihrer Beratungstätigkeit an die Landwirte vermittelt. Diese Beratung ist das einzige vorsorgebezogene Handlungsinstrument, welches das BBodSchG bezüglich der Einhaltung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis vorsieht. Das Freiwilligkeitsprinzip bleibt hierdurch unangetastet. Im Zusammenhang mit der Führung des EEK werden hier Einzelberatungen der Landwirte durchgeführt und standortangepasste Bewirtschaftungsmaßnahmen im Regelfall umgesetzt.

Eine qualifizierte landesweite Beratung setzt entsprechend aufbereitetes Datenmaterial und einschlägige Umweltstandards voraus, die hinsichtlich Erosion und Erosionsminderung noch nicht in ausreichendem Maße vorliegen (siehe Kapitel 2.2.1). Hinsichtlich erosionsminder-

der Verfahren im Pflanzenbau gibt es nach wie vor Optimierungspotenzial, z. B. bei Fruchtfolgen, bei erosionsmindernder Bodenbearbeitung und Bodenbedeckung.

Qualitäts- und Handlungsziele

Die Bodenerosion ist ein natürlicher Prozess, der nicht völlig verhindert werden kann. Sie kann und sollte aber auf ein akzeptables Maß reduziert werden.

Umwelt-Qualitätsziel ist die Verminderung der Bodenerosion auf Ackerflächen.

Im Rahmen des vorsorgenden Bodenschutzes sind bewirtschaftungsbezogene Maßnahmen zu ergreifen, die zur Abflussverzögerung und zur Erhöhung des Windabtragswiderstandes beitragen, z. B. konservierende Bodenbearbeitung, Bodenbedeckung, Erosionsschutzstreifen.

Die naturräumliche Ausstattung der Agrarlandschaft soll erhalten und verbessert werden (z. B. durch Verringerung der Schlaggrößen, Schaffung zusätzlicher Strukturelemente).

Die einzelfallbezogene Beratung ist über das bisherige Maß hinaus auszubauen, da sie sich als sehr effektiv erwiesen hat.

3.2.4 Bodenschadverdichtung

Bei der Bodenschadverdichtung nimmt die Lagerungsdichte im Boden durch den Einfluss natürlicher und/oder vor allem technogener Faktoren zu. Neben bewirtschaftungs- und baubedingten Verdichtungen sind Trittbelastungen durch Vieh (auf Weiden) oder Menschen (in stark besuchten Wäldern und Parks) als Ursachen zu nennen.

Beschreibung des Ist-Zustandes

Die Schadverdichtungsgefährdung der Böden wird durch folgende Bodenfaktoren bestimmt:

- **Korngrößenzusammensetzung** (Bodenart): Besonders gefährdet sind Sand-, Sandlehm-, Tieflehm- und Lehmstandorte.
- Je geringer die **Bodenfeuchte**, desto größer die Tragfähigkeit des Bodens und geringer das Verdichtungsrisiko.
- Mit zunehmender **Lagerungsdichte** verringert sich die Verdichtungsanfälligkeit des Bodens.

Stabilisierenden Einfluss auf das Bodengefüge haben insbesondere der Kalk- und Humusgehalt. Durch die Bildung von Ton-Humus-Komplexen kommt es zu einer Verkittung der Bodenbestandteile. Das sich bildende Krümelgefüge bietet auf Grund seines hohen Anteils an offenen Poren gute Voraussetzungen für den Luft und Wassertransport innerhalb des Bodens.

Durch das Befahren mit schweren Maschinen und unsachgemäßer Bereifung können Schadverdichtungen als technogene Bodenbelastungen entstehen. Entscheidend sind hier folgende Aspekte:

- Der **Kontaktflächendruck** steigt mit zunehmender Radlast und abnehmender Kontaktfläche; er verdichtet den Oberboden (Spurrinnen).
- Zunehmende **Radlasten** bei gleichbleibender Kontaktfläche erhöhen den Bodendruck in der Tiefe und führen dort zu Verdichtungen.
- Beim **Schlupf** handelt es sich um Gefügeverknüpfungen im Kontaktbereich der Reifen. Schlupf entsteht vor allem beim Befahren zu feuchter Böden.
- Mit zunehmender **Überrollhäufigkeit** z. B. im Spurbereich verlagern sich die Auswirkungen der Schadverdichtung in die Tiefe (Unterbodenverdichtung).

Zwar sind in Deutschland bislang keine flächendeckenden Schadverdichtungen nachgewiesen. Stellenweise geben Vorgewende bzw. Fahrgassen Anlass zur Sorge (Brunotte, 2009). Fakt ist, dass die Intensivierung der Land- und Forstwirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten zu immer größeren, leistungsstärkeren Schleppern, Erntemaschinen und Transportfahrzeugen geführt hat. Trotz druckmindernder Technologien ist anzunehmen, dass allein aufgrund der gestiegenen Radlasten die Bodenschadverdichtungen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen zunehmen können. Vor allem der Unterboden dürfte betroffen sein, da durch die zunehmend größeren Kontaktflächen die Tiefenwirkung des Bodendruckes verstärkt wird. In der Praxis werden heute Radlasten von vier Tonnen und mehr erreicht. Die höchsten Radlasten treten bei Erntemaschinen (Rübenroder, Mähdrescher - siehe Tabelle 92) auf.

Tabelle 92: Radlasten verschiedener Fahrzeuge (www.oekolandbau.de)

Fahrzeugtyp	Radlasten [t]
Schlepper	bis 4,5
Häcksler	bis 6,5
Güleetankwagen / Selbstfahrer	bis 6,0 / 10,0
Transport-Häckselwagen	bis 4,0
Mähdrescher	bis 7,8
Zuckerrübensvollernter	bis 10,0
Ladewagen	bis 4,0
Muldenkipper	bis 4,5

Hinsichtlich der Überrollhäufigkeit von Ackerflächen in Bayern hat Zapf (1997) festgestellt, dass bei üblichen Ackerkulturen mehr als die Hälfte eines Feldes häufiger als einmal innerhalb eines Jahres überrollt wird. Beim ordnungsgemäßen Winterweizenanbau bleiben nur 27 % der Fläche unbefahren. 58 % werden drei- bis sechsmal überfahren. Die höchste Überrollhäufigkeit betrug 23. Etwas höher lagen diese Anteile beim Silomais: 43 % der Fläche werden bis zu neun Mal, 29 % mehr als neun Mal überfahren. Die Maximalwerte liegen bei 24 Überrollungen. Insgesamt hat die Überrollhäufigkeit durch den Einsatz moderner Landmaschinen mit großen Arbeitsbreiten und hoher Leistungsfähigkeit aber abgenommen.

In Mecklenburg-Vorpommern ist die befahrene Fläche aufgrund der größeren Schläge (weniger Vorgewende) und der größeren Arbeitsbreiten (Beispiel Getreide) von der Bestellung (eine Spur auf bis zu 12 m) über die Düngung und dem Pflanzenschutz (eine Spur auf bis zu 36 m) bis zur Ernte (eine Spur auf bis zu 12 m) deutlich geringer.

Mit technischen Neuerungen versucht die Landtechnikindustrie, trotz zunehmenden Maschinengewichts den negativen Auswirkungen auf das Bodengefüge entgegenzuwirken. Neue Reifen- und Fahrwerkstechnologien, aber auch veränderte Anbauverfahren und Verfahrenstechnik zählen hierzu. Detaillierte Informationen zu dieser Thematik sind in der Broschüre „Bodenverdichtung“ des LUNG (LUNG 2003a) zu finden.

Die auf Effizienz ausgerichtete Bewirtschaftung und Nutzung des Waldes erfordert den Einsatz von teilweise schwerer Technik, bei welcher die Gefahr der Bodenschadverdichtung besteht. Die dabei auftretenden Prozesse gleichen denen in der Landwirtschaft. Insbesondere durch die voll- bzw. teilmechanisierte Holzernte kommt es zu großen Druckbelastungen auf den Waldboden, die nicht vollständig vermieden werden können.

Um eine großflächige Druckbelastung des Waldbodens zu vermeiden, erfolgt der Flächenaufschluss über Rückegassen. Die Gassen in Mecklenburg-Vorpommern haben bei vollmechanisierter Holzernte i. d. R. einen Abstand von 20 m bei einer Gassenbreite von 4 m. Damit werden 80 % der Fläche nicht befahren und damit keiner Verdichtung ausgesetzt.

Desweiteren werden bei Einsatz von Holzerntemaschinen die aktuellen Bodenverhältnisse berücksichtigt. Bei stark durchfeuchtetem Boden wird ein Befahren des Bodens vermieden bzw. stark minimiert. Auf verdichtungsempfindlichen Böden werden die Bäume durch die Harvester gezielt auf den Rückegassen entastet, so dass eine Reisigmatte als Fahrunterlage entsteht. Um den Druck auf möglichst große Flächen zu verteilen, kommen Bogieachsen mit StreetRubber zum Einsatz.

Im Zusammenhang mit Bauprozessen ist der Boden sowohl Baugrund als auch Baustoff. Als Baugrund wird er durch eine Vielzahl von Prozessen – Ablagerung, Befahren, Umlagerung – beeinträchtigt. Werden auf den Boden Lasten größer als die Vorbelastung aufgebracht, kann

es zu einer Schadverdichtung kommen. Tritt diese im Unterboden auf, ist sie nur schwer zu beseitigen. Durch die Verlegung von Baustellenmatten auf Fahrstraßen und Montage- bzw. Lagerplätzen wird eine bodenschonende Druckverteilung erreicht.

Wesentlich für die Vermeidung von Bodenschadverdichtungen im Bereich von Baustellen ist die Berücksichtigung der Witterung. Je höher die Bodenfeuchte ist, desto größer ist die Gefahr einer irreversiblen Verdichtung

Insbesondere bei Linienbauwerken kann es durch den Einsatz von Großtechnik zur irreversiblen Unterbodenschadverdichtung kommen.

Neben den technogenen Einflussfaktoren ändern sich auch die natürlichen Bedingungen. Infolge des Klimawandels wird die Zunahme der sommerlichen Starkniederschläge prognostiziert, die zu einer Verschlammung der Oberböden führen können. Diese können jedoch bei Ackernutzung durch die Anwendung einfacher ackerbaulicher Maßnahmen wieder beseitigt werden. Bei Eintritt der berechneten Szenarien des Klimawandels wird sich die Befahrbarkeit im Winterhalbjahr verschlechtern, da in diesem Zeitraum mit vermehrten Niederschlägen zu rechnen ist. Darüber hinaus werden geringere und kürzere Frostperioden erwartet. Demzufolge wird auch die Bodenlockerung durch die sogenannte Frostgare seltener auftreten (WM 2008).

Umweltstandards

Die Pflicht zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen nach § 7 BBodSchG wird in der Landwirtschaft gemäß § 17 Absatz 1 BBodSchG durch die gute fachliche Praxis erfüllt. Zu den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis gehört, dass Bodenschadverdichtungen, insbesondere durch Berücksichtigung der Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und des von den zur landwirtschaftlichen Bodennutzung eingesetzten Geräten verursachten Bodendrucks, so weit wie möglich vermieden werden (§ 17 Absatz 2 Nummer 3 BBodSchG).

Eine eindeutige Gefahrenschwelle, ab der Maßnahmen zum Schutz vor physikalischen schädlichen Bodenveränderungen durch Verdichtung umgesetzt werden müssen, fehlt hingegen.

Auf ökologisch bewirtschafteten Flächen gelten zusätzlich die Bestimmungen der EG-Öko-Basisverordnung (EG) 834/2007, die in Artikel 12 vorschreibt, dass Bodenbearbeitungs- und Anbauverfahren angewendet werden, die die Bodenschadverdichtung verhindern.

Eine Bewertung derjenigen Bodenfaktoren, die für Schadverdichtungen relevant sind, wird durch die vorliegenden Arbeitshilfen zur Bestimmung der Schadverdichtungsgefährdung und zur Ermittlung der mechanischen Belastbarkeit von Böden (siehe Kapitel 2.2.2) ermöglicht. Auch Anhaltspunkte für Handlungsbedarf hinsichtlich Bodenschadverdichtungen können diese Bewertungshilfen geben.

Für Waldböden regelt § 12 Absatz 1 Waldgesetz für das Land Mecklenburg-Vorpommern (LWaldG), dass Waldbesitzer im Rahmen ihrer Verpflichtung zu einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft u.a. insbesondere den Boden und die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, ein flächiges Befahren des Waldes zu vermeiden sowie bei der Erschließung des Waldes Gesichtspunkte der Bodenerhaltung zu beachten haben.

Die Anforderungen an die Waldbewirtschaftung durch die Landesforstverwaltung wurden in dem „Erlass zur Umsetzung von Zielen und Grundsätzen einer naturnahen Forstwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern“ (05.12.1995) zusammengefasst. Aussagen zur Vermeidung von Bodenverdichtung erfolgen im Abschnitt 13 „Anwendung umweltschonender Maschinen und technischer Verfahren“.

Die Landesforstverwaltung regelt mit der „Richtlinie zur Feinerschließung im Landeswald M-V“ (03/2004) u. a. die Anlage von Rückegassen zur Minimierung von schädlichen Bodenverdichtungen.

Der Landeswald ist außerhalb der Nationalparke weitgehend nach PEFC (Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC) - Standard) und in geringem Maße nach FSC (Forest Stewardship Council (FSC)-Standard) zertifiziert. Der deutsche FSC-Standard untersagt das Befahren abseits von Waldwegen und Rückegassen. Die dauerhaften Erschließungssysteme sind so zu planen und anzulegen, dass möglichst wenig Waldboden befahren wird. Durch die Wahl geeigneter Arbeitsgeräte und Ausrüstung in Orientierung an der bestmöglichen Technik (z. B. Breitreifen, Niederdruckreifen, Gleisketten etc.) sowie des geeigneten Zeitpunktes wird die Schonung des Bodens beim Befahren der Rückegassen und der Holzbringung gewährleistet.

Weniger absolut sind die Bestimmungen des Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC) -Standards: Bei Holzerntemaßnahmen sind Bodenschäden weitestgehend zu vermeiden. Hierfür ist es erforderlich, flächiges Befahren grundsätzlich zu unterlassen. Auch hier ist ein dauerhaftes Feinerschließungsnetz aufzubauen, das einem wald- und bodenschonenden Maschineneinsatz Rechnung trägt. Der Rückegassenabstand darf grundsätzlich 20 m nicht unterschreiten. Bei verdichtungsempfindlichen Böden sind größere Abstände anzustreben. Die technische Befahrbarkeit der Rückegassen soll durch bodenschützende Maßnahmen und Verhaltensweisen erhalten bleiben. Das Befahren zusätzlich zur Holzernte (Bodenbearbeitung, Pflanzung, Saat) ist, anders als bei FSC, erlaubt und auf das unbedingt erforderliche Ausmaß zu begrenzen. Bei verdichtungsempfindlichen Böden ist das Befahren bodenschonend (geringe Bodenfeuchtigkeit, bodenpfleglicher Maschineneinsatz) zu gestalten. Die PEFC-Standards verweisen weiterhin auf die Prüfkriterien des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF), die Anhaltspunkte für die Bodenpfleglichkeit des Maschineneinsatzes geben.

Um die Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen im Zuge von Bauprozessen zu minimieren, wurde das Instrument der Bodenkundlichen Baubegleitung entwickelt.

Ziel ist es, den Bodenschutz sowohl in der Planungsphase als auch in der baulichen Praxis selbst zu etablieren. Durch Sachverständige sollen die Belange des unmittelbaren Bodenschutzrechtes, wie dem Bundes- und Landesbodenschutzgesetz und dem mittelbaren Bodenschutzrecht, wie dem Raumordnungsgesetz (§ 2 Absatz 2 ROG), dem Baugesetzbuch (§ 1a Absatz 2 BauGB), Bundesnaturschutzgesetz (§ 1 Absatz 3 Nummer 2 BNatSchG) und dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) in der Planungs- und Ausführungsphase berücksichtigt werden.

Der Einsatz von Boden als Gestaltungsmasse und damit einhergehender Bodenverdichtung findet auch im Bereich von naturschutzrechtlichen und wasserwirtschaftlichen Verfahren statt. Schädliche Verdichtung der Böden durch Baumaßnahmen (z. B. durch Freilegung des Unterbodens) wird nicht als Schaden, sondern als Gewinn für z. B. den Amphibienschutz wahrgenommen. Flächenvorbereitungen werden aus Gründen des Vogelschutzes vor dem 1. März durchgeführt, obwohl dadurch auf den wassergesättigten Böden massive Verdichtungsschäden entstehen. Ähnliches gilt für wasserwirtschaftliche Maßnahmen auf vernässten und humusreichen Auenböden (Feldwisch 2015).

Mit dem Leitfaden des Bundesverbandes Boden e.V. zur Bodenkundlichen Baubegleitung werden Empfehlungen zum Umgang mit dem Schutzgut Boden im Zuge von Bauprozessen gegeben. Eine rechtliche Verbindlichkeit der Empfehlungen besteht nicht, sie wurde jedoch den unteren Bodenschutzbehörden zur Anwendung empfohlen (LM 2015).

Bewertung

In Mecklenburg-Vorpommern ist ein Großteil der landwirtschaftlich genutzten mineralischen Böden in der Krume bei Nichteinhaltung der guten fachlichen Praxis der Bodenbearbeitung und der Nichtbeachtung des bodenschonenden Landtechnikeinsatzes aufgrund der hohen natürlichen Verdichtungsneigung potenziell schadverdichtungsgefährdet.

Wird die Methode „potenzielle, mechanische Verdichtungsempfindlichkeit der Unterböden“ u. a. bei einer Bodenfeuchte von pF 1,8 betrachtet, haben mehr als die Hälfte eine mittlere bis sehr hohe Verdichtungsempfindlichkeit.

Die nach der Methode SVGK bzw. der Methode Verdichtungsempfindlichkeit der Unterböden ausgewiesenen Flächen weichen hinsichtlich ihrer räumlichen Verteilung erheblich voneinander ab.

Die Verdichtungsgefahr wird im Zuge des Klimawandels nicht nur oberflächennah, sondern auch im Unterboden wahrscheinlich zunehmen. Umso wichtiger ist es, dass bei der Bodennutzung, insbesondere auf verdichtungsgefährdeten Standorten, Verfahren zum Einsatz kommen, welche die technogenen Bodenbelastungen minimieren.

Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft sollen gemäß § 17 Absatz 1 BBodSchG durch die nach Landesrecht zuständigen landwirtschaftlichen Beratungsstellen bei ihrer Beratungstätigkeit an die Landwirte vermittelt werden. Diese Beratung ist das einzige vorsorgebezogene Handlungsinstrument, welches das BBodSchG bezüglich der Einhaltung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis vorsieht. Im Rahmen der Vorgaben zur guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung werden durch die LFB Fachinformationen zur Vermeidung von Bodenschadverdichtungen veröffentlicht.

Auch durch die Landesforstverwaltung erfolgt als gesetzliche Aufgabe eine Beratung der Waldbewirtschafter, welche die Belange des Bodenschutzes einschließt.

Eine qualifizierte Beratung setzt hinreichend konkrete Umweltstandards voraus. Jedoch liefern weder das Bodenschutzrecht noch andere Rechtsvorschriften entsprechende verbindliche Vorgaben (z. B. zu Umwelt- und Technikstandards). Denkbar wären Schwellenwerte bodenphysikalischer Parameter zur Vermeidung von Bodenschadverdichtungen. Starre Grenzwerte für Radlast bzw. Kontaktflächendruck hält Brunotte (2009) für eine vorsorgende Bodenschonung für nicht zielführend, da sie die heterogenen Bedingungen im Feld nicht berücksichtigen und bei trockenem Boden eine wirtschaftliche Härte für die Betriebe darstellen. Die Belange des physikalischen Bodenschutzes müssten rechtlich stärker verankert werden. Das anhängige Gesetzgebungsverfahren zur Novellierung der BBodSchV im Zuge der Mantelverordnung bietet hierfür eine Möglichkeit. So enthält der 3. Arbeitsentwurf inzwischen einige konkretisierende Anforderungen zum physikalischen Bodenschutz. Darüber hinaus wären Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von physikalischen Bodenbeeinträchtigungen hilfreich.

Durch die in das Baugesetzbuch involvierte „Bodenschutzklausel“ (§ 1a Absatz 2 BauGB) wird die Verpflichtung zum sparsamen und schonenden Umgang mit dem Boden in das Baurecht eingebracht. In der Planung und Zulassung von Bauvorhaben werden physikalische Zielsetzungen des Bodenschutzes in vielen Fällen nicht angemessen berücksichtigt, auch wenn in jüngster Zeit ein Wandel festzustellen ist. Zulassungsbehörden verlangen inzwischen zunehmend eine sachlich angemessene Erfassung und Bewertung der Bodenfunktionen, der vorhabensbezogenen Auswirkungen auf Böden sowie die Darlegung wirksamer Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen. Denn große Bauprojekte mit zum Teil erheblichen physikalischen Bodenbeeinträchtigungen haben in jüngerer Vergangenheit deutlich gemacht, dass dringender Handlungsbedarf besteht.

Konkrete Umweltstandards existieren (noch) nicht, so dass diese aus den allgemeinen Anforderungen des Bodenschutzrechts abgeleitet werden müssen. Wie in anderen Bundesländern auch, wird hierfür der Leitfaden für die bodenkundliche Baubegleitung (BVB 2013) angewandt. Dieser dient als Entscheidungshilfe für den Vollzug der bodenschutzfachlichen und –rechtlichen Anforderungen im Zuge von Bauvorhaben und damit der Vermeidung bzw. Minimierung von schädlichen Bodenveränderungen wie der Bodenschadverdichtung.

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist es, eine umfassende Vorsorge zur Verminderung der Bodenschadverdichtung umzusetzen. Dies gilt für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung ebenso wie für Bautätigkeiten auf landwirtschaftlichen Flächen sowie Siedlungs-, Industrie- und sonstigen Flächen.

Der Grundsatz der guten fachlichen Praxis, Bodenverdichtungen so weit wie möglich zu vermeiden, soll konsequent umgesetzt werden. Dafür sind das Bewirtschaftungsmanagement sowie die Maschinen- und Fahrzeugausstattung stets an die Standortbedingungen/das jeweilige Verdichtungsrisiko anzupassen.

Die Bodenbelastbarkeit soll durch schonende Lockerung und gefügestabilisierende Maßnahmen wie z. B. Humusaufbau erhöht werden.

Ziel ist es, das Problembewusstsein für Bodenschadverdichtungen durch Baumaßnahmen sowohl bei Baubehörden als auch bei bauausführenden Firmen durch verstärkte Aufklärung und Schulungen zu erhöhen.

Die bodenkundliche Baubegleitung soll landesweit bedarfsgerecht in die Bauprozesse integriert werden. Dazu gehört auch, neue Anforderungen für Sachverständige (§ 18 BBodSchG) zu formulieren, so dass eine bundeseinheitliche Anwendung gewährleistet wird.

3.2.5 Klimaänderungen

Beschreibung des Ist-Zustandes

Böden spielen eine zentrale Rolle im Klimageschehen. Einerseits sind sie unmittelbar von künftigen Klimaänderungen betroffen, andererseits haben Eingriffe und klimabedingte Veränderungen der Bodeneigenschaften Auswirkungen auf das Klima. Zwischen Boden und Klima bestehen komplexe Wechselwirkungen mit teilweise sich verstärkenden Rückkopplungseffekten. Zwischen Böden und Atmosphäre findet ein wesentlicher Austausch klimarelevanter Gase (CO_2 , N_2O und CH_4) statt. Darüber hinaus beeinflussen sowohl Bodenzustand als auch Flächennutzung direkt das Rückstrahlungsverhalten in die Atmosphäre. Die Extreme reichen vom Kühlungs-/ Verdunstungseffekt feuchter Moorstandorte bis hin zur Hitzrückstrahlung versiegelter Flächen (LABO 2010).

Böden speichern weltweit ungefähr fünfmal so viel Kohlenstoff wie die oberirdische Vegetation (Romero et al., 2004). Mittlerweile sind sich die Klimaforscher einig, dass in den Böden der Welt mehr als doppelt so viel Treibhausgase festgelegt sind, wie in der Atmosphäre und der gesamten Vegetation des Planeten zusammen. Die Böden bilden damit nach den Meeren den zweitgrößten Treibhausgasspeicher und binden allein in Europa eine geschätzte Menge von 10 Mrd. t CO_2 -Äquivalenten (Gerdtts, 2009). Bei nicht nachhaltiger Nutzung kann sich die Speicherfunktion rasant umkehren und der Boden eine ebensolche Quelle der Treibhausgase werden.

Im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) führt das Thünen-Institut eine bundesweite Erhebung der organischen Kohlenstoffvorräte in den landwirtschaftlich genutzten Böden Deutschlands durch (Bodenzustandserhebung Landwirtschaft – BZE-LW). Ziel ist neben einer Verbesserung der Emissionsberichterstattung u. a. eine Prognose der Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenkohlenstoffvorräte. Die Datenerhebung in Mecklenburg-Vorpommern wurde in Zusammenarbeit mit dem LUNG in den Jahren 2012–2014 auf 207 Standorten durchgeführt und soll bundesweit 2017 abgeschlossen werden.

Moorböden sind die „hot spots“, denn das Speicher- und Freisetzungspotential aus organischen Böden ist deutlich höher und anhaltender als aus mineralischen. Im Ergebnis des Forschungsverbundvorhabens „Organische Böden: Ermittlung und Bereitstellung von Methoden, Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren für die Klimaberichterstattung LULUCF/AFOLU“ (Finanziert durch das Thünen-Institut Braunschweig; Laufzeit 2009-2012) verfügt Deutschland über eine Fläche von 15.682 km² (4,4% der Landesfläche) organischer Böden. Den größten Anteil haben daran mit einer Flächengröße von 9.660 km² (2,7% der Landesfläche) die Niedermoorböden. Hochmoorböden sind auf 3.140 km² (0,88 der Landesfläche) ausgebildet. Die übrigen organischen Böden haben eine Flächengröße von 2.882 km² (0,81% der Landesfläche) (Zeit, 2015). Mecklenburg-Vorpommern verfügt insgesamt über 2.867 km² Moorböden (12,1 % der Landesfläche) (Statistisches Amt 2014).

Im Rahmen des Moorschutzprogrammes Mecklenburg-Vorpommern wurde eine vegetationsbezogene Analyse der Treibhausgasrelevanz für die Moore in Mecklenburg-Vorpommern vorgenommen. „In der Summe der jährlich treibhausgasrelevanten Emissionen ergibt sich aktuell eine geschätzte jährliche Freisetzung in Höhe von 6,2 Mio. t CO_2 -Äquivalenten. Damit sind die Moore die größte Treibhausgasquelle hierzulande, die bislang allerdings nicht in der Bilanz der Treibhausgasemissionen für Mecklenburg-Vorpommern berücksichtigt wurde.“ (LM 2009a). Eine anschauliche Darstellung der Emissionsquellen bietet die nachfolgende Abbildung 79.

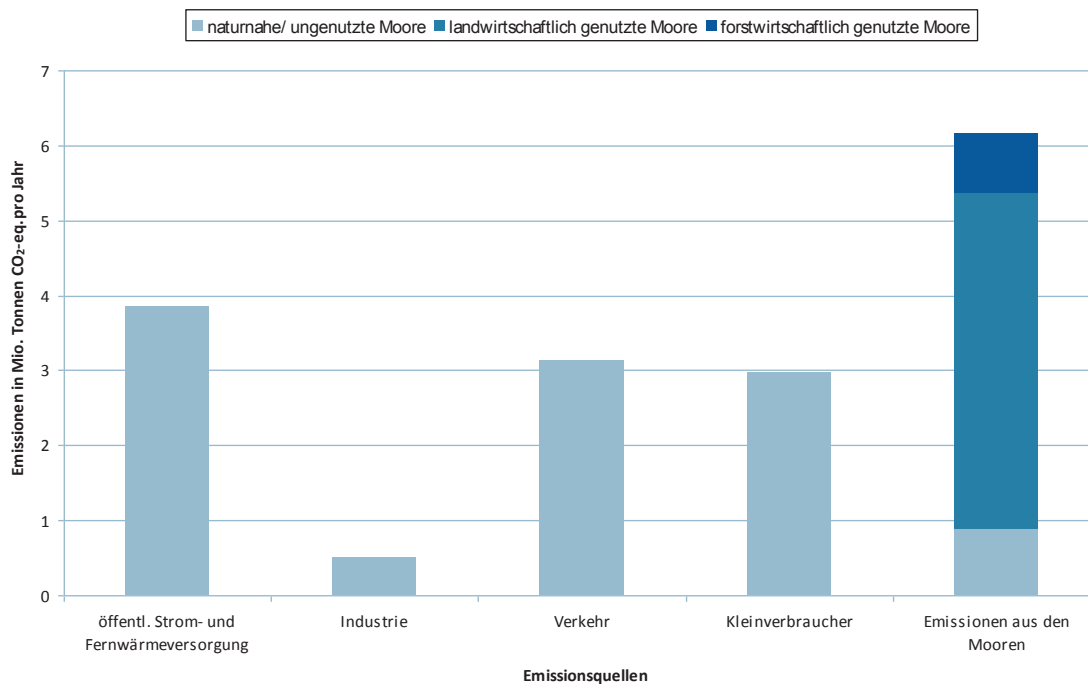


Abbildung 79: Emissionen aus den Mooren im Vergleich zu anderen relevanten Quellen in M-V (LM 2009a)

Gleichwohl sind auch die flächenbedeutsamen hydromorphen Mineralböden (Gleye, Marschen, Aueböden) von besonderer Relevanz. Die von Böden gespeicherten Kohlenstoffmengen je Flächeneinheit nehmen in der Reihenfolge Moore >>> semiterrestrische Böden (Gleye, Marschen, Aueböden) >> terrestrische Böden > ab.

Mit der Studie „Folgen des Klimawandels in Mecklenburg-Vorpommern“ (WM 2010) hat die Landesregierung für Mecklenburg-Vorpommern die zu erwartenden Klimaveränderungen einschließlich daraus resultierender Chancen und Risiken aufgezeigt sowie Handlungsempfehlungen abgeleitet. Gemäß Landtagsbeschluss vom 29.03.2007 (Drs. 5/352) sollte insbesondere „... darauf geachtet werden, welche Auswirkungen unter anderem für die Entwicklung der Temperatur, den Küstenverlauf, die Grundwasserspiegel, die Gesundheitsvorsorge anhand aktueller Daten und Modelle prognostiziert werden. Ziel ist eine erfolgreiche strategische Planung für eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels für unser Bundesland.“ Der Boden wurde nicht als eigenes Handlungsfeld betrachtet – Aussagen zum Boden finden sich insbesondere in den Kapiteln Wasserwirtschaft sowie Forst-, Land- und Fischereiwirtschaft.

Laut Studie werden für das Land Mecklenburg-Vorpommern folgende Klimaänderungen prognostiziert:

- Lufttemperatur
 - Anstieg der Jahresmitteltemperatur (Landesmittel) bis zum Zeitraum 2021-2050 zwischen ca. 0,75°C und maximal 1,75°C
 - Weiterer Anstieg der Jahresmitteltemperatur (Landesmittel) bis zum Zeitraum 2017-2100 auf Werte zwischen ca. 2,3°C und 3,0°C

Dabei zeigt sich eine Tendenz zu einem schwächeren Trend im Frühjahr und einem verstärkten Temperaturanstieg in den Wintermonaten Dezember, Januar und Februar.

Die Ostseeküste könnte aufgrund der ausgleichenden Wirkung der Ostsee vom Temperaturanstieg weniger betroffen sein als das Binnenland. Dies betrifft insbesondere die Extremereignisse, d. h. sehr kalte und sehr warme Tage.

- **Niederschlag**
Bis zum Ende des Jahrhunderts werden sich die Jahresniederschlagsmengen wahrscheinlich nur geringfügig ändern (-10% bis +10%). Es ist jedoch mit einer deutlichen Verschiebung des Niederschlagszyklus zu rechnen. Während es in den Wintermonaten bis zum Ende des laufenden Jahrhunderts erheblich nasser werden dürfte, muss in den Sommermonaten gleichzeitig mit einer deutlichen Abnahme der mittleren Niederschlagsmenge gerechnet werden. Teile Mecklenburg-Vorpommerns könnten deutschlandweit mit am stärksten von sommerlicher Trockenheit betroffen sein.

Allgemein prognostiziert wird darüber hinaus eine Zunahme der Häufigkeit und Stärke künftiger Extremwetterereignisse (Starkniederschläge, Stürme, Hitzewellen). Aktuelle Wetteraufzeichnungen bestätigen diese Prognosen bereits heute.

Umweltstandards

Durch die Humboldt-Universität zu Berlin, Fachgebiet Bodenkunde und Standortlehre wurde eine Methode zur Beschreibung der organischen Böden hinsichtlich Quantität, Lage und Qualität erarbeitet und in entsprechenden Kartenwerken dargestellt. Diese Forschungsarbeiten fanden statt im Forschungsverbundvorhaben „Organische Böden: Ermittlung und Bereitstellung von Methoden, Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren für die Klimaberichterstattung LULUCF/AFOLU“. Somit liegt als Datengrundlage für die Klimaberichterstattung erstmals eine detaillierte Flächenkulisse der organischen Böden für Deutschland vor (Roßkopf et al. 2015).

Allerdings existieren spezielle gesetzliche Regelungen mit direktem Bezug zum bodenbezogenen Klimaschutz bzw. zu Auswirkungen von Klimaänderungen auf den Boden bislang nicht. Lediglich aus dem allgemeinen Vorsorgegedanken zum Bodenschutz könnten schädliche Auswirkungen durch Klimaänderungen betrachtet werden. Verbindliche Vorgaben im Bundes-Bodenschutzgesetz und dem untergesetzlichen Regelwerk würden Klarheit und Rechtssicherheit bieten.

Die LABO hat sich in ihrem Positionspapier „Klimawandel – Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes; Möglichkeiten der rechtlichen Verankerung des Klimaschutzes im Bodenschutzrecht“ (LABO 2011a) dieser Thematik angenommen.

Als besonders wichtig wurden bodenbezogene Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken und Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, insbesondere zur Sicherung des Humushaushalts und der Kohlenstoff- und Wasserrückhaltungskapazität des Bodens herausgestellt.

Hinsichtlich der bestehenden Rechtssetzung zum Bodenschutz wurde folgender Änderungsbedarf vorgeschlagen:

a) Änderungen des BBodSchG

- Ergänzung des § 2 Absatz 2 BBodSchG um die Klimaschutzfunktion
- Ergänzung des § 8 Absatz 2 BBodSchG, so dass Vorschriften in Bezug auf die Bodenvorsorge nach § 7 BBodSchG auch zu Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken und Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, erlassen werden dürfen
- Ergänzung des § 17 Absatz 2 BBodSchG dahingehend, dass die Klimaschutzfunktion des Humusgehaltes in Nummer 7 ausdrücklich erwähnt wird, und die Speicherfähigkeit des Bodens in einer neuen Nummer 8 ebenfalls benannt wird.
- Ergänzung des § 17 Absatz 3 BBodSchG, so dass Vorsorgeanordnungen für den Klimaschutz zulässig sind
- Klarstellung in § 21 Absatz 3 BBodSchG, dass durch die Länder weitere Regelungen, auch zur Vorsorge, über gebietsbezogene Maßnahmen des Bodenschutzes getroffen werden können

b) Änderungen der BBodSchV

- Aufnahme der Winderosion in § 8 BBodSchV
- Ergänzung des § 9 Absatz 1 BBodSchV, so dass bei Beeinträchtigung der Klimaschutzfunktion durch Reduzierung des Humusgehaltes oder der Kohlenstoff- und Wasserrückhaltungskapazität des Bodens das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen nach § 7 des BBodSchG zu besorgen sein kann

Bewertung

Die Betroffenheit des Bodens ist vielfältig. Der Kreislauf Klima - Boden - Klima wirkt unmittelbar. Klimaänderungen beeinflussen den Boden, veränderte Bodenverhältnisse beeinflussen das Klima. Damit sind Boden- und Klimaschutz untrennbar miteinander verbunden: Der Boden ist vom Klimawandel betroffen und Bodenschutz kann und muss auch Teil der Lösung des Klimaproblems sein. Diese Rolle des Bodens im Kontext der Diskussion zum Klimawandel ist der breiten Bevölkerung, aber auch vielen Entscheidungsträgern (noch) nicht oder nicht hinreichend bewusst (LABO 2010).

Böden speichern weltweit ungefähr fünfmal so viel Kohlenstoff wie die oberirdische Vegetation (Romero et al., 2004). Durch die häufig intensive Nutzung mit einhergehender Entwässerung sowie durch klimatisch bedingte Phasen anhaltender Trockenheit sind die Kohlenstoffspeicher in den Böden massiv gefährdet. Die Wasserhaushaltsveränderungen führen zu einer erhöhten Freisetzung von klimarelevanten Gasen wie CO₂ und N₂O, d. h. die Senkenfunktion z. B. von wachsenden Mooren bezogen auf die klimarelevanten Gase wandelt sich in eine Quellenfunktion. Insbesondere die ackerbauliche Nutzung beschleunigt die Degradierung der Moorböden (Zeit 2015).

Die Auswirkungen des Klimawandels sind insbesondere auf die natürlichen Bodenfunktionen sowie auf die Funktion der Böden als Standort für Land- und Forstwirtschaft zu erwarten, wobei die tatsächlichen Auswirkungen derzeit kaum abschätzbar sind. Hier besteht weiterer Untersuchungs- bis hin zu Forschungsbedarf (WM 2010, LABO 2010).

Mit ersten Ergebnissen des Projektes „BZE-LW“ für Mecklenburg-Vorpommern ist nach Abschluss der Datenerhebung 2017 zu rechnen.

Die möglichen Bodenfunktionsbeeinträchtigungen stehen insbesondere im Zusammenhang mit:

- einer Gefahr der Abnahme an Humus sowie Humus bildender Prozesse
- einer Gefahr zunehmender Wasser- und Winderosionen
- einer zunehmenden Schadverdichtungsgefährdung
- einer Gefahr des Rückgangs der biologischen Vielfalt im Boden
- einer Gefahr der Verringerung der Abbauleistung von Schadstoffen
- einer Gefahr zunehmender Mobilisierung von Schadstoffen aus Böden und Einträge in Oberflächengewässer und Grundwasser
- einer Gefahr von Dürreschäden und Ertragsminderung auf Böden mit geringer Wasserhaltefähigkeit sowie
- einer Gefahr verminderter Nährstoffverfügbarkeit im Boden

Regional können diese Betroffenheiten sehr unterschiedlich sein, da die klimatischen Änderungen auch kleinräumig sehr unterschiedliche Auswirkungen haben werden und Böden je nach ihrer Vulnerabilität sehr verschiedenartig reagieren.

Intakte Moore sind wichtige Kohlenstoff- und Stickstoffspeicher, in denen dauerhaft Kohlenstoff festgelegt wird und damit der Erderwärmung entgegen wirken. Insbesondere naturnahe Moore sind bedeutende Wasserspeicher und üben damit einen ausgleichenden Einfluss auf das regionale Klima und den Wasserhaushalt aus. In der Landschaft wirken sie als natürliche

Filterräume für Nährstoffe und als Archiv geben die Torfe der Moore Auskunft über Klima, Wasserhaushalt und Vegetation früherer Epochen (LM 2009a).

Aufgrund der Bedeutung des Bodens im Klimageschehen und der Gefährdung des Bodens und der Bodennutzung durch den Klimawandel sind Maßnahmen zur Minimierung der Treibhausgasemissionen aus Böden sowie Maßnahmen des vorsorgenden Bodenschutzes, insbesondere zur Sicherung des Humushaushalts und der Kohlenstoff- und Wasserrückhaltungskapazität des Bodens zur Anpassung der Böden an den Klimawandel erforderlich. Das Fehlen rechtlicher Grundlagen für die Anordnung bodenschützender Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Stärkung des Bodens gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels stellt ein erhebliches Defizit dar. Deshalb ist es entscheidend, das Bewusstsein der Öffentlichkeit und der Entscheidungsträger hinsichtlich der Klimarelevanz der Böden zu stärken. Kenntnisdefizite hinsichtlich der tatsächlichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenfunktionen und Bodenbearbeitungsformen sollten minimiert werden. Regionale Klimamodelle wären hilfreich.

Die Einführung bodenschutzrechtlicher Standards entsprechend der Vorschläge der LABO (2011a) könnte den Boden- wie auch den Klimaschutz wirksam stärken.

Qualitäts- und Handlungsziele

Die LABO hat mit ihrem Positionspapier „Klimawandel – Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes“ (LABO 2010) ein sehr substanzielles länderübergreifendes Fachpapier vorgelegt. Hieraus lassen sich für Mecklenburg-Vorpommern nachfolgende Ziele benennen:

Die Rolle des Bodens im und für den Klimawandel und dessen Folgen sind stärker hervorzuheben – auch als wichtiger Beitrag zur Verbesserung des Bodenbewusstseins.

Die Kohlenstoff-Senkenfunktion der Böden ist so weit wie möglich zu erhalten, wieder herzustellen oder nachhaltig zu verbessern. Dazu gehört auch, das Moorschutzprogramm des Landes M-V konsequent umzusetzen.

Das Bodenschutzrecht sollte um die „Klimaschutzfunktion“ der Böden ergänzt werden, auch mit dem Ziel, diesem Belang künftig in Planungs- und Genehmigungsverfahren stärker gerecht werden zu können.

Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung sind auf Grundlage einer Bewertung der Auswirkungen von Bewirtschaftungsformen und -maßnahmen auf den Humusabbau der Böden zu untersetzen. Agrarumweltmaßnahmen sollen weiterentwickelt und stärker auf bodenbezogene Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen ausgerichtet werden.

Das gezielte Erosionsmonitoring (Erosionsereigniskataster M-V) soll weitergeführt werden.

Eine Weiterentwicklung und Verfeinerung regionaler Klimamodelle zur differenzierten Ausweisung der von Klimawandel betroffenen Gebiete ist geboten.

Ziel ist ebenso eine Weiterentwicklung und Abstimmung der Dauerbeobachtungsprogramme im Hinblick auf die Erfordernisse des Klimawandels.

Weitergehende Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenfunktionen sind erforderlich (WM 2010).

4 Einflussfaktoren auf die Funktionen des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte

Beschreibung des Ist-Zustandes

Neben den natürlichen und den Nutzungsfunktionen erfüllt der Boden gemäß § 2 Absatz 2 Nummer 2 BBodSchG auch Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte. Der Boden konserviert - je nach seinen physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften - die Spuren seiner langen natürlichen Entstehungsgeschichte und die auf ihn erfolgten anthropogenen Einwirkungen und wird damit zum Archiv der Natur- und Kulturgeschichte. Diese Böden können naturhistorisch, kulturhistorisch als auch geowissenschaftlich bedeutsam sein.

Böden mit naturhistorischer und geowissenschaftlicher Bedeutung gewähren mit ihren Bodenprofilen Einblick in Bodenentwicklungen vergangener Zeiten und liefern dadurch Informationen über Bodengenese, Klimageschichte, Landschaftsgeschichte, Vegetationsverhältnisse und die Kulturgeschichte. Sie stellen Bausteine zum besseren Verständnis der Natur- und Landschaftsentwicklung dar. Hierzu gehören in Mecklenburg-Vorpommern z. B. Paläoböden aus den Warmzeiten des Pleistozäns, schwarzerdeähnliche Böden der Insel Poel oder Moore. Böden, die weit verbreitet sind, benötigen keinen besonderen Schutz bezüglich ihrer Archivfunktion, enthalten jedoch auch immer kulturgeschichtliche Artefakte.

Für die Ausweisung und Bewertung von Archivböden existieren zurzeit keine standardisierten Verfahren. Dies liegt zum einen daran, dass Auswahlkriterien wie Seltenheit, typische Ausprägung oder Repräsentanz nicht standardisierbar sind. Erst vor dem Hintergrund vertiefter Regionalkenntnisse können geowissenschaftliche Objekte, einschließlich Böden, hinsichtlich ihrer erdgeschichtlichen Bedeutung, Eigenart und Seltenheit als Archive der Landschaftsgeschichte ausgewiesen und geschützt werden.

Für Mecklenburg-Vorpommern wurde landesweit noch keine entsprechende Bewertung vorgenommen.

Zur Bewertung der Archivfunktion lassen sich u. a. folgende Kriterien heranziehen:

- Seltenheit
- Ausprägung
- Erhaltungszustand
- wissenschaftliche Bedeutung
- Repräsentanz und
- pädagogischer Wert

Zur Gruppe der naturhistorisch bedeutsamen Böden werden auch alle in einer typischen Ausprägung auftretenden Böden gestellt, die als repräsentative und für eine Landschaft charakteristische Leitprofile exemplarisch ausgewählt und langfristig gesichert werden sollen. Beispiele für Böden mit bedeutsamer Funktion als Archiv der Naturgeschichte in Mecklenburg-Vorpommern sind:

- Paläoböden (Alter)
- Periglazialböden mit besonderer Ausprägung (Eiskeile, Frostmusterböden)
- Böden aus seltenen Substraten (Hochmoore, Mudden, Raseneisenerz, Kalktuffe)
- Seltene Böden (schwarzerdeähnliche Böden der Insel Poel, Podsole der Heidegebiete, Rendzinen)
- Anschauliche Bodenbildungen in gut zugänglicher Lage (Kliffs der Ostseeküste)

Kulturgeschichtlich bedeutsame Böden sind durch acker- und kulturbauliche Maßnahmen entstanden, die heute nicht mehr gebräuchlich sind (z. B. Düngung mit Laubstreu).

Beispiele für Böden mit bedeutsamer Funktion als Archiv der Kulturgeschichte sind:

- Seeterrassen
- Hortisole
- Wölbäcker
- Moorkulturen (z. B. Sanddeckkultur)
- Flugsanddecken und Dünen
- reliktsche Gleye (Meliorationsgeschichte)
- Böden in Polderflächen
- Böden an ur- und frühgeschichtlichen Siedlungsstätten

Böden mit Archivfunktionen treten häufig in Großschutz-, Naturschutz- und Landschaftsschutzgebieten auf und genießen damit als Einzelobjekte in den Schutzgebieten entsprechenden Schutzstatus (z. B. Hochmoore, naturnahe Niedermoore, Podsole, Dünen, Flugsanddecken).

Archivböden i. S. d. § 2 Absatz 2 Nummer 2 BBodSchG können als Bodendenkmale durch das Denkmalschutzgesetz (DSchG M-V) geschützt werden. Als Bodendenkmale oder archäologische Denkmale bezeichnet man die im Boden oder im Gewässer überlieferten kulturellen Hinterlassenschaften. Diese geben Auskunft über das Leben der Menschen in der Vergangenheit und über die Entwicklung seiner Umwelt. Man unterscheidet zwischen obertägig sichtbaren Denkmälern wie z. B. Großsteingräber, Grabhügel oder Burgwälle, von denen im Land etwa 7.500 bekannt sind, und obertägig nicht sichtbaren Denkmälern, die mit über 70.000 Einzelobjekten den bei weitem größten Teil des Denkmalbestandes in Mecklenburg-Vorpommern ausmachen. Bei Letzteren handelt es sich um vergangene Siedlungsreste wie Pfosten- oder Siedlungsgruben oder Grabanlagen, die nicht durch aufwändige Grabmonumente in der Landschaft gekennzeichnet wurden (Flachgräber). Aber auch Opferplätze in Mooren und Schiffswracks in der Ostsee gehören zur zweiten Denkmalgruppe. Sie werden alle durch das DSchG M-V geschützt, da sie auf Störungen jeglicher Art sehr empfindlich reagieren und bei unsachgemäßer Behandlung historisch bedeutsame Informationen unwiederbringlich verloren gehen.

Die folgende Abbildung 80 zeigt alle aktuell in Mecklenburg-Vorpommern bekannten Bodendenkmale. Die unterschiedliche Dichte deutet in der Regel an, dass bestimmte Bereiche besonders siedlungsgünstig waren, während andere durch den Menschen geringer geschätzt wurden.

Wenngleich der Gewässergrund nicht dem Schutz des BBodSchG unterfällt (§ 2 Absatz 1 BBodSchG), soll an dieser Stelle kurz auf die Bedeutung des Ostseegrundes für den Bodendenkmalschutz hingewiesen werden. Bei den für die Ostsee kartierten Fundplätzen handelt es sich größtenteils um Wrackfunde, teilweise vollständig im Sediment verborgen. Des Weiteren gibt es dort, insbesondere vor Wismar, der Insel Poel, vor dem Darß und um Rügen zahlreiche steinzeitliche Siedlungsplätze. Diese waren zunächst Festland und sind erst durch den Meeresspiegelanstieg der Ostsee (ab ca. 6500 v. Chr.) schrittweise unter Wasser geraten. Die ältesten bekannten Fundplätze liegen bei etwa 12-13 m unterhalb der Wasserlinie vor Poel. Diese Bereiche stellen also wirkliche „Altböden“ (bodensystematisch: heute subhydrische Paläoböden) dar. Die Fundplätze vor Poel sind aufgrund ihres Erhaltungszustandes von überregionaler Bedeutung.

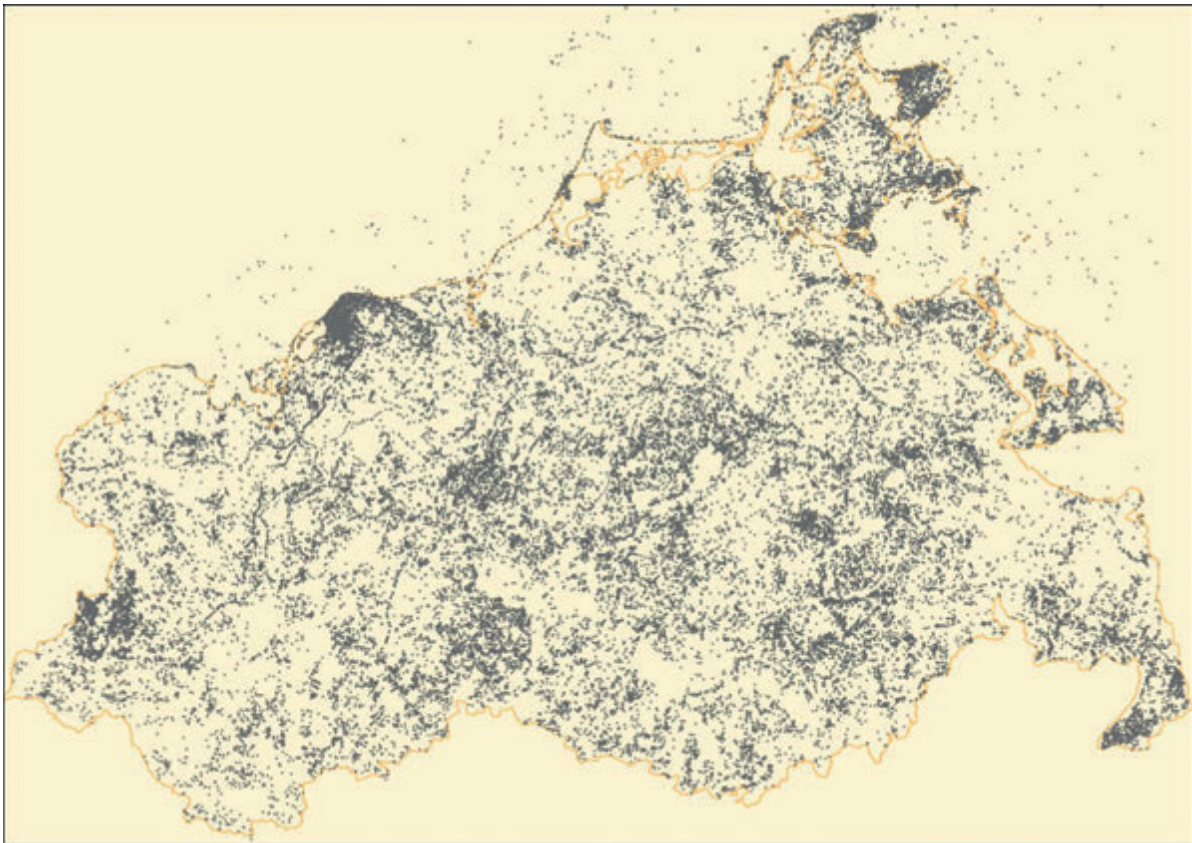


Abbildung 80: Bodendenkmale in M-V (Landesamt für Kultur und Denkmalpflege 2011)

Ein weiterer Teil der Archivböden in Mecklenburg-Vorpommern ist als Bestandteil von Geotopen gesetzlich geschützt. § 20 des Naturschutzausführungsgesetzes des Landes Mecklenburg-Vorpommern (NatSchAG M-V) räumt dem Geotopschutz eine gleichwertige Stellung neben dem Biotopschutz ein. Zu den Geotopen gehören Gesteine, Fossilien, Landschaftsformen und Quellbildungen (siehe Tabelle 93). Gesetzlich geschützt sind diejenigen Geotope, die sich durch ihre besondere erdgeschichtliche Bedeutung, Seltenheit oder Eigenart auszeichnen.

Tabelle 93: Übersicht und Anzahl der gesetzlich geschützten Geotoptypen in M-V (LUNG 2014)

	Geototyp	Anzahl M-V
Glaziale Bildungen	Findlinge (Kristalline & Sedimentgesteine)	241 (167 + 74)
	Blockpackungen	17
	Gesteinsschollen	21
	Oser	72
Fluviatile Bildungen	Trockentäler	3
	Kalktuff-Vorkommen	7
Windablagerungen	Offene Binnendünen	8
	Kliffranddünen	5
Marine Bildungen	Kliffs (aktive & fossile Kliffs)	54 (37 + 17)
	Haken	29

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass Böden mit besonderen Archivfunktionen als Naturdenkmale oder geschützte Landschaftsbestandteile ausgewiesen werden.

Umweltstandards

Gemäß der §§ 1 und 2 BBodSchG sind Böden auch zum Schutz der Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte vor Beeinträchtigungen zu schützen. Es gelten die Vorsorgeregelungen des § 7 BBodSchG. § 21 Absatz 3 BBodSchG räumt den Ländern darüber hinaus die Möglichkeit ein, eigene Regelungen über gebietsbezogene Maßnahmen des Bodenschutzes zu treffen. Von diesem Instrument zum Schutz von Archivböden hat Mecklenburg-Vorpommern bislang keinen Gebrauch gemacht.

Die LABO hat im Jahr 2011 eine Bewertungshilfe für die Bodenfunktion "Archiv der Natur- und Kulturgeschichte" (LABO 2011) herausgegeben. Diese Bewertungshilfe beschreibt eine flexibel anzuwendende Vorgehensweise zur Auswahl und Beurteilung von Archivböden. Sie wird auch in Mecklenburg-Vorpommern zur Anwendung empfohlen.

Alle Bodendenkmale werden durch das DSchG M-V unter Schutz gestellt. Das Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Schwerin ist gemäß § 4 DSchG M-V für die systematische Erfassung aller Bodendenkmale im Land (siehe Abbildung 80) und deren wissenschaftliche Untersuchung und Erforschung zuständig. Gemäß § 6 DSchG M-V besteht eine grundsätzliche Erhaltungspflicht. Die Beseitigung oder Veränderung von Bodendenkmalen ist genehmigungspflichtig (§ 7 DSchG M-V).

Gemäß § 20 NatSchAG M-V sind Maßnahmen unzulässig, die zu einer Zerstörung, Beschädigung, Veränderung des charakteristischen Zustandes oder einer sonstigen erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigung der in Anlage 3 NatSchAG M-V beschriebenen Geotope führen können.

Die Beseitigung oder Beeinträchtigung von Naturdenkmalen und geschützten Landschaftsbestandteilen sind nach Maßgabe der jeweiligen Schutzverordnungen verboten.

Bewertung

In Mecklenburg-Vorpommern treten - wie in der Zustandsbeschreibung ausgeführt - Böden mit zu schützender Archivfunktion auf. Die Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte kann insbesondere durch nicht-stoffliche Faktoren wie Bodenabtrag, Bodenversiegelung, Bodenauftrag (Akkumulation von Fremdboden bzw. -material) und Abbau von oberflächennahen Rohstoffen sowie durch Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsfläche (negativ) beeinflusst bzw. zerstört werden.

Bislang erfolgte die Unterschutzstellung auf Grund der Archivfunktionen von Böden in Mecklenburg-Vorpommern allein über das Denkmal- und das Naturschutzrecht, ohne die bodenkundlich-geologischen Daten mit den Daten der Bodendenkmalpflege abzugleichen. Insoweit fehlt eine einheitliche Bewertungsmethode.

Ein großer Teil der Bodendenkmale besitzt bereits einen Schutzstatus oder liegt in Schutzgebieten. Eine vollständige landesweite Bewertung könnte erst nach Ausweisung der zu schützenden Böden mit bedeutender Archivfunktion vorgenommen werden. Insoweit wäre ein landesweit abgestimmtes Konzept zur Erfassung und Bewertung der Archivfunktion schützenswerter Böden hilfreich.

Es ist ein Generalanspruch des BBodSchG, alle Böden mit Archivfunktionen vor Beeinträchtigungen durch Eingriffe weitestgehend zu bewahren. Gleiches gilt für die hierfür notwendige Ausweisung aller betreffenden Böden. Ein wirksamerer Schutz kann nur durch die Ausweisung ausgewählter Flächen oder Anordnung im Einzelfall erreicht werden. Für eine gebietsbezogene Unterschutzstellung fehlt für Mecklenburg-Vorpommern die bodenschutzrechtliche Untersetzung. Die Lücke könnte beispielsweise durch eine Ergänzung des Landesbodenschutzgesetzes geschlossen werden. Einen Schutz von Archivböden sieht auch das Planungsrecht in Mecklenburg-Vorpommern seit Inkrafttreten der Landesverordnung über das Landesraumentwicklungsprogramm am 08.06.2016 mit dem Grundsatz der Raumordnung in

Programmsatz 6.1.3 (1), 4. Absatz vor, wonach die Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte erhalten werden soll. Dieser Grundsatz ist behördenverbindlich mit einem besonderen Gewicht zu berücksichtigen.

Im Einzelfall kann in Planungs- und Genehmigungsverfahren ein Schutz von Archivböden erfolgen, sofern die Datenlage entsprechend belastbar ist.

Qualitäts- und Handlungsziele

Zur Ausweisung von Archivböden in M-V ist eine einheitliche Bewertungsmethode zu entwickeln.

Ähnlich wie bei den Geotopen ist auch für schutzwürdige Archivböden eine landesweite Erfassung und Veröffentlichung zu erarbeiten (eventuell Aufnahme in die Geotopliste bzw. künftige Unterschutzstellung nach LBodSchG M-V).

Ziel ist es, dass ausgewiesene Archivböden angemessene Berücksichtigung in Planungs- und Genehmigungsverfahren finden.

5 Einflussfaktoren auf die Nutzungsfunktionen des Bodens

Beschreibung des Ist-Zustandes

Neben den Einflussfaktoren auf die natürlichen Funktionen des Bodens (Kapitel 3) sowie der Funktion als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte (Kapitel 4) werden in diesem Kapitel die Einflussfaktoren auf die Nutzungsfunktionen des Bodens betrachtet.

Gemäß § 2 Absatz 2 Nummer 3 BBodSchG erfüllt Boden Nutzungsfunktionen als:

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

Die weitere Betrachtung der Einflüsse auf die Nutzungsfunktionen des Bodens erfolgt in Anlehnung an Kapitel 3. Damit sind folgende stoffliche und nichtstoffliche Faktoren zu bewerten:

- Betriebsunfälle, illegale Abfallentsorgung sowie Havarien entlang von Verkehrswegen (Kapitel 3.1.1)
- Sedimentablagerungen aufgrund von Hochwasserereignissen (Kapitel 3.1.2)
- Landwirtschaftliche Düngung und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (Kapitel 3.1.3)
- Abfallverwertung außerhalb der landwirtschaftlichen Düngung (Kapitel 3.1.4)
- Schadstoffe aus der Luft (Kapitel 3.1.5)
- Streusalz (Kapitel 3.1.6)
- Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsfläche (Kapitel 3.2.1)
- Abbau von oberflächennahen Rohstoffen (Kapitel 3.2.2)
- Bodenerosion (Kapitel 3.2.3)
- Bodenschadverdichtung (Kapitel 3.2.4)
- Klimaänderungen (Kapitel 3.2.5)

Je nach Schwere und Dauer dieser Einflüsse können Nutzungsbeschränkungen oder sogar Nutzungsverbote bzw. Umnutzungen erforderlich werden.

Umweltstandards

Es sind die in Kapitel 3 dargestellten Umweltstandards einschlägig.

Bewertung

Aufbauend auf die in Kapitel 3 dargestellten Einflüsse wird deren Relevanz hinsichtlich der Nutzungsfunktionen des Bodens in Mecklenburg-Vorpommern nachfolgend tabellarisch bewertet (Tabelle 94).

Die Aussagen zur Relevanz beziehen sich dabei auf die Betroffenheit der einzelnen Nutzungsfunktionen durch den jeweiligen Einflussfaktor.

Die Tabelle veranschaulicht auch die Konkurrenz der verschiedenen Nutzungsfunktionen: Einflussfaktoren, die eine Flächennutzung begünstigen, können zum dauerhaften Verlust anderer Nutzungsfunktionen führen.

Tabelle 94: Relevanz der in Kapitel 3 beschriebenen Einflüsse auf die einzelnen Nutzungsfunktionen des Bodens

Einflussfaktoren	Nutzungsfunktionen des Bodens gemäß § 2 Absatz 2 Nummer 3 BBodSchG			
	Rohstofflagerstätte	Fläche für Siedlung und Erholung	Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung	Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung
Betriebsunfälle, illegale Abfallentsorgung, Havarien entlang Verkehrswegen	mittlere Relevanz; negativer Einfluss, besonders bei Vorliegen einer sBv ¹	mittlere Relevanz; negativer Einfluss, besonders bei Vorliegen einer sBv	mittlere Relevanz; negativer Einfluss, besonders bei Vorliegen einer sBv	mittlere Relevanz; negativer Einfluss, besonders bei Vorliegen einer sBv
Sedimentablagerungen aufgrund von Hochwasserereignissen	keine Relevanz	hohe Relevanz; kann zu Nutzungseinschränkungen führen	hohe Relevanz; kann zu Nutzungseinschränkungen führen	hohe Relevanz; kann zu Nutzungseinschränkungen führen
Landwirtschaftliche Düngung und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln	keine Relevanz	keine Relevanz	hohe Relevanz; Erhalt der Bodenfruchtbarkeit	keine Relevanz
Abfallverwertung außerhalb der landwirtschaftlichen Düngung	hohe Relevanz im Rahmen der Rekultivierung	hohe Relevanz im Rahmen des Landschaftsbaus	keine Relevanz	hohe Relevanz im Rahmen von Baumaßnahmen
Schadstoffe aus der Luft	keine Relevanz	mittlere Relevanz bei sensibler Nutzung	mittlere Relevanz insbesondere in Nähe zu Verkehrswegen und Gewerbestandorten	keine Relevanz
Streusalz	keine Relevanz	hohe Relevanz besonders an Verkehrswegen	keine Relevanz	hohe Relevanz zur Aufrechterhaltung der Nutzungsfunktion
Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsfläche	hohe Relevanz; Verlust von Fläche	hohe Relevanz, Flächenzunahme	hohe Relevanz; Verlust von Fläche	hohe Relevanz, Flächenzunahme
Abbau oberflächennaher Rohstoffe	hohe Relevanz, Flächenzunahme	hohe Relevanz; Verlust von Fläche	hohe Relevanz; Verlust von Fläche	hohe Relevanz; Verlust von Fläche
Bodenerosion	keine Relevanz	hohe Relevanz; kann zu Nutzungseinschränkungen führen	hohe Relevanz; kann zu Nutzungseinschränkungen führen	hohe Relevanz; kann zu Nutzungseinschränkungen führen
Bodenschadverdichtung	mittlere Relevanz im Rahmen der Rekultivierung	hohe Relevanz im Rahmen von Baumaßnahmen	hohe Relevanz; besonders auf verdichtungsgefährdeten Flächen und im Unterboden	hohe Relevanz im Rahmen von Baumaßnahmen
Klimaänderungen	keine Relevanz	mittlere Relevanz als Pflanzenstandort	hohe Relevanz; kann zu Nutzungsänderungen führen	keine Relevanz

Die benannten Einflussfaktoren wirken sich aufgrund der Betroffenheit in Verbindung mit dem großen Flächenumfang insbesondere auf die Bodennutzungsfunktion „Standort für land- und forstwirtschaftliche Nutzung“ aus. Im Jahr 2013 wurde in Mecklenburg-Vorpommern 84 % der Landesfläche land- oder forstwirtschaftlich, davon 47 % ackerbaulich genutzt (Statistisches Amt M-V, 2014).

Hinsichtlich der genannten Einflüsse auf die Nutzungsfunktionen „Rohstofflagerstätte“, „Fläche für Siedlung und Erholung“ und „Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen,

¹ sBv = schädliche Bodenveränderung i. S. d. § 2 Absatz 3 BBodSchG

Verkehr, Ver- und Entsorgung“ ergibt sich aufgrund der geringeren Ausdehnung eine hohe Relevanz seltener flächenhaft, als vielmehr punktuell oder lokal begrenzt.

Im Rahmen der Sicherung der Nutzungsfunktionen des Bodens sollten daher vorrangig Maßnahmen installiert werden, die insbesondere auf eine nachhaltige Sicherung der Nutzungsfunktion des Bodens als land- und forstwirtschaftliche Fläche abzielen und in besonders sensiblen Bereichen (z. B. Kinderspielplätze) negative Auswirkungen vermeiden.

Bei der Betrachtung der Bodennutzungsfunktionen darf nicht unbeachtet bleiben, dass Bodennutzungen so schonend wie möglich erfolgen müssen. Negative Auswirkungen auf andere Umweltbereiche und auf andere Nutzungen sollten möglichst vermieden werden. Gemeint sind beispielsweise Bodenschadverdichtung auf landwirtschaftlichen Flächen verursacht durch Baumaßnahmen oder Verschmutzung von Siedlungs- und Verkehrsflächen durch erodiertes Bodenmaterial von Ackerflächen.

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist die Sicherung und Wiederherstellung der Nutzungsfunktionen des Bodens. Schwerpunkt ist dabei die nachhaltige Sicherung der Nutzungsfunktion des Bodens als land- und forstwirtschaftliche Fläche sowie der vorsorgende Bodenschutz im Bereich sensibler Nutzungen.

Durch eine nachhaltige Bodennutzung sollen negative Auswirkungen auf andere Umweltbereiche vermindert werden.

Böden, deren Nutzung dauerhaft aufgegeben wird, sollten wieder natürliche Funktionen im Sinne von § 2 Absatz 1 BBodSchG übernehmen.

6 Berücksichtigung des Bodenschutzes in Planungs- und Genehmigungsverfahren

Beschreibung des Ist-Zustandes

Auf dem Gebiet des nicht-stofflichen vorsorgenden Bodenschutzes verfügt das deutsche Bodenschutzrecht kaum über eigene Instrumente (vgl. Kapitel 2.2 und 3.2). Das BBodSchG selbst enthält keine unmittelbaren Anforderungen für die Berücksichtigung des Schutzgutes Boden in Planungs- und Genehmigungsverfahren. Die Regelung erfolgt vor allem über das Raumordnungs-, Bauplanungs- und Naturschutzrecht.

Die Bewertung der Vorhabensauswirkungen (d. h. Vergleich des Ist-Zustandes mit den prognostizierten Beeinträchtigungen) ist dabei meistens Bestandteil der Verfahren.

Insgesamt 35 Planungs- und Zulassungsverfahren bzw. Vorhabentypen und deren bodenschutzrelevanten Bezüge sind im LABO-Methodenkatalog (LABO 2003a) genannt.

Hierzu zählen z. B.:

- die Landes- und Regionalplanung¹
- die Bauleitplanung (z. B. mit Flächennutzungs- und Bebauungsplänen § 5 ff. BauGB)
- die verschiedenen Agrarplanungen (z. B. agrarstrukturelle Entwicklungsplanungen nach dem GAKG oder Flurbereinigungen nach § 41 FlurbG)
- landschaftspflegerische Begleitplanungen (z. B. bei Straßenbauvorhaben: nach § 17 Absatz 4 BNatSchG und dem Leitfaden zur Erstellung und Prüfung landschaftspflegerischer Begleitpläne zu Straßenbauvorhaben in Mecklenburg-Vorpommern)
- Linienbestimmungen für Fernstraßen (nach § 16 FStrG bzw. StrWG M-V) sowie
- Ausweisungen für Schutzwaldflächen zum Zweck des Bodenschutzes² (nach § 12 Absatz 1 BWaldG bzw. LWaldG)

Die zumeist mit der Beeinträchtigung der Bodenfunktionen einhergehende Inanspruchnahme von Böden basiert in der Regel auf raumbedeutsamen Fachplanungen (z. B. für Siedlungserweiterungen oder Infrastrukturausbau).

Alle mit Planungsaufgaben befassten Landesbehörden und die Kommunen benötigen Informationen über die Böden ihrer jeweiligen Zuständigkeitsbereiche. Diese Bodendaten bilden die Grundlage dafür, dass Planungs- und Vorhabensträger in die Lage versetzt werden, die Belange des Bodenschutzes in der Planaufstellung hinreichend berücksichtigen zu können. Bodengeologische Informationen werden in der Regel über das LUNG als obere Bodenschutzbehörde zur Verfügung gestellt.

In nachfolgender Tabelle 95 sind die nach § 1 i. V. m. § 2 BBodSchG zu schützenden Bodenfunktionen sowie die zu bewertenden, zugehörigen Bodeninformationen zum jetzigen Stand dargestellt.

¹ Insbesondere über Programmsätze in Raumordnungsplänen, Raumordnungsverfahren und Landesplanerische Stellungnahmen

² Die Bundesländer können bestimmen, dass die Umwandlung von Schutz- und Erholungswald untersagt wird.

Tabelle 95: Verfügbare Informationsgrundlagen zur Bewertung ausgewählter Boden(teil-)funktionen

Bodenfunktionen nach § 2 Absatz 2 BBodSchG	Bodenteilfunktionen	Quelle	benötigte Informationen
1.a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen	Biotisches Ertragspotential	Landesweite Analyse und Bewertung der Landschaftspotentiale in Mecklenburg-Vorpommern, GLRP, Boden- und Standortkarten	Bodenart/-typ, Kationenaustauschkapazität, Wasserleitfähigkeit, pH-Wert, Basensättigung, Acker- und Grünlandzahl, Nährstoffspeicherung und -nachlieferung
1.b) Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen	Speicher- und Reglerpotential	Boden- und Standortkarten	siehe 1.a), Grundwasserneubildung und -geschütztheit
1.c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen	Speicher- und Reglerpotential	Landesweite Analyse und Bewertung der Landschaftspotentiale in Mecklenburg-Vorpommern, GLRP, Boden- und Standortkarten	siehe 1.a)
2.) Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	Landeskundliches Potential i. B. a. morphogenetische Einheiten	Landesweite Analyse und Bewertung der Landschaftspotentiale in Mecklenburg-Vorpommern, GLRP, Kartenportal Umwelt	Morphognese, Formenausprägung, Seltenheit und Ursprünglichkeit der Oberflächenformen und Lagerungsverhältnisse
3.d) Rohstofflagerstätte	Abgrabung	BBergG	Rohstoffnachweise
3.e,g) Fläche für Siedlung und Erholung, Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung	-	Raumordnungskataster	Gebietsausweisungen
3.f) Standort für die Land- und forstwirtschaftliche Nutzung	Natürliche Ertragsfähigkeit land- oder forstwirtschaftlich nutzbarer Flächen	Raumordnungskataster, Katasterämter (Klassenflächen gem. § 5 BodSchätzG)	Wertzahlen wie Acker- oder Grünlandzahl ³

Im Landschaftsinformationssystem (LINFOS) werden bodenrelevante Daten des Naturschutzes in Mecklenburg-Vorpommern auf der Grundlage der gutachterlichen landesweiten Analyse und Bewertung der Landschaftspotentiale in Mecklenburg-Vorpommern gesammelt. Die Daten des LINFOS werden über das Kartenportal Umwelt M-V des LUNG veröffentlicht. Im Fachinformationssystem Boden (FISBO), das im LUNG geführt wird, werden im Rahmen der bodengeologischen Landesaufnahme Bodendaten gesammelt, aufbereitet und für die Praxis abgeleitet (siehe Kapitel 1.3).

Bodengeologische Informationen werden für die Öffentlichkeit ebenfalls über das Kartenportal Umwelt sowie den Geodatenviewer GAIA-MV und als WMS-Dienst der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich um Übersichtskarten, flächenhafte Darstellungen von Bodenparametern wie beispielsweise:

- Feldkapazität
- nutzbare Feldkapazität

³ siehe LEP M-V Programmsatz 4.5 (2) als Ziel der Raumordnung

- Luftkapazität
- effektiver Wurzelraum
- potenzielle Nitratauswaschungsgefährdung,
- potenzielle Unterbodenverdichtungsempfindlichkeit
- potenzielle Winderosionsgefährdung
- potenzielle Wassererosionsgefährdung

In Umsetzung befindet sich die Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit nach der Methode Soil Quality Rating (SQR). Nach erfolgter Umsetzung werden diese ebenfalls im Kartenportal Umwelt M-V eingestellt.

Auskunft über die Verfügbarkeit von Daten und Bodenübersichtskarten gibt der geologische Dienst des LUNG. Bei Planungen, die schwerwiegende Eingriffe in den Boden nach sich ziehen, sollten gesonderte Fachgutachten in Auftrag gegeben werden, um eine rechtssichere Abwägungsgrundlage zu erhalten.

Im Rahmen der Prüfung von Umweltauswirkungen auf Böden ist das Hauptaugenmerk auf folgende Wirkfaktoren zu richten:

- Bodenabtrag
- Versiegelung
- Überdeckung, Bodenauftrag
- Verdichtung
- Stoffeinträge, Schadstoffeinträge
- Grundwasserstandsänderungen

Bei der Prognose der Auswirkung auf das Schutzgut Boden müssen über die Wirkfaktoren hinaus auch die Wechselwirkungen zwischen einzelnen Schutzgütern und die Folgewirkungen betrachtet und berücksichtigt werden.

Umweltstandards

Bodenschutz

§ 3 Absatz 1 Nummer 9 BBodSchG legt fest, dass das BBodSchG auf schädliche Bodenveränderungen und Altlasten Anwendung findet, soweit Vorschriften des Bauplanungs- und Bauordnungsrechts Einwirkungen auf den Boden nicht regeln. Der Schutz der Bodenfunktionen ist in § 1 BBodSchG verankert. Die Grundlage für die inhaltliche Ausgestaltung des Bodenbegriffs sowie die Bewertung von Beeinträchtigungen des Bodens und seiner Funktionen wird im § 2 Absatz 2 Nummer 1 BBodSchG geschaffen, indem dort die natürlichen Bodenfunktionen definiert werden.

§ 1 Satz 1 BBodSchG steht für das Prinzip der gleichwertigen Vorsorge und Nachhaltigkeit aller in § 2 BBodSchG benannten Bodenfunktionen. In § 1 Satz 3 BBodSchG kommt es zur Ausnahme bzw. Einschränkung zu der in § 1 Satz 1 BBodSchG postulierten Gleichwertigkeit aller Bodenfunktionen. Einschränkend wird bei Maßnahmen, die mittelbar Einfluss auf den Boden nehmen können, den ökologischen Bodenfunktionen (§ 2 Nummer 1 und 2 BBodSchG) ein Vorrang zur ökonomischen Bodenfunktion (Nutzungsfunktion) eingeräumt. Jedoch ist im Falle einer Bewertung des Bodens als Umweltmedium auch die Nutzungsfunktion zu berücksichtigen.

Mit Inkrafttreten der Landesverordnung über das Landesraumentwicklungsprogramm (LEP-LVO M-V) am 8.6.2016 gelten umfassende Erfordernisse der Raumordnung zum Schutz des Bodens in Mecklenburg-Vorpommern⁴, die zu beachten bzw. zu berücksichtigen sind.

⁴ insbesondere die Programmsätze 4.5 (2), 4.5 (12) 2. Absatz und 6.1.3 (1) 1. Absatz als Ziele der Raumordnung sowie die Programmsätze 6.1 (1) und (2), 6.1.3 (1) 2. Absatz ff. und (2) als Grundsätze

§ 1 LBodSchG M-V enthält die Grundsätze zum vorsorgenden Schutz des Bodens, die in allen Planungen, Maßnahmen und Projekten zu berücksichtigen sind. § 1 Absatz 1 LBodSchG M-V verpflichtet alle, die auf den Boden einwirken bzw. dies beabsichtigen, sich so zu verhalten, dass schädliche Bodenveränderungen, insbesondere bodenschädigende Prozesse, nicht hervorgerufen werden. Absatz 2 enthält die wesentliche Zielstellung, mit der nicht erneuerbaren Ressource Boden sparsam und schonend umzugehen und greift damit die Bodenschutzklausel aus § 1a Absatz 2 BauGB (siehe unten) auf. § 10 Absatz 3 LBodSchG M-V stellt ergänzend zu § 1 Absatz 6 Nummer 7 Buchstabe a BauGB klar, dass die Zielstellungen und Grundsätze des Bodenschutzes auch bei planerischen Abwägungen zu berücksichtigen sind. Schon im Planungsstadium sollen die Möglichkeiten eines sparsamen und schonenden Umgangs mit dem Boden geprüft werden, auch um zukünftig bodenschädigende Prozesse und schädliche Bodenveränderungen zu vermeiden.

Raumordnung und Landesplanung

In der räumlichen Gesamtplanung ist der Bodenschutz in den Grundsätzen der Raumordnung verankert (§ 2 Absatz 2 Nummer 8 ROG): Naturgüter, insbesondere Wasser und Boden, sind sparsam und schonend in Anspruch zu nehmen; bei dauerhaft nicht mehr genutzten Flächen soll der Boden in seiner Leistungsfähigkeit erhalten und wiederhergestellt werden.

Das Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern (LEP M-V) enthält Programmsätze (Ziele und Grundsätze), die u. a. auf den Schutz des Bodens⁵ und die Verringerung der Flächeninanspruchnahme⁶ abzielen. Die Ziele der Raumordnung müssen gemäß § 1 Absatz 4 BauGB bei der Erstellung der Bauleitpläne beachtet werden. Grundsätze der Raumordnung sind einer Abwägung noch zugänglich, hierbei jedoch mit einem besonderen Gewicht zu berücksichtigen.

Im LEP M-V wird die Sicherung der Böden in ihrer Leistungs- und Funktionsfähigkeit als Lebensgrundlage und zum Schutz des Klimas als zu beachtendes Ziel der Raumordnung festgelegt. Als Grundsätze der Raumordnung sollen bei allen Vorhaben Bodenerosion, Bodenversiegelung und -verdichtung auf ein Minimum reduziert werden, flächenbeanspruchende Maßnahmen dem Prinzip des sparsamen Umgangs mit Grund und Boden entsprechen und um den Verbrauch der belebten Bodenfläche möglichst gering zu halten, Maßnahmen zum Flächenrecycling und Bündelung von Nutzungen vorrangig zur Anwendung kommen (Programmsatz 6.1.3). Daneben werden im LEP M-V zahlreichere weitere Ziele und Grundsätze im Sinne einer flächen- und ressourcensparenden Landes- und Siedlungsentwicklung formuliert (Programmsatz 4.1).

Auch die vier Regionalen Raumentwicklungsprogramme werden durch Landesverordnung zur Verbindlichkeit gebracht. Die in den Programmen festgelegten Ziele und Grundsätze der Raumordnung weisen somit die gleiche Rechtswirkung wie das LEP M-V auf. Auch hier gilt: Die Grundsätze der Raumordnung sind von den Gemeinden bei den Bauleitplanungen zu berücksichtigen. Bei Zielen der Raumordnung sind die Bauleitpläne diesen anzupassen. Die Regionalen Raumentwicklungsprogramme enthalten Programmsätze, die das Ziel des sparsamen Umgangs mit Grund und Boden, Landschaftsverbrauch, Nachnutzung aufgegebenen Gebäude, Flächenversiegelung etc. zum Inhalt haben. Die Regionalen Programme konkretisieren und ergänzen die im Landesprogramm dargestellten Ziele, Grundsätze und sonstigen Erfordernisse der Raumordnung.

Als Belang des Umweltschutzes ist für das Schutzgut Boden bei der Aufstellung von Raumentwicklungsprogrammen eine strategische Umweltprüfung gemäß § 17 UVPG als Umwelt-

⁵ insbesondere die Programmsätze 4.5 (2), 4.5 (12) 2. Absatz und 6.1.3 (1) 1. Absatz als Ziele der Raumordnung sowie die Programmsätze 6.1 (1) und (2), 6.1.3 (1) 2. Absatz ff. und (2) als Grundsätze

⁶ insbesondere die Programmsätze 4.2 (1) und (2) 1. Absatz als Ziele der Raumordnung sowie die Programmsätze 4.1 (1), (3) bis (5), 4.5 (5), 4.6 (7), 5.3 (7) und (9), 6.1.1 (4), 6.1.3 (2) und (5), 7.3 (3) als Grundsätze

prüfung nach den Vorschriften des ROG und des LPIG M-V durchzuführen. Die Umweltprüfung ist in § 9 Absatz 1 ROG als ein unselbständiger Verfahrensschritt definiert, in dem die voraussichtlichen erheblichen Auswirkungen des Raumordnungsplans auf

1. Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit, Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt,
2. Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,
3. Kulturgüter und sonstige Sachgüter sowie
4. die Wechselwirkung zwischen den vorgenannten Schutzgütern

ermittelt und in einem Umweltbericht frühzeitig beschrieben und bewertet werden müssen. Im Umweltbericht sind die geplanten Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung und zum Ausgleich der nachteiligen Auswirkungen darzustellen. Die Umweltprüfung bezieht sich auf das, was nach gegenwärtigem Wissensstand und allgemein anerkannten Prüfmethoden sowie nach Inhalt und Detaillierungsgrad des Raumordnungsplans angemessenerweise verlangt werden kann.

Bauleitplanung

In der Bauleitplanung von Gemeinden ist die Berücksichtigung des Umweltschutzes und damit des Bodenschutzes ein wesentlicher Grundsatz, der im Rahmen der abwägungsbeachtlichen öffentlichen Belange zu berücksichtigen ist. Der Schwerpunkt des Bodenschutzes in der Bauleitplanung liegt im flächenhaften Bodenschutz. § 1a Absatz 2 BauGB, die sogenannte Bodenschutzklausel, enthält die sich aus nationalem und europäischem Recht ergebenden Anforderungen an den Bodenschutz in der Bauleitplanung:

„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 der Gemeinden insbesondere durch Wiedernutzbarmachung von Flächen, Nachverdichtung und andere Maßnahmen zur Innenentwicklung zu nutzen sowie Bodenversiegelungen auf das notwendige Maß zu begrenzen. Landwirtschaftlich, als Wald oder für Wohnzwecke genutzte Flächen sollen nur im notwendigen Umfang umgenutzt werden. Die Grundsätze nach den Sätzen 1 und 2 sind nach § 1 Absatz 7 in der Abwägung zu berücksichtigen. 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.“

Weiterhin regelt § 1 Absatz 5 BauGB, dass die städtebauliche Entwicklung vorrangig durch Maßnahmen der Innenentwicklung erfolgen soll.

Als Belang des Umweltschutzes ist für das Schutzgut Boden bei der Aufstellung von Bauleitplänen (Flächennutzungsplanung, Bebauungsplanung, vorhabenbezogene Bebauungsplanung) eine strategische Umweltprüfung nach den Vorschriften des BauGB durchzuführen. Die Umweltprüfung ist in § 2 Absatz 4 BauGB als ein Verfahren definiert, in dem die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen ermittelt und in einem Umweltbericht beschrieben und bewertet werden müssen. Im Umweltbericht sind die geplanten Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung und zum Ausgleich der nachteiligen Auswirkungen auf den Boden darzustellen. In Betracht kommende anderweitige Planungsmöglichkeiten sind zu betrachten. Das Ergebnis der Umweltprüfung ist im Rahmen der planerischen Abwägung zu berücksichtigen.

Auch im vereinfachten Verfahren nach § 13 BauGB und Bebauungsplänen der Innenentwicklung, wenn keine Umweltprüfung erforderlich ist, sind die planungsbedingten Auswirkungen auf den Boden zu berücksichtigen und fließen in den Abwägungsprozess ein.

Neben den geltenden Rechtsvorschriften zum Bodenschutz sind nach derzeitigem Stand für die Berücksichtigung der Bodenschutzbelange in der Bauleitplanung vorwiegend drei Leitfäden von Bedeutung, die im Rahmen der durchzuführenden Umweltprüfung zu beachten sind:

1. Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB
Leitfaden für die Praxis der Bodenschutzbehörden in der Bauleitplanung
(LABO-Projekt, 2009)
(enthält Prüfkataloge und Checklisten für die Berücksichtigung der Bodenschutzbelange und eine Mustergliederung für den geforderten Umweltbericht sowie Hinweise zur Bewertung von Bodenfunktionen.)
2. Umweltprüfung in Mecklenburg-Vorpommern
Leitfaden zur Durchführung der Umweltprüfung in der Bauleitplanung für die Gemeinden, Planer und Behörden sowie die Öffentlichkeit
(Umweltministerium und Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung M-V 2005)
3. Mustererlass zur Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und im Baugenehmigungsverfahren
(ARGEBAU, 2001)

Bauleitpläne sind den Zielen der Raumordnung anzupassen (§ 1 Absatz 4 BauGB). Dabei können gemäß § 5 BauGB im Flächennutzungsplan bodenschutzrelevante Darstellungen der Nutzungsart als wichtiges Instrument zur Steuerung der Siedlungsentwicklung und damit des Flächenverbrauchs und der Bodenversiegelung vorgenommen werden. So kommt insbesondere nach § 5 Absatz 2 Nummer 9 BauGB den Flächen für Landwirtschaft und Wald mit ihrer besonderen Bedeutung für die Erhaltung des Bodens im Außenbereich Bedeutung zu.

Auch können nach § 5 Absatz 2 Nummer 10 BauGB Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft dargestellt werden. Da der Flächennutzungsplan noch kein verbindliches Baurecht schafft, müssen die darin enthaltenen Darstellungen durch einen Bebauungsplan entwickelt werden. Der Flächennutzungsplan stellt ein wesentliches Instrument zur Steuerung der Flächeninanspruchnahme im Zusammenhang mit neu ausgewiesenen Bauflächen dar.

Mit Hilfe des Bebauungsplanes können nach § 9 BauGB Flächeninanspruchnahme und Versiegelungsgrad über die Art und das Maß der baulichen Nutzung, die Festlegung der überbaubaren Grundstücksflächen und über die Höchstmaße der Baugrundstücke gesteuert werden (9 Absatz 1 Nummer 1 bis 3 BauGB). Auch können darin Flächen bestimmt werden, die von der Bebauung freizuhalten sind, z. B. Flächen mit hoher Funktionserfüllung als Flächen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft.

Hinsichtlich vorhandener Bodenbelastungen gilt, dass sich die Planung diesen anzupassen hat, um bei der Überplanung von Altlasten gesunde und sichere Wohn- und Arbeitsverhältnisse nach § 1 Absatz 6 Nummer 1 BauGB sicherstellen zu können. Nutzungen, die mit einer vermuteten oder vorhandenen Bodenbelastung auf Dauer unvereinbar sind, sind unzulässig. Die Berücksichtigung der Bodenbelastungen und ihrer Auswirkungen ist Aufgabe der Bauleitplanung, die entsprechenden Beurteilungsmaßstäbe für die Bewertung vor allem stofflicher Bodenbelastungen liefert das Bodenschutzrecht. Die Bodenschutzbehörden als Träger öffentlicher Belange begleiten die Bauleitplanverfahren.

Gegebenenfalls können die rechtlichen Instrumente des BBodSchG wie der Sanierungsvertrag im Zusammenhang mit einer Bauleitplanung angewendet werden. Informationen zu Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen bei der Zusammenstellung des Abwägungsmaterials erhalten die planenden Gemeinden bei den unteren Bodenschutzbehörden. Die Gemeinden haben gemäß § 5 Absatz 3 LBodSchG M-V einen Auskunftsanspruch, soweit dies zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben erforderlich ist.

Raumbedeutsame Fachplanungen

Im Bereich der Fachplanungen (Planfeststellungen, Nutzungsregelungen und sonstige sektorale Fachplanungen) existieren kaum ausdrückliche materiell-rechtliche Vorgaben zum Bodenschutz. Die Vorhabensauswirkungen auf den Boden werden bei der Planaufstellung je-

doch zumeist im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP, z. B. bei Planfeststellungsverfahren) bzw. einer Strategischen Umweltprüfung (SUP, bei Plänen und Programmen gemäß Anlage 3 UVPG, z. B. Abfallwirtschaftspläne) erfasst und bewertet.

Bei der Erarbeitung und Umsetzung der raumbedeutsamen Fachplanungen sind die jeweils einschlägigen Regelwerke zu beachten, die auch dem vorsorgenden Bodenschutz dienen, z. B. die Richtlinien und Merkblätter der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen für den Straßenbau. Diese setzen u. a. die Anforderungen der LAGA M 20 an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen (siehe Kapitel 3.1.4.2) um.

Spezifische bodenbezogene Fachplanungen (Bodenschutzgebiete nach § 21 Absatz 3 BBodSchG) gibt es in Mecklenburg-Vorpommern bislang noch nicht. Jedoch eröffnet § 9 LBodSchG M-V die Möglichkeit, Bodenschutzsanierungsgebiete und die dort notwendigen Beschränkungs- und Schutzmaßnahmen per Rechtsverordnung festzusetzen. § 9 Absatz 1 LBodSchG M-V definiert Bodenschutzsanierungsgebiete als Gebiete, in denen flächenhaft schädliche Bodenveränderungen i. S. d. § 2 Absatz 3 BBodSchG auftreten.

Über naturschutz- und wasserrechtliche Schutzgebietsausweisungen wird ein mittelbarer Bodenschutz erreicht. Da die Schutzgebietsausweisung mit den enthaltenen (bodenbezogenen) Nutzungsbeschränkungen durch Rechtsverordnung erfolgt, sind diese verbindlich und unterliegen nicht der Abwägung.

Daneben gibt es zahlreiche raumbedeutsamen Fachplanungen, die abwägungsrelevant für Landes- und Bauleitplanung sind, aber keinen verbindlichen Charakter besitzen. Aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes ist hierbei die Landschaftsplanung hervorzuheben. Gemäß den §§ 8 bis 12 BNatSchG i. V. m. § 11 NatSchAG M-V sind für das gesamte Land ein Gutachterliches Landschaftsprogramm (GLP) und für die vier Planungsregionen nach § 12 Absatz 1 LPIG M-V jeweils ein Gutachterlicher Landschaftsrahmenplan (GLRP) zu erstellen. Das GLP stellt die übergeordneten, landesweiten Erfordernisse und Maßnahmen des Naturschutzes dar und wurde zuletzt im Jahr 2003 durch das damalige Umweltministerium fortgeschrieben. Für die nachhaltige Sicherung der natürlichen Funktionen des Naturgutes Boden werden naturgutbezogene Leitlinien sowie Qualitätsziele für die verschiedenen Landschaftszonen definiert. Die Karte der Bodenpotenziale gibt einen landesweiten Überblick über die Schutzwürdigkeit der Böden im Land (Maßstab 1:250.000).

In den vier GLRP werden die Aussagen des Gutachtlichen Landschaftsprogramms inhaltlich vertieft und räumlich konkretisiert. Die GLRP enthalten Karten im Maßstab 1:100.000. Relevant für den vorsorgenden Bodenschutz sind u. a. die Karten der Schutzwürdigkeit des Bodens sowie die Karte der Schwerpunktbereiche und Maßnahmen zur Sicherung und Entwicklung ökologischer Funktionen (z. B. für Moore oder erosionsgefährdete Standorte).

Zur Verbindlichkeit gelangen die Inhalte der Gutachterlichen Landschaftsplanung, die nach der Abwägung in die Raumordnungsprogramme übernommen werden.

Auf Ebene der Bauleitplanung sind für die Gemeindegebiete kommunale Landschaftspläne zu erstellen. In diesen Fachplanungen werden die örtlichen Erfordernisse und Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zur Vorbereitung von Flächennutzungsplänen näher dargestellt und bei Bedarf fortgeschrieben. Die Kartendarstellungen erfolgen im Maßstab 1:10.000. Als ökologischer Fachbeitrag des Flächennutzungsplans ist der Landschaftsplan die Grundlage der Umweltprüfung und ermöglicht eine gerechte Abwägung der verschiedenen Belange. Seine raumbedeutsamen Vorschläge sollen nach der Abwägung durch die Übernahme in den Flächennutzungsplan umgesetzt werden. Auch für die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung kann der Landschaftsplan als ökologische Planungsgrundlage herangezogen werden.

Die Bestandsaufnahme eines Landschaftsplanes beschreibt in der Regel die Funktionsbereiche sowie das vorhandene Bodeninventar. Der Bewertungsteil weist für den Bodenschutz bedeutsame Flächen (z. B. Archivböden, Geotope), Flächen mit besonderer Empfindlichkeit (z. B. hohe Bodenfruchtbarkeit, hoher Kohlenstoffgehalt) sowie Flächen mit Beeinträchtigungen oder Gefährdungen des Bodens aus. Nach der Konfliktdarstellung zwischen den Belangen von Natur und Landschaft und deren Nutzungen werden Ziele und Maßnahmen zur

Erreichung des angestrebten Zustandes von Natur und Landschaft abgeleitet. Dabei sind auch Flächen und Maßnahmen zum Schutz und zur Entwicklung der Bodenfunktionen kartographisch darzustellen (Universität Rostock, Umweltministerium M-V 2004).

Genehmigungsverfahren

Unter dem Begriff der Genehmigungsverfahren werden im Folgenden alle Genehmigungs-, Erlaubnis- und sonstigen Zulassungsverfahren für konkrete Einzelvorhaben verstanden.

Da es im Bodenschutzrecht selbst keine Genehmigungen wie im übrigen Umwelt- und Naturschutzrecht gibt, erfolgt die Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes über die Beteiligung in den bodenschutzrelevanten Verfahren anderer Rechtsbereiche, soweit dies nicht durch § 3 BBodSchG begrenzt wird. Darüber hinaus sind gemäß § 7 BBodSchG die land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung sowie der Grundwasserschutz ausgenommen. Die Vorsorgeanforderungen an den Boden werden in diesen Bereichen spezifisch geregelt. Zu den Begrenzungen des § 7 BBodSchG gehört auch, dass behördliche Anordnungen zur Vorsorge nur getroffen werden dürfen, soweit die Anforderungen an die Vorsorge in der BBodSchV konkret festgelegt worden sind und im Hinblick auf die Nutzung des Grundstückes verhältnismäßig sind.

Die Genehmigung einer bestimmten Bodennutzung, d. h., die Entscheidung über die Standortfrage, richtet sich nach den planungsrechtlichen Bestimmungen der für die Nutzung vorgesehenen Fläche (z. B. der Festsetzung im Bebauungsplan). Daraus folgt, dass die Entscheidung über die Zulässigkeit einer bestimmten Bodennutzung im Genehmigungsverfahren nicht mehr zu prüfen ist.

Anders als in der Bauleitplanung existiert in Genehmigungsverfahren kein Abwägungsgebot: Die Genehmigung ist zu erteilen, soweit die gesetzlichen Anforderungen an das Vorhaben erfüllt werden. Das Bodenschutzrecht findet hierbei immer dann Anwendung, wenn es nicht ausgeschlossen ist und wenn bei den Genehmigungsvoraussetzungen bezüglich des Bodenschutzes nur generalklauselartige Anforderungen existieren. Diese sind dann durch das Bodenschutzrecht zu konkretisieren.

Beispielhaft ist hier § 6 Absatz 1 Nummer 1 i. V. m. § 5 Absatz 1 Nummer 2 BImSchG und § 3 Absatz 3 BBodSchG zu benennen, wonach Genehmigungsvoraussetzung für die Errichtung und Betrieb von Anlagen ist, dass Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen betrieben wird. Soweit erforderlich, können entsprechende bodenschützende Nebenbestimmungen nach § 12 BImSchG erlassen werden.

Für die nach § 35 Absatz 1 Nummer 2 bis 6 BauGB privilegierten Vorhaben im Außenbereich (z. B. Windenergie-, Biogasanlagen) fordert § 35 Absatz 5 Satz 2 BauGB als Zulässigkeitsvoraussetzung die Abgabe einer Verpflichtungserklärung, das Vorhaben nach dauerhafter Aufgabe der zulässigen Nutzung zurückzubauen und Bodenversiegelungen zu beseitigen. Die Maßnahmen zur Entsiegelung umfassen auch die Beseitigung betonierter Fundamente, um den in seiner Leistungsfähigkeit beeinträchtigten Boden wiederherzustellen.

Sofern eine Verpflichtungserklärung noch nicht vorliegt, darf weder im immissionsschutzrechtlichen noch im bauaufsichtlichen Verfahren eine Genehmigung erteilt werden. § 35 Absatz 5 Satz 2 BauGB gilt allerdings nicht für die Zulässigkeit von Vorhaben, deren bisherige Nutzung vor dem 20.07.2004 zulässigerweise aufgenommen wurde (vgl. § 244 Absatz 7 BauGB). Bei vor dem Stichtag betriebenen, immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Windenergie- und Biogasanlagen gelten nach deren Betriebseinstellung die weniger weit gehenden Regelungen des § 5 Absatz 3 BImSchG, nachdem die Wiederherstellung des ordnungsgemäßen Zustands des Anlagengrundstücks zu gewährleisten ist, welcher aber nicht zwingend auch Abriss und Entsiegelung erfordert.

Mit der verbindlichen Verankerung der Bodenkundlichen Baubegleitung als Nebenbestimmung zur Vorhabengenehmigung kann dazu beigetragen werden, dass schon während der

Baumaßnahmen unnötige Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen und Folgekosten durch baubedingte Bodenschäden unterbunden werden. Bei vielen Vorhaben ist die ökologische Baubegleitung, deren Bestandteil die bodenkundliche Baubegleitung sein kann, bereits Standard. So wird bei der Bauausführung über ein Bodenmanagement die ordnungsgemäße Bodenbehandlung vor und während des Straßenbaus geregelt, wie zum Beispiel die Lagerung, Behandlung und Verwendung belasteten Oberbodens (Altlasten), der Aus- und Einbau unterschiedlicher Bodenqualitäten im Zuge des Massenausgleichs, die Entsorgung von Überschussmassen oder die Ausweisung von Tabuflächen für baubedingte Lagerflächen im Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP).

Die Vorhabensauswirkungen auf den Boden werden bei Vorhaben nach § 3 Absatz 1 i. V. m. Anlage 1 UVPG im Rahmen einer UVP (z. B. bei immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren) ermittelt, beschrieben und bewertet.

Ein integraler Bestandteil der UVP ist die Eingriffsregelung. Demzufolge enthält die UVP auch eine Eingriffs- und Ausgleichsbilanzierung. Das Ergebnis der UVP ist bei der Zulassungsentscheidung lediglich zu berücksichtigen und hat für die genehmigende Behörde keinen zwingenden Charakter.

Eingriffsregelung

Regelmäßiger Bestandteil von Planungs- und Genehmigungsverfahren ist die Eingriffsregelung.

§ 14 Absatz 1 BNatSchG definiert Eingriffe in Natur und Landschaft als Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen können. Die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts schließt die natürlichen Bodenfunktionen ein. Auch die Archivfunktion der Böden ist relevant, da der Erhalt landschaftsgeschichtlich bedeutsamer und seltener Böden zu den Zielen von Naturschutz und Landschaftspflege zählt (§ 1 Absatz 1 Nummer 3 BNatSchG „Vielfalt, Eigenart und Schönheit (...) von Natur und Landschaft“).

Als Eingriffe im Sinne des § 12 Absatz 1 NatSchAG M-V gelten u. a.

- die Gewinnung von Bodenschätzen, namentlich Kies, Sand, Ton, Torf, Kreide, Steinen oder anderen selbständig verwertbaren Bodenbestandteilen (oberflächennahe Bodenschätze), wenn die abzubauen Fläche größer als 300 Quadratmeter ist,
- Abgrabungen, Aufschüttungen, Ausfüllungen, Auf- oder Abspülungen von mehr als zwei Metern Höhe oder Tiefe oder mit einer Grundfläche von mehr als 300 Quadratmetern im Außenbereich,
- die Entwässerung oder sonstige nachhaltige Beeinträchtigung von Mooren, Sümpfen, Brüchen, Söllen oder sonstigen Feuchtgebieten und
- die Änderung der Nutzungsart von Dauergrünland auf Niedermoorstandorten.

Die landwirtschaftliche Bodennutzung entsprechend der Grundsätze der guten fachlichen Praxis gilt i. d. R. nicht als Eingriff. In Bezug auf den Boden stellt in den meisten Fällen die Flächeninanspruchnahme, verbunden mit Versiegelungen, Verdichtung und anderen nachteiligen Veränderungen der Bodenbeschaffenheit, den Haupteingriff dar.

Gemäß § 15 BNatSchG hat der Verursacher eines Eingriffs vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen und unvermeidbare Beeinträchtigungen durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege auszugleichen (Ausgleichsmaßnahmen) oder in sonstiger Weise zu kompensieren (Ersatzmaßnahmen). Ausgeglichen ist eine Beeinträchtigung, wenn und sobald die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushalts wieder hergestellt sind und das Landschaftsbild landschaftsgerecht wiederhergestellt oder neu gestaltet ist. In sonstiger Weise kompensiert ist eine Beeinträchtigung, wenn und sobald

die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushalts in gleichwertiger Weise ersetzt sind oder das Landschaftsbild landschaftsgerecht neu gestaltet ist. Anzumerken ist, dass Eingriffe zu meist zur irreversiblen Bodenzerstörung führen und Kompensationsmaßnahmen hier zwar im rechtlichen Sinne als solche gewertet werden. In der Realität jedoch kann die Zerstörung von Böden aufgrund der Charakteristik der Bodenbildung nicht kompensiert werden.

Vor diesem Hintergrund sowie den zunehmenden Nutzungskonkurrenzen um die endliche Ressource Boden wurde im § 15 Absatz 3 BNatSchG das Gebot aufgenommen, für die landwirtschaftliche Nutzung besonders geeignete Böden nur im notwendigen Umfang für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in Anspruch zu nehmen. Zur Vermeidung des Flächenentzugs aus der landwirtschaftlichen Nutzung ist vorrangig zu prüfen, ob Ausgleich und Ersatz u. a. durch Entsiegelungen erbracht werden können.

Im Bereich der Bauleitplanung beschränkt sich die Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung auf Vorhaben im Außenbereich sowie auf planfeststellungsersetzende Bauungspläne, da im Bereich der Bauleitplanung nach § 18 Absatz 1 BNatSchG i. V. m. § 1a Absatz 3 BauGB statt der „klassischen“ naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung die sogenannte „planerische“ Eingriffsregelung Anwendung findet. Weil die Eingriffsregelung bereits auf Planungsebene abgearbeitet wird, wird sie bei Einzelvorhaben, die aufgrund von Bauleitplänen zugelassen werden, nicht ein zweites Mal angewendet.

Im Gegensatz zur naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung stellen die Belange von Natur und Landschaft und damit auch der Bodenschutz in der Bauleitplanung nur einen abwägungsrechtlichen Belang dar. Das heißt, dass auch die Eingriffskompensation unter dem Vorbehalt der Abwägung steht. Außerdem fehlt die Differenzierung zwischen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen; erstere schließen hier letztere mit ein.

Die Bewertung von Eingriffen erfolgt in Mecklenburg-Vorpommern landesweit einheitlich nach den "Hinweisen zur Eingriffsregelung" (HzE; LUNG 1999). Für die Bewertung von Straßenbauvorhaben (Bundes- u. Landesstraßen) und für mastenartige Eingriffe wie Antennenträger und Windkraftanlagen gibt es separate Handlungsanleitungen.

Umweltverträglichkeitsprüfung

Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ist ein unselbständiger Bestandteil von Raumordnungs-, Zulassungs-, Genehmigungs- und Planfeststellungsverfahren für bestimmte bauliche Vorhaben, die erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt haben und für die somit gemäß des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) i. V. m. dem Landes-UVP-Gesetz (LUVPG M-V) eine UVP durchzuführen ist. Die UVP dient der Prüfung, ob das Vorhaben den gesetzlichen Umweltstandards u. a. für das Schutzgut Boden entspricht. Die materiellen Umweltschutzanforderungen ergeben sich dabei aus den fachgesetzlichen Bestimmungen für das jeweilige Genehmigungsverfahren. In einer Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) werden der Ist-Zustand sowie alle umweltrelevanten Einwirkungen während der Bau-, Betriebs- und möglichen Nachbetriebsphase ermittelt, beschrieben und bewertet. Das Ergebnis der UVP ist bei der behördlichen Entscheidung über die Zulässigkeit eines Vorhabens zu berücksichtigen.

In Bezug auf das Schutzgut Boden muss die UVS den Bodenzustand und die Vorhabensauswirkungen auf den Boden hinreichend aussagekräftig beschreiben und diese bewerten. Die Arbeitshilfe „Unterrichtung über voraussichtlich beizubringende Unterlagen bzw. Scoping nach § 5 UVPG“ (LUNG 2001) enthält für die Beschreibung des Schutzgutes „Boden und geologischer Untergrund“ sowie dessen vorhabensbedingten Veränderungen eine Zusammenstellung möglicher Leitparameter. Der Umfang ist dabei einzelfallabhängig und richtet sich nach den vorhabensbedingten Auswirkungen auf den Boden. Im Straßenbau ist das Merkblatt für die Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung (MUVS) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen zu beachten.

In einer UVS nach § 6 UVPG ist das Schutzgut Boden im Zuge der Vorplanung bei der Ermittlung des Raumwiderstandes (Konfliktichte) eines Planungsraumes, bei der Entwicklung von Varianten und bei den Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung zu berücksichtigen.

Bodenfunktionsbewertung

Die Bodenfunktionsbewertung ist neben der Kenntnis der örtlichen Bodenzustände grundlegend für die Berücksichtigung des Bodenschutzes in Planungs- und Genehmigungsverfahren. Dies gilt sowohl für die Bewertung der abwägungserheblichen Belange innerhalb der planerischen Abwägung, als auch für die Bewertung der vorhabensbezogenen Auswirkungen in Genehmigungsverfahren sowie bei der UVP und in der Eingriffsregelung, die oft Bestandteil dieser Verfahren sind.

Ziel der Bewertung ist es, die Inanspruchnahme von Böden auf das unerlässliche Maß zu beschränken bzw. unvermeidbare Inanspruchnahmen auf Flächen zu lenken, die von vergleichsweise geringer Bedeutung für die Bodenfunktionen sind (z. B. vorgenutzte bzw. versiegelte Flächen, Altlasten) oder auf denen der Eingriff weitgehend kompensiert werden kann.

Weder das Bodenschutz-, noch das Planungs- und Genehmigungsrecht enthalten Vorschriften zur Nutzung bestimmter Methoden zur Bodenfunktionsbewertung. Daher gilt der Grundsatz, dass die Bodenfunktionsbewertung den inhaltlichen Anforderungen der jeweiligen Entscheidungssituation anzupassen ist. Dafür müssen jeweils die Bodenfunktionen bzw. –merkmale erfasst werden.

Gegenstand der Bewertung sind die im BBodSchG aufgeführten Bodenfunktionen (Lebensraumfunktion, Funktion als Bestandteil des Naturhaushalts, als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium und als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte) und deren Bodenteilfunktionen. Von besonderer Bedeutung in Planungsverfahren sind folgende Bodenteilfunktionen:

- Lebensraum für Pflanzen (Biotopentwicklungspotenzial) und natürliche Bodenfruchtbarkeit,
- Funktionen des Bodens im Wasserhaushalt,
- Archiv der Natur- und Kulturgeschichte.

Darüber hinaus ist im Einzelfall zu prüfen, ob weitere Bodenfunktionen betroffen sind. Auch ist die Empfindlichkeit der Böden gegenüber Versauerung, Entwässerung und Erosion in die Betrachtung einzubeziehen.

In Mecklenburg-Vorpommern können für die Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes in Planungs- und Zulassungsverfahren zwei Arbeitsanleitungen des LUNG „Hinweise zur Eingriffsregelung“ (1999, siehe oben) und "Unterrichtung über voraussichtlich beizubringende Unterlagen- § 5 UVP" (2001, siehe oben) sowie das Kartenwerk der "Landesweiten Analyse und Bewertung der Landschaftspotenziale in M-V" (1996) herangezogen werden. Diese Anleitungen zur Bewertung der Bodenfunktionen/-potenziale wurden auf der Grundlage des zum Zeitpunkt der Erarbeitung vorhandenen Kenntnisstandes, vorliegender Regelwerke und der landesweit vorhandenen Datengrundlagen erarbeitet. Die Berücksichtigung der im BBodSchG aufgeführten Bodenfunktionen erfolgt dabei unvollständig.

Weiterhin kann zur Auswahl geeigneter Methoden zur Bodenfunktionsbewertung auf folgende Arbeitshilfen und Berichte der LABO zurückgegriffen werden:

- „Orientierungsrahmen zur zusammenfassenden Bewertung von Bodenfunktionen“
- „Archivböden – Empfehlungen zur Bewertung und zum Schutz von Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte“ (3/2011), „Zusammenfassende Empfehlungen zur Bewertung und zum Schutz von Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte“ und Informationsblatt „Auf Spurensuche – Archivböden“.

Weitere verfügbare Methoden zur Bodenfunktionsbewertung sind im aktualisierten Methodenkatalog der Ad-hoc-AG Boden (2007) zu finden. In diesem Papier werden bestehende Methoden vergleichbar charakterisiert, bewertet und Hilfestellungen zur Anwendung der Bewertungsmethoden in der Planungspraxis entwickelt.

Die in anderen Bundesländern angewandten Methoden zur Bodenfunktionsbewertung sind hinsichtlich Datenbedarf und Aussagequalität sehr unterschiedlich; eine länderübergreifende Vergleichbarkeit ist kaum gegeben (Ad-hoc-AG Boden 2007). Ursache hierfür sind die unterschiedlichen naturräumlichen Gegebenheiten, teilweise unterschiedlichen Datengrundlagen, unterschiedliche Zielaussagen sowie Bewertungsskalen. Die Entwicklung und Anwendung unterschiedlicher Methoden in den Ländern hat u. a. zur Folge, dass Ergebnisse nicht vergleichbar sind und in der Planung länderübergreifender Vorhaben (z. B. bei länderübergreifenden Verkehrsvorhaben) das Schutzgut Boden nicht vergleichbar berücksichtigt werden kann. Auch aus diesem Grunde ist es notwendig, eine Auswahl standardisierter Bewertungsverfahren bereitzustellen.

Bewertung

Bodenschutz

Die Verankerung des Grundsatzes des sparsamen und schonenden Umgangs mit der Ressource Boden im § 1 Absatz 2 LBodSchG M-V hat diesen gegenüber der Festlegung als abwägungsrelevanten Belang bei der Aufstellung von Bauleitplänen gestärkt.

Die Bodenschutzbehörden sind gefordert, über die Behördenbeteiligung in Planungs- und Genehmigungsverfahren zu veranlassen, dass die Bodenschutzbelange hinreichend berücksichtigt werden.

Raumordnung und Landesplanung

Die Programmsätze der Landesplanung mit den Zielen bzw. Grundsätzen zum sparsamen Umgang mit Boden und Fläche haben mit dem LEP M-V 2016, insbesondere im Hinblick auf den Ressourcenschutz an Deutlichkeit, Umfang und Gewicht gewonnen.

Bauleitplanung

Planerische Grundsätze müssen im Rahmen von Planungsverfahren berücksichtigt werden, d. h., dass sie – anders als Ziele der Raumordnung – der planerischen Abwägung unterliegen.

Der Bodenschutz stellt in der Bauleitplanung oder auch in der Raumplanung generell einen in der Abwägung zu berücksichtigenden abwägungserheblichen Belang dar. (Die Ausnahme bilden Bodenschutzsanierungsgebiete, welche aber in Mecklenburg-Vorpommern bislang noch nicht festgesetzt wurden.) Die planungsrechtlichen Bodenschutzklauseln erhalten dadurch lediglich eine deklaratorische Funktion und das Abwägungsgebot selbst wird zur zentralen planerischen Bodenschutznorm (Durner 2008).

So können sich die Gemeinden im Rahmen der Abwägung für die Bevorzugung eines Belanges zulasten eines anderen entscheiden und z. B. bei der Ausweisung eines Gewerbegebietes die Unternehmensansiedlung gegenüber dem Bodenschutz bevorzugen, soweit kein Abwägungsfehler vorliegt.

Insgesamt ist festzustellen, dass der Boden – anders als die übrigen Umweltkomponenten – im Rahmen der planungsrechtlichen Abwägungen eine eher untergeordnete Rolle spielt. Nur sehr selten sind in Deutschland bislang Planungen aufgehoben worden, weil der Bodenschutz unzureichend in der Abwägung berücksichtigt wurde. Durner (2008) sieht die Ursachen hierfür vor allem darin, dass den planerischen Entscheidungsträgern die Wertigkeit des Schutzguts Boden im Rahmen der Ermittlung der abwägungsrelevanten Belange durch die zuständigen Fachbehörden zumeist nicht hinreichend vermittelt wird.

Daher ist es aus bodenschutzfachlicher Sicht besonders wichtig, dass die Unteren Bodenschutzbehörden im Rahmen der Beteiligung als Träger öffentlicher Belange (TöB) die Gemeinden sachgerecht in den Bauleitplanverfahren unterstützen. Sie sollen frühzeitig darauf Einfluss nehmen können, dass das Schutzgut Boden im gesetzlich und fachlich notwendigen Umfang in den Untersuchungsrahmen einbezogen (Scoping) und bei der weiteren Planung

und Durchführung ausreichend berücksichtigt wird (Umweltbericht, zusammenfassende Erklärung, Monitoring). Die Anwendung des LABO-Leitfadens „Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB“ und des Mustererlasses zur Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und im Baugenehmigungsverfahren (ARGEBAU 2001) gewährleisten dies.

Nicht nur die im dBAK erfassten Daten zu Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen, sondern auch die bislang erfassten Gebäudebrachen des ländlichen Raumes sollen für die Zusammenstellung des Abwägungsmaterials in der Bauleitplanung durch die planaufstellenden Gemeinden genutzt werden.

Raumbedeutsame Fachplanungen

Aufgrund der Bedeutung der Landschaftsplanung für Planungsverfahren (Datengrundlage für Erfassung und Bewertung von Bodenfunktionen, Abwägungsmaterial) sollten bei den nächsten Überarbeitungen von GLP und GLRP alle Bodenfunktionen berücksichtigt werden, denn die aktuelle Bewertung des Schutzgutes Boden und seiner Funktionen bildet die Bodenfunktionen (z. B. die natürliche Ertragsfähigkeit) nach § 2 BBodSchG nicht vollständig ab.

Genehmigungsverfahren

Die Entscheidung über die Zulässigkeit einer bestimmten Bodennutzung ist bereits im Rahmen der Bauleitplanung getroffen worden. Die materiell-rechtlichen Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes sind im Genehmigungsverfahren über die gegebenenfalls erforderliche UVP und die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung in das Verfahren zu integrieren. Wie auch in den Verfahren der Bauleitplanung ist es aus bodenschutzfachlicher Sicht besonders wichtig, dass die Unteren Bodenschutzbehörden im Rahmen der TöB-Beteiligung frühzeitig darauf Einfluss nehmen, dass das Schutzgut Boden im gesetzlich und fachlich notwendigen Umfang in den Untersuchungsrahmen einbezogen und bei der weiteren Planung und Durchführung ausreichend berücksichtigt wird. Die Einhaltung der bodenschutzbezogenen Anforderungen ist über Nebenbestimmungen zur Genehmigung, wie die Beauftragung einer Bodenkundlichen Baubegleitung, sowie in der späteren Vorhabensüberwachung sicherzustellen.

Besondere Bedeutung für den Bodenschutz hat die Rückbauverpflichtung bei den baurechtlich privilegierten Vorhaben im Außenbereich, einschließlich der Verpflichtung zur Beseitigung der Bodenversiegelung nach § 35 Absatz 5 Satz 2 BauGB. Hier kommt es darauf an, dass die mit der Erklärung übernommene Rückbauverpflichtung hinreichend konkret (vollständige Bodenentsiegelung einschließlich Fundamentbeseitigung) und erfüllbar sein muss. Mit Blick allein auf die mehr als 1.700 onshore-Windenergieanlagen in Mecklenburg-Vorpommern (Stand 2014; Deutsche Windguard 2015) mit einer durchschnittlichen Lebensdauer von 20 Jahren wird ebenfalls klar, dass die konsequente Durchsetzung dieser Rückbauverpflichtung auch aus Bodenschutzsicht erforderlich ist bzw. sein wird. Die baurechtliche Regelung zur Rückbauverpflichtung gilt allerdings nicht für Vorhaben, deren bisherige Nutzung vor dem Stichtag 20.07.2004 zulässigerweise aufgenommen wurde.

Eingriffsregelung

Insgesamt ist es problematisch, dass die Maßstäbe für den vorsorgenden Bodenschutz in Planungs- und Genehmigungsverfahren fachlich noch nicht hinreichend konsolidiert und systematisiert worden sind. Dies gilt besonders für das Zusammenwirken von Natur- und Bodenschutz bei Landschaftsplanung und Eingriffsregelung; hier sind Bewertungsunterschiede und differierende Vollzugsansätze in den einzelnen Bundesländern besonders auffallend.

Die Eingriffsregelung kann aufgrund zahlreicher rechtlicher und faktischer Einschränkungen nur unzureichend zum Schutz des Bodens und zur Begrenzung des Flächenverbrauchs beitragen.

Für den Bodenschutz stellt es sich als besonders nachteilig dar, dass die planungsrechtliche Eingriffsregelung im Vergleich zur naturschutzrechtlichen Regelung kaum mehr Steuerungsmöglichkeiten besitzt – und das gerade in der Bauleitplanung, die maßgebliche Entscheidungen zum Flächenverbrauch trifft.

Mit Blick auf eine konsequent bodenschonende und versiegelungsarme Umsetzung von Baumaßnahmen sollte das dem Vermeidungsprinzip (Minimierung der Eingriffsfolgen) zugrunde liegende Vorsorgeprinzip beim Vollzug der Eingriffsregelung stärkere Beachtung finden.

Aus Sicht des Bodenschutzes besteht für die HzE Anpassungs- und Aktualisierungsbedarf insbesondere bezüglich der

- Anforderungen an die Erfassung des Bodenzustands (= Bewertungsgrundlage)
- Regelungen für die Bewertung des Bodenzustands (Status Quo)
- Beschreibung und Bewertung der vorhabenbedingten Auswirkungen auf den Boden
- Regelungen für bodenbezogene A-/E-Maßnahmen.

In den weitgehend auf Biotoptypen ausgerichteten Wertesystemen werden die Bodenfunktionen gemäß BBodSchG nicht vollständig abgebildet. Sind durch den Eingriff lediglich Bodenfunktionen mit allgemeiner Bedeutung nach HzE betroffen, erfolgt die Eingriffsbeurteilung nur anhand der beeinträchtigten Biotoptypen. Nur soweit Bodenfunktionen mit besonderer Bedeutung betroffen sein können, hat eine gesonderte Bewertung und Erfassung zu erfolgen und ergibt sich im Bedarfsfall eine spezifische Kompensationsverpflichtung. Die Definition von Funktionsausprägungen mit besonderer Bedeutung der HzE entspricht aber nicht dem Umfang und der Bedeutung der natürlichen Bodenfunktionen für die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes.

In der Praxis werden Eingriffe in den Boden aus Kostengründen oft durch Maßnahmen ausgeglichen, die vor allem der Verbesserung der biotischen Verhältnisse dienen, z. B. Gehölzpflanzungen. Aus Bodenschutzsicht wichtige abiotische Funktionen bleiben mitunter unberücksichtigt. So wird die Schaffung von Rohboden-Biotopen aufgrund ihrer Nährstoffarmut naturschutzfachlich hoch bewertet. Diese Standorte sind jedoch in Bezug auf ihre abiotischen Bodenfunktionen von geringer Bedeutung.

Eingriffsverursacher können nicht pauschal verpflichtet werden, versiegelte Flächen zu entsiegeln. Für die Kompensation von Versiegelungen geben die HzE als Alternative zu Entsiegelungsmaßnahmen die Extensivierung bisher intensiv genutzter Flächen vor.

Für eine stärkere Berücksichtigung des Schutzguts Boden bei der Auswahl und Bemessung der Kompensationsmaßnahmen sollten Rückbau und Entsiegelung als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen höher bewertet werden, um die Attraktivität dieser vergleichsweise teuren Kompensationsmaßnahmen zu steigern. Der einfache Zugriff auf Informationen zu verfügbaren Rückbauobjekten und Entsiegelungspotenzialen ist für Planer oder Vorhabensträger nicht möglich. Kommunale Brachflächen- und Entsiegelungskataster, wie sie in anderen Bundesländern schon existieren und in denen für eine Renaturierung zur Verfügung stehende Brachflächen katalogisiert und vorgehalten werden, gibt es in Mecklenburg-Vorpommern noch nicht. Dort, wo diese Datenbanken noch nicht vorliegen, scheitern Entsiegelungsmaßnahmen zur Eingriffskompensation oft schon am zu hohen Ermittlungsaufwand für geeignete Flächen. LABO und ArgeLandentwicklung (2011) empfehlen den Kommunen deshalb, entsprechende renaturierungsbedürftige Flächen zu recherchieren und vorzuhalten.

Die von der Landgesellschaft exemplarisch im dBAK erfassten Daten zu Gebäudebrachen, die für eine Renaturierung in Frage kommen, könnten für den Aufbau entsprechender Datenbanken genutzt bzw. weiterentwickelt werden.

Zu diskutieren ist, wie sich die oben genannten, bodenbezogenen Anforderungen an eine Eingriffsbeurteilung und –kompensation umsetzen lassen, das heißt, ob eine hinreichende Integration in die HzE möglich ist oder ob eine Umsetzung in einem separaten Regelwerk (wie z. B. in Baden-Württemberg bereits erfolgt) notwendig ist.

Umweltverträglichkeitsprüfung

Der UBA-Bericht „Evaluierung des UVPG des Bundes“ (Führ et al. 2009) kommt insgesamt zu dem Ergebnis, dass die UVP zu einer deutlich besseren und transparenteren Betrachtung der Umweltbelange führt, als es in Verfahren ohne UVP der Fall ist. Von besonderer Bedeutung ist dabei die frühzeitige Beteiligung der Fachbehörden. Als Defizite werden insbesondere die integrative Betrachtung der Umweltgüter, die Entwicklung von Vermeidungsmaßnahmen und die Alternativenprüfung benannt. Vorsorgeorientierte Maßnahmen zur Vermeidung von negativen Umweltauswirkungen würden weniger Beachtung finden als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. Kritisch hinterfragt wurde auch die vorrangige Bewertung der ermittelten negativen Umweltauswirkungen selbst großer Infrastrukturvorhaben als nicht erheblich bzw. vollständig kompensierbar. Als Hauptschwachpunkt der UVP-Umsetzung wurde das Vollzugsdefizit der UVP identifiziert. Die Stärkung des Vollzugs und der notwendigen (personellen) Ressourcen zur Umsetzung der UVP werden als wesentlich für eine Optimierung der UVP angesehen.

In Bezug auf den vorsorgenden Bodenschutz lässt sich ableiten, dass der aktiven Beteiligung der Bodenschutzbehörden und der Übermittlung standortbezogener Bodendaten und bodenschutzrechtlicher Anforderungen bei der UVP ein hoher Stellenwert zukommt. Eine angemessene Bewertung der Vorhabenauswirkungen auf den Boden und seine Funktionen muss sich an den bodenschutzrechtlichen Maßstäben (Bodenfunktionen nach § 2 Absatz 2 BBodSchG) und Anforderungen (z. B. § 4 Absatz 1 BBodSchG, §§ 6, 7 BBodSchG) orientieren. Die Behandlung des Schutzgutes Bodens hat im gleichen Maße wie bei den anderen Umweltgütern zu erfolgen. Wie auch in anderen Bereichen ist davon auszugehen, dass die Abarbeitung des Themas Bodens im Rahmen der UVP nicht immer in hinreichendem Maße erfolgt.

Bodenfunktionsbewertung

Die bundesweit bearbeiteten "Methodensammlungen" haben bislang keinen Eingang in die einschlägigen Arbeitshilfen des Landes gefunden. Ein landesspezifisches Regelwerk mit vorgeschriebener Methodenanwendung zur Bewertung von einzelnen Bodenfunktionen gibt es noch nicht. In Mecklenburg-Vorpommern existiert lediglich ein naturschutzbezogenes Bodenfunktionsbewertungsverfahren (IWU 1996). Jedoch wird seit dem Jahr 2015 unter der Berücksichtigung der aktuellen bodengeologischen Datengrundlagen ein landeseinheitliches, vollzugstaugliches Bodenfunktionsbewertungsverfahren konzeptionell erarbeitet. Die konzipierten Methoden sollen eine Bewertung unabhängig der eingangs vorliegenden Bodeninformationen und Kartenmaßstäbe zulassen.

Die Bodenfunktionen, die entsprechend der Vorgaben der Arbeitshilfen des Landes z. B. im Rahmen von Eingriffsregelung und UVP betrachtet werden müssen, bilden die Bodenfunktionen nach § 2 Absatz 2 BBodSchG nur unvollständig ab. So wird Ackerböden naturschutzfachlich ein deutlich geringerer Wert beigemessen als aus Sicht des Bodenschutzes. Die Gefahr besteht, dass in den Verfahren wesentliche Bodenfunktionen unberücksichtigt bleiben. Deshalb wäre die Entwicklung eines praktikablen Verfahrens für eine landesweite Bewertung von Bodenfunktionen im Land hilfreich.

Qualitäts- und Handlungsziele

Ziel ist es, das Bewusstsein für die Belange des Bodens bei allen Akteuren (Gemeinden, Planern, Bauherren) und Entscheidungsträgern zu erhöhen.

Vorhaben sollen so geplant werden, dass die Inanspruchnahme von Böden auf das Mindestmaß beschränkt wird und auf Flächen gelenkt werden, die vergleichsweise von geringerer Bedeutung für die natürlichen Bodenfunktionen sind.

Die Rückbauverpflichtungen bei privilegierten Vorhaben im Außenbereich (z. B. Windenergie- und Biogasanlagen) sind konsequent umzusetzen.

Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen müssen bei vorhabensbedingten Eingriffen in den Boden soweit wie möglich vermieden werden. Mit der verbindlichen Verankerung der Bodenkundlichen Baubegleitung als Nebenbestimmung zur Vorhabensgenehmigung kann hierzu beigetragen werden.

Der Vorrang der Innenentwicklung und die Bodenschutzklausel sollen im Rahmen der Bauleitplanung konsequent umgesetzt werden.

Ziel ist die Anwendung des LABO-Leitfadens „Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB“ bei der Aufstellung von Bauleitplänen.

Bei der Bemessung von Kompensationsmaßnahmen soll das Schutzgut Boden stärker als bisher Berücksichtigung finden und mehr zielgerichtete Maßnahmen zur Kompensation beeinträchtigter Bodenfunktionen umgesetzt werden.

Zur Erhöhung der Attraktivität von Rückbau und Entsiegelung als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme sind der Aufbau von Entsiegelungskatastern und eine höhere Bewertung von Entsiegelungsmaßnahmen anzustreben.

Als Grundlage für die Bodenfunktionsbewertung und die hinreichende Berücksichtigung der Bodenbelange in der Planung sind die Datengrundlagen weiter zu aktualisieren (Erhebung fehlender Bodendaten).

7 Zusammenfassung und Ausblick

7.1 Status Quo – Aktivitäten im vor- und nachsorgenden Bodenschutz

Vorsorgender Bodenschutz

Mecklenburg-Vorpommern ist ein landwirtschaftlich geprägtes Land. 46,5 % bzw. 1.078.900 ha unseres Landes sind Ackerböden. Eine besondere Verantwortung kommt deshalb dem vorsorgenden Bodenschutz auf landwirtschaftlichen Flächen, speziell dem Handlungsfeld Bodenfruchtbarkeit, zu. Die Verantwortung zum Schutz vor Bodenerosion, zum Erhalt der Bodenstruktur und zum Humuserhalt liegt bei den Bodennutzern, denen das Landwirtschaft- und Umweltressort Hilfestellung im weitesten Sinne bietet.

Die Landwirtschaftsberatung zur Umsetzung der guten fachlichen Praxis wird von der zuständigen Stelle für landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung (LFB) bei der LMS Agrarberatung GmbH wahrgenommen und ist ein entscheidendes Instrument im Vollzug der Vorsorge. Die von ihr regelmäßig veröffentlichten Beratungsempfehlungen zum Bodenschutz geben den aktuellen Anwendungsstandard wieder und sind grundsätzlich zu berücksichtigen. Bei der LFB ist auch das 2011 entwickelte landesweite Erosionsereigniskataster Mecklenburg-Vorpommern (EEK) etabliert. Alle auf landwirtschaftlichen Flächen bekannt gewordenen Erosionsereignisse werden genau erfasst und in Zusammenarbeit mit den jeweils betroffenen Landwirten ausgewertet, so dass ganz gezielt Maßnahmen zur Abwendung erneuter Erosionsereignisse in den real betroffenen Flächenbereichen festgelegt werden. Das EEK ermöglicht erstmals einen umfassenden Überblick hinsichtlich der tatsächlichen Gefahrensituation im Land. Angesichts zunehmend auftretender Extremwetterlagen ist sowohl eine Zunahme an Frühjahresstürmen in noch vegetationslosen Zeiträumen als auch eine Zunahme an Starkregenereignissen zu verzeichnen. Mittlerweile (2016) sind 35 Wasser- und 30 Winderosionsereignisse aufgenommen.

Mit Erfassung der Erosionsereignisse geht auch eine verstärkte Einzelberatung der betroffenen Landwirte einher. Wichtig ist, standortangepasst Vorsorge zu betreiben und ein Bündel von bodenschützenden Vorsorgemaßnahmen zu schnüren. Die Landwirte nehmen die Hinweise zur Flächenbewirtschaftung dankend an und setzen diese auch um.

Im Bereich der Planungs- und Genehmigungsvorhaben ist mit Erlass vom 15.01.2016 die Bodenkundliche Baubegleitung an die unteren Bodenschutzbehörden als das entscheidende Vorsorgeinstrument für Bauvorhaben eingeführt. Mit Inkrafttreten der Landesverordnung über das Landesentwicklungsprogramm am 08.06.2016 gelten umfassende Erfordernisse der Raumordnung zum Schutz des Bodens in Mecklenburg-Vorpommern¹, die zu beachten bzw. zu berücksichtigen sind.

Erstmals im Jahr 2000 wurde in Mecklenburg-Vorpommern das „Moorschutzprogramm“ veröffentlicht und im Jahr 2009 fortgeschrieben. Seither hat das Land Mecklenburg-Vorpommern über Förderrichtlinien ca. 32 Mio. € in den Moorschutz investiert. Allein durch „MoorFutures“ wurden seit 2012 zusätzlich ca. 400 T€ für den Moorschutz eingenommen. Künftige Strategien zur Bewertung und Bewältigung der Folgen des Klimawandels bedürfen der ressortübergreifenden Betrachtung und sind kurzfristig nicht lösbar.

Flankierend bietet das Land im Rahmen der Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) zusätzliche Förderungen mit direkter oder indirekter Ausrichtung auf den vorsorgenden Bodenschutz, z. B. durch

¹ insbesondere die Programmsätze 4.5 (2), 4.5 (12) 2. Absatz und 6.1.3 (1) 1. Absatz als Ziele der Raumordnung sowie die Programmsätze 6.1 (1) und (2), 6.1.3 (1) 2. Absatz ff. und (2) als Grundsätze

- die Förderung von Schutzstreifen im Rahmen der „Richtlinie zur Förderung der Bereitstellung von Strukturelementen auf dem Ackerland“,
- die „Richtlinie zur Förderung der dauerhaften Umwandlung von Ackerflächen in Dauergrünland“ sowie
- die „Richtlinie zur Förderung des Anbaus vielfältiger Kulturen im Ackerbau“.
- Ab 2017 geplant ist die „Richtlinie zur immissionsarmen und gewässerschonenden Ausbringung von Wirtschaftsdüngern“ (mittelbarer Erosionsschutz durch Ausbringungstechnik mit Dammverfahren).

Aus der Förderrichtlinie Naturschutz (NatSchFöRL) können Heckenpflanzungen in der Agrarlandschaft finanziert werden.

Ein zentrales Thema des vorsorgenden Bodenschutzes bleibt die Flächeninanspruchnahme. Im Lichte des demographischen Wandels kommt ihr eine besondere Bedeutung zu. Das Nachhaltigkeitsziel der Bundesregierung, die Flächenneuanspruchnahme bis 2020 deutschlandweit auf 30 ha pro Tag zu senken, erscheint für Mecklenburg-Vorpommern erreichbar. Seit Beginn der landesweiten Flächenstatistik (1992) verlangsamte sich die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche in 2014 auf den niedrigsten Wert von 2,0 ha pro Tag. Der Zielwert für Mecklenburg-Vorpommern 2020 liegt bei maximal 1,2 ha pro Tag. Im Bundesvergleich besitzt Mecklenburg-Vorpommern den niedrigsten Anteil an Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Bodenfläche (8,1 %).

Mit Inkrafttreten der Landesverordnung über das Landesentwicklungsprogramm am 08.06.2016 gelten auch hier umfassende Erfordernisse der Raumordnung zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme in Mecklenburg-Vorpommern², die zu beachten bzw. zu berücksichtigen sind.

Das „Konzept zur Sanierung devastierter Flächen im ländlichen Raum“ aus dem Jahr 2009 wird in der kommenden Legislaturperiode überprüft und fortgeschrieben.

Zur Umsetzung wird seit 2010 das „Rückbauprogramm zur Sanierung devastierter Flächen in ländlichen Räumen“ durch das LM gefördert. Förderfähig sind Abriss- und Entsiegelungsmaßnahmen mit dem Ziel, Gefahren für Mensch und Umwelt zu beseitigen und die Nutzbarkeit versiegelter Flächen wiederherzustellen. Bis 2016 konnten 110 Brachflächen im Land beräumt werden. Dafür wurden 2,1 Mio. € für Rückbaumaßnahmen auf Landesflächen und 2,5 Mio. € für Rückbaumaßnahmen auf privaten und kommunalen Flächen in Mecklenburg-Vorpommern investiert.

Nachsorgender Bodenschutz

Im Bereich der Altlastensanierung ist das Land Mecklenburg-Vorpommern seit über 20 Jahren sehr erfolgreich. Für die Altlastenerkundung und –sanierung auf kommunalen Flächen wurden seit 1991 ca. 51 Mio. € gemäß Altlastenfinanzierungsrichtlinie aus Landesmitteln ausgereicht. Die Sanierung wendebedingter Altlasten hat das Land seit 1991 insgesamt mit 93,8 Mio. € im Rahmen der Altlastenhaftungsfreistellung refinanziert und damit die industrielle bzw. gewerbliche Nachnutzung der Altlastenstandorte durch Investoren ermöglicht. Dazu gehören u. a. die Wertstandorte, Standorte der Erdölindustrie, Gaswerkstandorte, Tanklager und –stellen sowie chemische Reinigungen. Die meisten Sanierungsarbeiten sind abgeschlossen, die wenigen noch offenen Verfahren sollen bis 2020 abgeschlossen werden.

Seit dem 01.12.2014 erfassen alle unteren Bodenschutzbehörden des Landes die belasteten und sanierten Standorte einheitlich im webbasierten digitalen Bodenschutz- und Altlastenkataster Mecklenburg-Vorpommern (dBAK). Die erfolgreiche Einführung und Anwendung des dBAK hat die Verarbeitung von Bodenschutzdaten im Land enorm vereinfacht. Für 2015

² insbesondere die Programmsätze 4.2 (1) und (2) 1. Absatz als Ziele der Raumordnung sowie die Programmsätze 4.1 (1), (3) bis (5), 4.5 (5), 4.6 (7), 5.3 (7) und (9), 6.1.1 (4), 6.1.3 (2) und (5), 7.3 (3) als Grundsätze

wurden 5463 altlastenverdächtige Flächen und 3087 Altlasten erfasst. Die Aufnahme von devastierten Flächen und Erosionsereignissen aus dem Erosionsereigniskataster steht vor dem Abschluss. Aufgrund einer Bodenschutzinitiative des Landes Mecklenburg-Vorpommern befasst sich der Bund seit 2011 intensiver mit dem Thema Winderosion. Die Landesregierung setzt sich dafür ein, im anhängigen Novellierungsverfahren der BBodSchV Regelungen zur Winderosion zu ergänzen.

Dies war ein kurzer Abriss der Aktivitäten im vor- und im nachsorgenden Bodenschutz.

Bodenschutzprogramm

Seit Juli 2011 hat Mecklenburg-Vorpommern ein Landesbodenschutzgesetz (LBodSchG M-V). Mit dem LBodSchG M-V wurden u. a. wichtige Ergänzungen zum landesinternen Vollzug des Bundes-Bodenschutzrechtes umgesetzt. Darin ist auch die Erarbeitung des Bodenschutzprogramms Mecklenburg-Vorpommern als besonderes Instrument des vorsorgenden Bodenschutzes verpflichtend aufgenommen. Der Bodenbericht aus dem Jahr 2002 ist als Teil 1 des Bodenschutzprogramms abgeschlossen. Die Zusammenfassung des nun vorliegenden Teils 2 - Bewertung und Ziele folgt in Ziffer 7.2.

7.2 Zusammenfassung

Hinsichtlich der wachsenden Bedeutung des Bodens im Lichte von möglichen Belastungen (Schadstoffeinträge, Erosion, Verdichtung, Nutzungskonflikte), seiner Bedeutung für die Lebensmittelproduktion sowie seiner Klimabedeutsamkeit bildet das Bodenschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern eine wichtige Grundlage für eine nachhaltige Nutzung unserer Existenzgrundlage Boden. Mit dem Bodenschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern werden Zustand und Einflüsse auf die Böden in unserem Bundesland erstmals systematisch erfasst und bewertet; es wird in drei Teilen erarbeitet.

Der nunmehr vorliegende 2. Teil des Bodenschutzprogramms Mecklenburg-Vorpommern „Bewertung und Ziele“ ergänzt den 1. Teil „Bodenbericht des Landes Mecklenburg-Vorpommern“ (2002) ausgehend von einer aktualisierten Zustandsbeschreibung unter Einbeziehung der derzeit geltenden Umweltstandards. Aktuelle Entwicklungen auf EU-, Bundes- und Landesebene als auch Grundsätze und Ziele der Landesentwicklung und Raumordnung sind in die Bewertung eingeflossen. Bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung wurden sowohl die allgemeinen Grundsätze der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft als auch landesspezifische Erkenntnisse berücksichtigt. Im Ergebnis der Bewertungen sind Umwelt-Qualitäts- und Umwelt-Handlungsziele abgeleitet worden. Diese dienen als Basis für die Konkretisierung des anschließenden 3. Teils des Bodenschutzprogramms Mecklenburg-Vorpommern.

Kapitel 1 gibt eine *fachliche und rechtliche Einführung* rund um die Belange des Umweltbereiches „Bodenschutz“.

Im Kapitel 2 erfolgt eine *aktualisierte Betrachtung zum Zustand der Böden* unseres Landes. Die Grundlage hierzu bildet der ausführliche Bodenbericht Mecklenburg-Vorpommern (LUNG 2002).

Die Aktualisierung betrifft den „stofflichen Zustand“ der Böden in Mecklenburg-Vorpommern hinsichtlich

- anorganischer und organischer Stoffgehalte (neue Hintergrundwerte M-V),
- Nährstoff- und Humusgehalten sowie pH-Werten,
- Gehalten an radioaktiven Elementen,
- Schadstoffgehalten von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten sowie Verdachtsflächen und schädlichen Bodenveränderungen,
- Schadstoffgehalten in potentiell überschwemmungsgefährdeten Gebieten,

- Gehalten an Pflanzenschutzmitteln,
 - Gehalten an Tierarzneimitteln
- sowie den „nicht-stofflichen Zustand“ hinsichtlich
- Bodenerosion,
 - Bodenschadverdichtung und
 - Versiegelung.

In einer sachlichen Darstellung und daraus resultierenden Bewertung wird aufgezeigt, was zum Schutzgut Boden im Land bereits implementiert und erreicht wurde und in welchen Bereichen Optimierungsbedarf besteht. Die jeweiligen Themen enden mit einer Empfehlung von Umwelt-Qualitäts- und Umwelt-Handlungszielen, die mit Blick auf das Schutzgut Boden abgeleitet sind.

In Anlehnung an die geschützten Funktionen des Bodens befassen sich die nachfolgenden Kapitel mit den Einflussfaktoren auf den Boden und seine natürlichen Funktionen (Kapitel 3), seine Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (Kapitel 4) sowie den Einflussfaktoren auf die Nutzungsfunktionen des Bodens (Kapitel 5). Unter Einbeziehung der geltenden Standards wird landesweit betrachtet, welche Einflussfaktoren – als steuerbare Elemente - auf die Böden einwirken und als Ansatzpunkte für eine Verbesserung des Bodenzustandes genutzt werden können. Hieraus resultieren die zu jedem Thema abgeleiteten Qualitäts- und Handlungsziele.

Kapitel 3 beinhaltet die Einflussfaktoren auf die *natürlichen Funktionen des Bodens*. Insbesondere werden hier die „stofflichen Einflussfaktoren“

- Betriebsunfälle, illegale oder unsachgemäße Entsorgung von schadstoffhaltigen Abfällen sowie Havarien im Straßenverkehr,
- Sedimentablagerungen aufgrund von Hochwasserereignissen,
- Düngung und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln,
- Abfallverwertung,
- Schadstoffe aus der Luft,
- Streusalz

sowie die „nicht-stofflichen Einflussfaktoren“

- Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsfläche,
- Abbau von oberflächennahen Rohstoffen,
- Bodenerosion,
- Bodenschadverdichtung sowie
- Klimaänderungen

und ihre Wirkungen auf unsere Böden betrachtet.

Kapitel 4 beschreibt die Einflussfaktoren auf die *Funktionen des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte*. Boden konserviert – je nach seinen physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften – die Spuren seiner langen natürlichen Entstehungsgeschichte und die auf ihn erfolgten anthropogenen Einwirkungen und wird damit zum Archiv der Natur- und Kulturgeschichte. Eine Beeinflussung dieser Bodenfunktionen erfolgt insbesondere durch nichtstoffliche Faktoren wie Bodenab- und –auftrag z. B. im Rahmen von Baumaßnahmen, durch Erosion, Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen sowie durch Abbau oberflächennaher Rohstoffe.

Kapitel 5 betrachtet die Einflussfaktoren auf die *Nutzungsfunktionen des Bodens*. Dabei ist auch die gegenseitige Einflussnahme der Nutzungsfunktionen untereinander zu beachten. Als Schwerpunkt der weiteren Erwägungen wurde hier die Sicherung der Böden für eine nachhaltige land- und forstwirtschaftliche Nutzung sowie für die Vorsorge im Bereich sensibler Nutzungen in Siedlungsgebieten (z. B. Kinderspielplätze) herausgearbeitet.

Das anschließende Kapitel 6 befasst sich mit den Belangen des Bodenschutzes *in Planungs- und Genehmigungsverfahren* – ein sehr konflikträchtiger Bereich, da hier verschiedenste Schutz- und Nutzungsinteressen unmittelbar konkurrieren. Maßgeblich für dieses Kapitel ist das transparente Zusammenwirken aller Betroffenen und Entscheidungsträger, ohne deren Unterstützung die Bewältigung dieser Querschnittsaufgabe kaum lösbar ist. Hier hat es sich als besonders wichtig herausgestellt, das Bodenbewusstsein im Gesamtkontext zu schärfen, um schon bestehende sowie ergänzende bodenschützende Maßnahmen in den jeweiligen Verfahren zu etablieren.

Die in den einzelnen Kapiteln für einen nachhaltigen Bodenschutz herausgearbeiteten Qualitäts- und Handlungsziele sollen Arbeitsgrundlage für den anschließenden 3. Teil des Bodenschutzprogramms sein. Nachfolgend lassen sie sich wie folgt inhaltlich zusammenfassen:

Kapitel	Bezeichnung	Qualitäts- und Handlungsziele
2	Zustand der Böden	
2.1	Stofflicher Zustand	
2.1.1	Anorganische und organische Stoffe – Hintergrundwerte	Um den Anforderungen des BBodSchG und LBodSchG - die Funktionen des Bodens nachhaltig zu sichern und den guten Zustand zu erhalten – gerecht zu werden, wird angestrebt, die Vorsorgewerte der BBodSchV flächendeckend einzuhalten und den besseren vorhandenen Zustand zu erhalten. Einer Schadstoffauffüllung bis zur Erreichung der Vorsorgewerte soll entgegengewirkt werden. Bei der landwirtschaftlichen Nutzung ist die gute fachliche Praxis nach § 17 BBodSchG standortbezogen einzuhalten, um die Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource nachhaltig zu sichern. Bestehende Kenntnisdefizite sind auszuräumen. Gebiete mit erhöhten Hintergrundwerten sollten deshalb identifiziert werden.
2.1.2	Nährstoff- und Humusgehalte sowie Bodenreaktion	
2.1.2.1	Landwirtschaftlich genutzte Flächen	<p><u>Nährstoffgehalte</u></p> <p>Grundlage für den fachlich begründeten Einsatz von Nährstoffen auf landwirtschaftlichen Flächen ist der sich aus dem Bodenvorrat des Standortes und dem Nährstoffbedarf der jeweiligen Fruchtart in Abhängigkeit von Ertragsniveau und Produktionsziel ergebende Düngebedarf. Ausgehend vom jeweiligen Nährstoff und den Fruchtbarkeitsfaktoren ließen sich folgende Ziele identifizieren:</p> <p><i>Stickstoff und Schwefel</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • weitere Erhöhung der Effizienz der Stickstoff- und Schwefeldüngung • Optimierung aller pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Maximierung der Stickstoffabfuhr von den Flächen • bessere Anpassung der Stickstoff- und Schwefel-

		<p>düngung an Standort- und Witterungsbedingungen</p> <ul style="list-style-type: none">• keine Überschreitung des nach DüV fachlich zulässigen Überhangs bei Stickstoff• Verbesserung der Ausnutzung des Stickstoffs, der mit organischen Düngern zugeführt wird <p><i>Phosphor, Kalium und Magnesium</i></p> <ul style="list-style-type: none">• langfristiges Anstreben eines ausgeglichenen Nährstoffstatus (Gehaltsklasse C)• Vermeidung von überhöhten Bodengehalten (Gehaltsklasse E) und sehr niedrigen Bodengehalten (Gehaltsklasse A)• bei Gülle-, Gärrest- und Klärschlammdüngung Einhalten einer ausgeglichenen Nährstoffbilanz bei Phosphor zur Vermeidung von Phosphoranreicherungen im Boden (> Gehaltsklasse D) <p><i>Bor, Kupfer, Mangan, Zink, Molybdän</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Sicherung einer optimalen Ernährung der Pflanzen mit Mikronährstoffen• Düngung von Mikronährstoffen nur bei nachgewiesenem Bedarf• Nachweis des Mikronährstoffbedarfs durch Boden- und Pflanzenuntersuchungen• Monitoring zum Niveau der Mikronährstoffgehalte in intensiven Fruchtfolgen mit hohem Raps-, Rüben- und Weizenanteil sowie bei langjährigem Klärschlamm- und Gülleeinsatz <p><u>Humus</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Sicherung der Reproduktion der organischen Substanz zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und des Nährstoffspeicherungspotentials• Erhaltung der standorttypischen Humusgehalte• Vermeidung von extrem positiven und negativen Humussalden• punktuelles Monitoring der Humusgehalte auf dem Ackerland in Abhängigkeit von der Bodenart, der Bewirtschaftungsweise, dem Viehbesatz und der Fruchtfolge• kontinuierliche Überwachung des Humusgehaltes auf Flächen mit einer langjährigen negativen Humusbilanz (Maisfruchtfolgen zur NaWaRo-Produktion, Getreidefruchtfolgen mit laufendem Strohverkauf) <p><u>Bodenreaktion</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Beseitigung extremer Versauerung auf landwirtschaftlichen Standorten (Gehaltsklassen A und B)
--	--	---

2.1.2.2.	Forstwirtschaftlich genutzte Flächen	<p>Ausgehend von den vorliegenden Erkenntnissen wurden folgende Ziele herausgearbeitet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bodendegeneration durch nutzungsbedingte Nährstoffentzüge gilt es zu vermeiden. • Die Leistungsfähigkeit der Böden ist durch eine standortsgerechte Baumartenwahl zu erhalten bzw. zu verbessern. • Die negativen Rückwirkungen (wie Eutrophierung und Versauerung) auf unsere Waldökosysteme infolge anthropogener Stickstoffeinträge sind weiter zu minimieren. • Günstige Kohlenstoffvorräte in den Waldböden sollen erhalten oder durch geeignete Maßnahmen entwickelt werden.
2.1.3	Radioaktivitätsgehalt	<p>Qualitäts- und Handlungsziele ergeben sich aus der Zweckbestimmung des StrVG, das als direkte Folge des Reaktorunfalls in Tschernobyl 1986 erlassen wurde. Danach ist „die Strahlenexposition der Menschen und die radioaktive Kontamination der Umwelt im Falle von Ereignissen mit möglichen nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen unter Beachtung des Standes der Wissenschaft und unter Berücksichtigung aller Umstände durch angemessene Maßnahmen so gering wie möglich zu halten.“ Folgerichtig werden bereits umfassende und flächendeckende Messungen durchgeführt, um Ereignisse mit möglichen nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen unabhängig von möglichen Quellen erfassen zu können. Defizite, die darüber hinausgehende Handlungsziele begründen könnten, sind derzeit nicht erkennbar.</p>
2.1.4	Schadstoffgehalte von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten sowie Verdachtsflächen und schädlichen Bodenveränderungen	<p>Die Altlastensanierung ist komplex und zeitaufwändig. Obwohl im Land schon viel erreicht wurde (von der Erkundung bis zur Sanierung), besteht in Einzelfällen noch weiterer Handlungs- bzw. Überwachungsbedarf. Um die Flächeninanspruchnahme in Mecklenburg-Vorpommern dauerhaft reduzieren zu können, müssen Instrumente entwickelt werden, um Altlasten einer geeigneten Nachnutzung und damit dem Flächenkreislauf wieder zuzuführen.</p> <p>Ziele sind,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Altlastensanierung inklusive Monitoring in den nächsten Jahrzehnten abschließen zu können. • Für die Entlassung der Deponien aus der Nachsorge ist ein abgestimmtes Konzept des Landes zu entwickeln. • Für die Erkundung und Sanierung altlastenverdächtiger Flächen und Altlasten sowie für geeignete Nachnutzungsmöglichkeiten sollen die finanziellen Anreize erhalten werden. Aktuelle und künftige Förderprogramme sollten auf entsprechende Synergien überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. • Es sollen praktikable Empfehlungen entwickelt und gegebenenfalls neue Regelungen geschaffen werden, um künftig Schadstoffeinträge bereits im Vorwege stärker unterbinden zu können. Die Entste-

		<p>hung schädlicher Bodenveränderungen und zukünftiger Altlasten gilt es zu vermeiden, indem z. B. bodenbezogene wasser-, immissionsschutz- und abfallrechtliche Anforderungen zum Anlagenbetrieb konsequenter durchgesetzt und gegebenenfalls sanktioniert werden.</p>
2.1.5	Schadstoffgehalte in potentiell überschwemmungsgefährdeten Gebieten	<p>In überschwemmungsgefährdeten Gebieten ist ein besonders sensibler Umgang mit dem Boden geboten. Nutzungsbedingte zusätzliche Schadstoffeinträge sollten unbedingt vermieden werden. Die Belastungssituation von Stoffen, die üblicherweise auf Böden aufgebracht werden (z. B. Klärschlamm, Gärreste) ist konsequent zu berücksichtigen. Einer „Auffüllung“ an Schadstoffgehalten ist entgegen zu wirken. Handlungsziele sind,</p> <ul style="list-style-type: none"> • alle potentiell überschwemmungsgefährdeten Gebiete mit Überschreitung der Vorsorgewerte auszuweisen (betroffene Flächen ermitteln), • für die Landnutzung schadstoffbelasteter Gebiete ergänzende standortbezogene Anforderungen – z. B. zur guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung - zu entwickeln.
2.1.6	Gehalte an Pflanzenschutzmitteln	<p>Im Ergebnis der Erkenntnisse wurden folgende Handlungsziele ermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insbesondere die Einführung und Weiterentwicklung von Pflanzenschutzverfahren mit geringen Pflanzenschutzmittelanwendungen im integrierten Pflanzenschutz und im ökologischen Landbau sollten gefördert werden, um den Boden stärker zu schützen. • Ein Bodenmonitoring für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen sollte entwickelt und in ausgewählten Bereichen implementiert werden, um belastbare Aussagen zu erhalten. • Langfristig sollte ein teilflächenspezifischer Pflanzenschutzmitteleinsatz unter Berücksichtigung des Bodenzustands (u. a. Bodenart, Bodenfeuchtigkeit, Humusgehalt) möglich sein. Hierfür sind die Voraussetzungen zu optimieren, z. B. Bodenanalysen und/oder großmaßstäbige digitale Bodenkarten.
2.1.7	Tierarzneimittel	<p>Ziel ist es, die Anwendung von Arzneimitteln bei landwirtschaftlichen Nutztieren und den damit einhergehenden Eintrag dieser Substanzen, insbesondere von Antibiotika, in die Umwelt zu minimieren.</p> <p>Weitere Ursachenforschung ist erforderlich, da mögliche Auswirkungen der Rückstände im Boden nach dem derzeitigen Kenntnisstand fachlich nicht vollständig einzuschätzen sind. Insgesamt sollten die Aussagen zum Gehalt und zum Verhalten von Tierarzneimitteln vertieft werden. Eine weitere Erfassung der Einträge ist anzustreben.</p> <p>Eine Bewertung auf repräsentativer Basis ist erforderlich. Dabei sollte ein Monitoring der Einträge durch die Erfassung und Auswertung der in Verkehr gebrachten pharmakolo-</p>

		<p>gisch wirksamen Substanzen erfolgen, wobei die Erfassung der direkten Abgabe von Arzneimitteln an Tierhalter sowie deren Qualität in M-V als günstig anzusehen ist.</p> <p>In dem Zusammenhang wäre eine Untersuchung darauf, inwieweit diese Rückstände auch im Aufwuchs (z. B.) in Nutzpflanzen gelangen können, von Interesse.</p>
2.2	Nicht-stofflicher Zustand	
2.2.1	Bodenerosion	<p>Die Bodenerosion ist ein natürlicher Prozess, der nicht völlig verhindert werden kann. Sie kann und sollte aber auf ein akzeptables Maß reduziert werden. Umwelt-Qualitätsziel ist die Verminderung der Bodenerosion auf Ackerflächen, um schädliche Auswirkungen auf Landnutzung und Umwelt zu vermeiden.</p> <p>Folgende Handlungsziele wurden identifiziert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Digitalisierung der Bodenschätzungsdaten für M-V ist zeitnah abzuschließen. • Zur Erfassung und Bewertung der aktuellen Winderosion fehlt ein geeignetes Konzept mit entsprechenden Kriterien, das noch zu entwickeln ist. • Für die Beurteilung der Schädlichkeit eines Wind- und Wassererosionsereignisses fehlen Zusatzkriterien, die abzuleiten sind. • Eine Methodik zur Berechnung potentiell erosionsgefährdeter Tiefenlinien fehlt und sollte entwickelt werden. • Das bestehende Erosionsereigniskataster für Wind und Wasser ist weiter zu führen und ggfls. zu aktualisieren.
2.2.2	Bodenschadverdichtung	<p>Die dauerhafte Sicherung eines stabilen Porensystems zur standortgerechten Luft- und Wasserversorgung der Pflanzen und zum Erhalt der Wasseraufnahmefähigkeit ist anzustreben. Dadurch wird auch ein Beitrag zur Vermeidung von Erosion geleistet.</p> <p>Ziel ist es,</p> <ul style="list-style-type: none"> • bestehende Bodenschadverdichtungen so weit wie möglich zu reduzieren bzw. zu beseitigen. Hierfür sollte der Verdichtungsgrad und –umfang der Böden sukzessive identifiziert werden. • Vor der Anwendung von Maßnahmen zur Beseitigung/Reduzierung von Bodenverdichtungen im Unterboden sollte der Umfang bekannt sein, der Grad der einzuleitenden Maßnahmen (Spurenlockerung, Flächenlockerung) definiert werden und nachsorgende Maßnahmen (z. B. Anbau von Tiefwurzlern) realisierbar sein. • Für die Umsetzung sowohl vor- als auch nachsorgeorientierter Maßnahmen ist es erforderlich, die Datenlage auf Landesebene über die aktuelle Situation zu verbessern. <p>Im Hinblick auf die notwendige Schaffung einer alle Kriterien</p>

		umfassenden Bewertungsgrundlage ist es notwendig, die vorhandenen Indikatormodelle zu vervollständigen und zu validieren.
2.2.3	Versiegelung	<p>Die Bodenversiegelung durch Siedlungs- und Verkehrsflächen ist auf das zwingend notwendige Maß zu begrenzen. Die Gemeinden haben bei der Zusammenstellung des Abwägungsmaterials die umfangreichen Informationen des dBAK zu vorhandenen Brachflächenpotenzialen zu nutzen. Die Gemeinden nutzen die Unterstützung der Bodenschutzbehörden als Träger öffentlicher Belange in den Bauleitplanverfahren.</p> <p>Bodenschutzbelange sind hinsichtlich der Reduzierung von Neuversiegelungen konsequent in Planungs- und Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen. Die Neuausweisung von Siedlungs- und Verkehrsflächen auf bislang unbebauten Flächen soll landesweit reduziert werden. Ziel ist die konsequente Nachnutzung bereits beeinträchtigter Flächen, da die Verluste an Bodenfunktionen bei der Inanspruchnahme vorgeschädigter Böden geringer ausfallen und bislang unbebaute Flächen vor einer Versiegelung bewahrt werden.</p> <p>Auf Brachflächen, die für eine Um- oder Nachnutzung nicht geeignet sind, sollte die Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen (durch Rückbau, Entsiegelung, Tiefenlockerung etc.) angestrebt werden.</p> <p>Um vorhandene Brachflächenpotenziale besser nutzen zu können, sollten diese in einem Kataster erfasst werden.</p> <p>Rückbau- und Entsiegelung sollten verstärkt in die Förderprogramme des Landes integriert werden; Synergien wären zu ermitteln und auszuschöpfen.</p> <p>Entsiegelungsmaßnahmen sollen im Rahmen der Eingriffsregelung stärker Berücksichtigung finden. Dafür sind verfügbare Entsiegelungsobjekte zu erfassen, anzubieten und die Beeinträchtigung der Bodenfunktionen durch den Eingriff sowie deren Kompensation angemessen (höher) zu bewerten.</p>
3.	Einflussfaktoren auf den Boden und seine natürlichen Funktionen	
3.1	Stoffliche Einflussfaktoren	
3.1.1	Betriebsunfälle, illegale oder unsachgemäße Entsorgung von schadstoffhaltigen Abfällen sowie Havarien im Straßenverkehr	<p>Bodenbezogene immissionsschutz- und abfallrechtliche Anforderungen zum Betrieb und zur Stilllegung von Anlagen sollen konsequent eingehalten und, soweit erforderlich, ordnungsbehördlich durchgesetzt werden.</p> <p>Ziel ist es,</p> <ul style="list-style-type: none"> • den unsachgemäßen Umgang mit Schadstoffen weitestmöglich zu reduzieren, • illegale oder unsachgemäße Entsorgungen schadstoffhaltiger Abfälle durch konsequente Sanktionen zu verfolgen, • durch eine verstärkte Schulung und Öffentlichkeitsarbeit zu einem besseren Bewusstsein hinsichtlich

		<p>der Vermeidung von Bodenschädigungen und der Förderung eines sorgfältigen Umgangs mit Boden beizutragen,</p> <ul style="list-style-type: none"> den Kenntnisstand über Ereignisse, die zu schädlichen Bodenveränderungen führen bzw. bei denen deren Entstehung zu besorgen ist, durch die Erfassung im dBAK zu verbessern (Umsetzung der Vorschriften des § 5 Absatz 2 LBodSchG M-V).
3.1.2	Sedimentablagerungen aufgrund von Hochwasserereignissen	<p>Anthropogene Ursachen für das Entstehen von Hochwasserereignissen sowie Schadstoffeinträge in die Gewässer sind weiter zu reduzieren. Insbesondere sind die für die Gewässer aufgestellten Qualitätsziele und -normen einzuhalten. In Flüssen mit erhöhten Gehalten ist eine weitere Reduzierung der Schadstofffrachten erforderlich.</p>
3.1.3	Landwirtschaftliche Düngung und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln	
3.1.3.1	Mineralische Düngemittel	<p>Durch eine Optimierung der mineralischen Düngung sollen die Schwermetalleinträge im Boden minimiert werden. Insbesondere einer Anreicherung von Schwermetallen im Boden durch Düngung soll entgegen gewirkt werden. Dies verlangt eine optimierte Informationspolitik.</p> <p>Ziel ist es,</p> <ul style="list-style-type: none"> Bodennutzer (Landwirte, Gärtner u. a.) besser zu informieren und sie zu motivieren, schwermetallarme Mineraldünger einzusetzen, Belastbare Erkenntnisse über den Eintrag von Schwermetallen im Boden auf intensiv gartenbaulich genutzten Flächen zu erlangen.
3.1.3.2	Wirtschaftsdünger	<p>Im Ergebnis der Auswertung wurden folgende Qualitäts- und Handlungsziele ermittelt:</p> <p>Ziel ist es,</p> <ul style="list-style-type: none"> bei der Aufbringung von Wirtschaftsdüngern hinsichtlich der Schwermetalle Cd, Hg, Pb, Ni, Cr den Frachtenansatz konsequent zu berücksichtigen, bei Cu und Zn den Einsatz an den Bodengehalten und dem Bedarf der Pflanzen zu orientieren, an den Tierbedarf stärker angepasste Kupfer- und Zinkfütterungen (insbesondere bei Schweinefütterung), um die Gehalte von Cu und Zn im Wirtschaftsdünger weiter zu reduzieren, den Tierarzneimittleinsatz in M-V auf ein aus tierärztlicher Sicht notwendiges Minimum zu reduzieren, in M-V den Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen und Desinfektionsmitteln auf ein aus fachlicher Sicht notwendiges Minimum zu reduzieren.

3.1.3.3	Klärschlamm	<p>Langfristiges Ziel ist der Ausstieg aus der bodenbezogenen Klärschlammverwertung. Soweit noch nicht vorhanden, sind hierzu rechtliche Vorgaben zu erarbeiten.</p> <p>Mittelfristig wird angestrebt, die bodenbezogene Klärschlammverwertung auf ein Minimum zu reduzieren.</p> <p>Für die Übergangszeit bieten sich folgende Qualitäts- und Handlungsziele an:</p> <p>Ziel ist es,</p> <ul style="list-style-type: none"> • schnellstmöglich eine duale Strategie einzuführen, wonach nur noch qualitativ hochwertige Schlämme aus der Region zur Wertschöpfung in der Landwirtschaft ausgebracht werden. Für alle anderen Klärschlämme sind Entsorgungsalternativen zu nutzen bzw. weiter auszubauen. • in M-V vorrangig Klärschlämme aus Kläranlagen des Landes landwirtschaftlich zu verwerten, • die Schadstoffgehalte in Klärschlämmen weiter zu reduzieren, • für die landwirtschaftliche Verwertung ausschließlich schadstoffarmen Klärschlamm mit hohen Nährstoffgehalten zu nutzen, der einer umfassenden und herkunftsbezogenen Qualitätssicherung unterliegt, • für Klärschlammeinsatzflächen ein Bodenmonitoring zu initiieren, • Phosphor für die künftige stoffliche Verwertung aus Klärschlamm zu gewinnen. Hierfür sollten wirtschaftlich zu betreibende Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Abwasser und Klärschlamm weiter vorgebracht und diesbezügliche Bestrebungen im Land grundsätzlich unterstützt werden. • landesweite Bestrebungen zur Entwicklung von Entsorgungsalternativen grundsätzlich zu begleiten.
3.1.3.4	Bioabfälle	<p>Ziel ist es,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Schadstoffgehalte und Fremdstoffanteile (Fehlwürfe) in Komposten und Gärresten weiter zu reduzieren, • ein Verwertungsmanagement für Komposte und Gärreste einzuführen, um die Ausbringung zu optimieren und Schadstoffkonzentrationen zu vermeiden.
3.1.3.5	Bodenaushub und Baggergut	<p>Ziel ist es,</p> <ul style="list-style-type: none"> • bei der Verwertung von Bodenaushub und Baggergut zur Herstellung oder Verbesserung einer durchwurzelbaren Bodenschicht die Anforderungen des Bodenschutz-, Abfall- und Düngerechts konsequenter durchzusetzen, • die Datengrundlagen zu verbessern, um hieraus Handlungsempfehlungen für ein nachhaltiges Boden- und Baggergutmanagement entwickeln zu können,

		<ul style="list-style-type: none"> • den Grad der landwirtschaftlichen Verwertung von Bodenaushub und Baggergut zu optimieren. Dazu ist ein projektbezogenes Qualitätsmanagement einzurichten. • Sedimentbaggerungen auf das notwendige Maß zu begrenzen, d. h. wenn Alternativverfahren nachweislich keinen Erfolg versprechen.
3.1.3.6	Pflanzenschutzmittel	<p>Durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln dürfen die festgelegten Schwellenwerte für das Grundwasser nicht überschritten werden. In Auswertung der Erkenntnisse konnte eine Vielzahl von Zielen identifiziert werden, die ein sukzessives Vorgehen verlangen.</p> <p>Ziele sind,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Pflanzenschutzmittelanwendungen auf das notwendige Maß zu begrenzen (Dies ist die Intensität der Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln, die notwendig ist, um den wirtschaftlichen Anbau der Kulturpflanzen zu sichern.), • die Einführung und Weiterentwicklung von Pflanzenschutzverfahren mit geringen Pflanzenschutzmittelanwendungen im integrierten Pflanzenschutz und im ökologischen Landbau zu unterstützen, • bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln die jeweils innovativste Technik einzusetzen, • ein Bodenmonitoring für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in ausgewählten Bereichen zu implementieren, • die Digitalisierung der Bodenschätzungsdaten für M-V möglichst zeitnah abzuschließen, • die Erstellung einer großmaßstäbigen digitalen Karte auf der Grundlage der Bodenschätzungsdaten für landwirtschaftlich genutzte Flächen, • die Erstellung einer digitalen Karte der drainierten Flächen für M-V, • den Zugang und das Vernetzen von vorhandenen Datenerfassungen für die betroffenen Fachbereiche zu gewährleisten, • die Öffentlichkeit stärker über Nutzen und Risiken des Pflanzenschutzes zu informieren (Bewusstseinsbildung). <p>Langfristiges Ziel sollte sein,</p> <ul style="list-style-type: none"> • insgesamt die Datengrundlagen zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in M-V zu verbessern, • unter Berücksichtigung des Bodenzustands (u. a. Bodenart, Bodenfeuchtigkeit, Humusgehalt) einen teilflächenspezifischen Pflanzenschutzmitteleinsatz zu erreichen. Voraussetzung hierfür sind Bodenanalysen und/oder großmaßstäbige digitale Bodenkarten.

3.1.4	Abfallverwertung (außerhalb der landwirtschaftlichen Düngung)	
3.1.4.1	Bioabfall und Klärschlamm	<p>Die bodenbezogene Verwertung von Bioabfällen und Klärschlamm soll auf Schadstoff- und Nährstoffeinträge konsequent überprüft werden. Eine Anreicherung von Schadstoffen im Boden, verursacht durch Bioabfälle und Klärschlämme, gilt es zu vermeiden.</p> <p>Ziel ist es,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Schadstoffgehalte in Klärschlämmen und Bioabfällen weiter zu reduzieren, • den Einsatz der Komposte im Kleinverbraucherbereich und im Landschaftsbau mit fachlichen Hilfestellungen zu steuern.
3.1.4.2	Bodenaushub und Baggergut	<p>Es sollte zwecks Ressourcenschonung eine möglichst hochwertige Nutzung von Bodenaushub und Baggergut erreicht werden. Grundsätzlich sind im Rahmen des Ein- und Aufbringens von Bodenmaterial und Baggergut die Aspekte des vorsorgenden Bodenschutzes stärker zu berücksichtigen, insbesondere in Bezug auf die Herstellung bzw. den Erhalt von Bodenfunktionen.</p> <p>Ziel ist es,</p> <ul style="list-style-type: none"> • dass bei der Verwertung von Bodenaushub und Baggergut die Anforderungen des Bodenschutz-, Abfall- und Düngerechts konsequent Anwendung finden, • ein projektbezogenes Qualitätsmanagement zu implementieren, • die Datengrundlagen zu verbessern, um hieraus Handlungsempfehlungen für ein nachhaltiges Boden- und Baggergutmanagement entwickeln zu können, • größere Boden- und Baggergutumlagerungen bodenkundlich zu begleiten.
3.1.5	Schadstoffe aus der Luft	
3.1.5.1	Säureeinträge	<p>Versauernd wirkende Emissionen, vor allem von Ammoniak (überwiegend Landwirtschaft) und Stickstoffdioxid (vorwiegend Verkehr), sind weiter zu reduzieren. Der Fokus liegt hierbei auf technischen, baulichen und organisatorischen Minderungsmaßnahmen.</p> <p>Das Intensivmonitoring von ausgewählten Waldbeständen in M-V und das Ammoniak-Monitoring sowie die kontinuierlichen Immissionsmessungen zur Einschätzung der Luftgüte sind fortzuführen.</p>
3.1.5.2	Deposition von Nährstoffen	<p>Eutrophierend wirkende Emissionen, vor allem von Ammoniak (überwiegend Landwirtschaft) und Stickstoffoxide (vorwiegend Verkehr) sind weiter zu minimieren. Hierbei sollte auf technische, bauliche und organisatorische Minderungsmaßnahmen reflektiert werden.</p> <p>Das Intensivmonitoring von ausgewählten Waldbeständen,</p>

		<p>das Ammoniak-Monitoring sowie die kontinuierlichen Immissionsmessungen zur Einschätzung der Luftgüte sind fortzuführen.</p> <p>Die kritischen Eintragsraten sind abzusenken.</p>
3.1.5.3	Deposition von Schwermetallen	<p>In Auswertung der Erkenntnisse steht fest, dass die Gesamtdeposition an Schwermetallen weiter zu minimieren ist. Die Critical Loads für Schwermetalle dürfen nicht überschritten werden. Die Messdichte sollte langfristig mit dem Ziel einer besseren Gesamtbetrachtung optimiert werden.</p>
3.1.5.4	Deposition von organischen Luftschadstoffen	<p>Ziel ist, die Emissionen weiter zu reduzieren.</p> <p>Der vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) empfohlene Zielwert für Dioxine/Furane von 4 pg WHO-TEQ/m²*d wird auch für M-V als Umwelt-Qualitätsziel anerkannt.</p> <p>Der für die Deposition von Benzo[a]pyren (als Leitkomponente für die PAKs) von der gemeinsamen Arbeitsgruppe von LABO, LAGA, LAWA, LAI zur Harmonisierung bodenbezogener Werteregulungen empfohlene niederschlagsbegrenzende Wert von 0,5 µg/m²*d wird für M-V als Zielgröße übernommen.</p> <p>Das schon existierende PAK-Monitoring ist fortzusetzen.</p>
3.1.6	Streusalz	<p>Der Einsatz von Streusalz ist auf ein Minimum zu reduzieren.</p> <p>Dafür ist es notwendig,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Nutzer des öffentlichen Verkehrsraums verstärkt hinsichtlich der Zusammenhänge und Folgen der Salzstreuung zu sensibilisieren sowie • im Anwenderbereich aller Baulastträger die Witterungsprognosen und Streutechniken sowie die mechanische Schneeräumung weiter zu optimieren. <p>Schutzmaßnahmen zur Verhinderung des Salzeintrags in den Boden, insbesondere für Alleestraßen mit salzempfindlichem Baumbestand, sollten auf Machbarkeit und Realisierbarkeit, auch unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit, überprüft werden.</p> <p>Lösungsansätze sollten durch geeignete – ggfls. ressortübergreifende - Pilotprojekte im nachgeordneten Straßennetz umgesetzt werden.</p>
3.2	Nicht-stoffliche Einflussfaktoren	
3.2.1	Flächeninanspruchnahme	<p>Landwirtschaftlichen Flächen und Wald kommen für den Erhalt des Bodens im Außenbereich eine besondere Bedeutung zu.</p> <p>Eine flächensparende Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung ist weiter zu unterstützen. Die Innenentwicklung ist durch Lenkung von Maßnahmen in Siedlungsgebiete verstärkt zu fördern, zum Beispiel durch Brachflächenrevitalisierung.</p>

		<p>Die Gemeinden nutzen die Unterstützung der Bodenschutzbehörden als Träger öffentlicher Belange in den Bauleitplanverfahren.</p> <p>Vorhandene Brachflächenpotenziale sollen besser genutzt werden. Kommunale oder regionale Brachflächenkataster und ein zentrales Beratungsangebot (Informationsschnittstelle) unterstützen diese Zielstellung.</p> <p>Ziel ist es,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Flächeninanspruchnahme in M-V zu reduzieren und bestehende Synergien hierfür auszuschöpfen, • die Inanspruchnahme von landwirtschaftlich oder ungenutzten natürlichen Flächen weitestgehend zu minimieren, • eine Strategie des Landes für eine nachhaltige Flächeninanspruchnahme mit Zielvorgabe zu implementieren. Bislang noch nicht flächenstatistisch erfasste bauliche Anlagen, wie z. B. Photovoltaikanlagen und Windräder, sind einzubeziehen. • mit Hilfe einer intensiveren Öffentlichkeitsarbeit dazu beizutragen, bei den handelnden Akteuren einen sparsameren und bewussteren Umgang mit der Ressource Boden zu bewirken, • bei der Ausgestaltung zukünftiger Förderprogramme in M-V deren Auswirkungen auf die Flächeninanspruchnahme zu berücksichtigen. <p>Flächensparen und Brachflächenrecycling müssen in allen neuen Konzepten und Plänen der Landesregierung Berücksichtigung finden, die einen Flächenbezug haben, so z. B. in Konzepten zu infrastrukturellen und gewerblichen Vorhaben oder zur Landesenergiepolitik.</p> <p>Bei der Fortschreibung der Regionalen Raumentwicklungsprogramme müssen Flächensparen und Brachflächenrecycling noch stärker betont werden als bisher.</p>
3.2.2	Abbau von oberflächennahen Rohstoffen	<p>Grundsätzliches Ziel ist es, die Flächeninanspruchnahme durch den Abbau oberflächennaher Rohstoffe so gering wie möglich zu halten.</p> <p>Im Sinne eines schonenden Umgangs mit den natürlichen Ressourcen sollten die bestehenden Lagerstätten vollständig genutzt werden, um eine künftige Devastierung von Flächen und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf den Boden zu vermeiden.</p> <p>Im Rahmen des Rohstoffabbaus soll insbesondere die Inanspruchnahme von Böden mit hohem Ertragspotential (z. B. ökologische oder landwirtschaftliche Nutzung) vermieden werden. Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen sollten vorrangig mit Bodenbezug auf den Erhalt bzw. die Wiederherstellung von Bodenfunktionen ausgerichtet sein.</p> <p>Im Zuge der Rekultivierung der beanspruchten Flächen sollten natürliche Bodenfunktionen, wie z. B. die eines Abbau-,</p>

		<p>Ausgleichs- und Aufbaumediums für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers, soweit wie möglich wieder hergestellt werden. Ein Mittel der Umsetzung ist die getrennte Lagerung der Bodenhorizonte und deren adäquater Wiedereinbau im Zuge der Rekultivierung.</p> <p>Grundsätzlich ist im Rahmen des Rohstoffabbaus eine stärkere Berücksichtigung von Bodenschutzaspekten, insbesondere in Bezug auf die Herstellung ursprünglicher Bodenfunktionen, umzusetzen. Ebenso ist eine deutlich stärkere Berücksichtigung bodenschutzrelevanter Aspekte in den Konzepten und Plänen zur Wiedernutzbarmachung erforderlich.</p> <p>Ziel ist es, alle Maßnahmen des Rohstoffabbaus (beginnend mit der Vorbereitung bis hin zur Wiedernutzbarmachung) bodenkundlich zu begleiten (Einführung der Bodenkundlichen Baubegleitung).</p> <p>Ziel ist es, den Torfabbau sukzessive bis hin zur völligen Einstellung zu reduzieren. Gleichzeitig sind zur Deckung des Bedarfs an Substraten zur gärtnerischen Nutzung alternative Produkte wie Komposterden, Gründünger sowie Mulch- oder Laubschichten deutlich stärker einzusetzen.</p> <p>Abraumböden sind vorrangig einer effektiven Wiederverwendung zuzuführen.</p>
3.2.3	Bodenerosion	<p>Umwelt-Qualitätsziel ist die Verminderung der Bodenerosion auf Ackerflächen.</p> <p>Im Rahmen des vorsorgenden Bodenschutzes sind bewirtschaftungsbezogene Maßnahmen zu ergreifen, die zur Abflussverzögerung und zur Erhöhung des Windabtragswiderstandes beitragen, z. B. konservierende Bodenbearbeitung, Bodenbedeckung, Erosionsschutzstreifen.</p> <p>Die naturräumliche Ausstattung der Agrarlandschaft soll erhalten und verbessert werden (z. B. durch Verringerung der Schlaggrößen, Schaffung zusätzlicher Strukturelemente).</p> <p>Die einzelfallbezogene Beratung ist über das bisherige Maß hinaus auszubauen, da sie sich als sehr effektiv erwiesen hat.</p>
3.2.4	Bodenschadverdichtung	<p>Ziel ist es, eine umfassende Vorsorge zur Verminderung der Bodenschadverdichtung umzusetzen. Dies gilt für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung ebenso wie für Bautätigkeiten auf landwirtschaftlichen Flächen sowie Siedlungs-, Industrie- und sonstigen Flächen.</p> <p>Der Grundsatz der guten fachlichen Praxis, Bodenverdichtungen so weit wie möglich zu vermeiden, soll konsequent</p>

		<p>umgesetzt werden. Dafür sind das Bewirtschaftungsmanagement sowie die Maschinen- und Fahrzeugausstattung stets an die Standortbedingungen / das jeweilige Verdichtungsrisiko anzupassen.</p> <p>Die Bodenbelastbarkeit soll durch schonende Lockerung und gefügestabilisierende Maßnahmen wie z. B. Humusaufbau erhöht werden.</p> <p>Ziel ist es, das Problembewusstsein für Bodenschadverdichtungen durch Baumaßnahmen sowohl bei Baubehörden als auch bei bauausführenden Firmen durch verstärkte Aufklärung und Schulungen zu erhöhen.</p> <p>Die bodenkundliche Baubegleitung soll landesweit bedarfsgerecht in die Bauprozesse integriert werden. Dazu gehört auch, spezielle Anforderungen für Sachverständige (§ 18 BBodSchG) zu formulieren, so dass eine bundeseinheitliche Anwendung gewährleistet werden könnte.</p>
3.2.5	Klimaänderungen	<p>Die Rolle des Bodens im und für den Klimawandel und dessen Folgen sind stärker hervorzuheben – auch als wichtiger Beitrag zur Verbesserung des Bodenbewusstseins.</p> <p>Die Kohlenstoff-Senkenfunktion der Böden ist so weit wie möglich zu erhalten, wieder herzustellen oder nachhaltig zu verbessern. Dazu gehört auch, das Moorschutzprogramm des Landes M-V konsequent umzusetzen.</p> <p>Das Bodenschutzrecht sollte um die „Klimaschutzfunktion“ der Böden ergänzt werden, auch mit dem Ziel, diesem Belang künftig in Planungs- und Genehmigungsverfahren stärker gerecht werden zu können.</p> <p>Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung sind auf Grundlage einer Bewertung der Auswirkungen von Bewirtschaftungsformen und -maßnahmen auf den Humusabbau der Böden zu untersetzen. Agrarumweltmaßnahmen sollen weiterentwickelt und stärker auf bodenbezogene Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen ausgerichtet werden.</p> <p>Weitergehende Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenfunktionen sind erforderlich.</p> <p>Ziel ist ebenso eine Weiterentwicklung und Abstimmung der Dauerbeobachtungsprogramme im Hinblick auf die Erfordernisse des Klimawandels.</p> <p>Eine Weiterentwicklung und Verfeinerung regionaler Klimamodelle zur differenzierten Ausweisung der von Klimawandel betroffenen Gebiete ist geboten.</p> <p>Das gezielte Erosionsmonitoring (Erosionsereigniskataster M-V) soll weitergeführt werden.</p>

4.	<p>Einflussfaktoren auf die Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte</p>
	<p>Ziel ist es, dass ausgewiesene Archivböden angemessene Berücksichtigung in Planungs- und Genehmigungsverfahren finden.</p> <p>Ähnlich wie bei den Geotopen ist auch für schutzwürdige Archivböden eine landesweite Erfassung und Veröffentlichung zu erarbeiten (eventuell Aufnahme in die Geotopliste bzw. künftige Unterschutzstellung nach LBodSchG M-V).</p> <p>Zur Ausweisung von Archivböden in M-V ist eine einheitliche Bewertungsmethode zu entwickeln.</p>
5.	<p>Einflussfaktoren auf die Nutzungsfunktionen des Bodens</p>
	<p>Ziel ist die Sicherung und Wiederherstellung der Nutzungsfunktionen des Bodens. Schwerpunkt ist dabei die nachhaltige Sicherung der Nutzungsfunktion des Bodens als land- und forstwirtschaftliche Fläche sowie der vorsorgende Bodenschutz im Bereich sensibler Nutzungen.</p> <p>Durch eine nachhaltige Bodennutzung sollen negative Auswirkungen auf andere Umweltbereiche vermindert werden.</p> <p>Böden, deren Nutzung dauerhaft aufgegeben wird, sollten wieder natürliche Funktionen im Sinne von § 2 Absatz 1 BBodSchG übernehmen.</p>
6.	<p>Berücksichtigung des Bodenschutzes in Planungs- und Genehmigungsverfahren</p>
	<p>Ziel ist es, das Bewusstsein für die Belange des Bodens bei allen Akteuren (Gemeinden, Planern, Bauherren) und Entscheidungsträgern zu erhöhen.</p> <p>Der Vorrang der Innenentwicklung und die Bodenschutzklausel sollen im Rahmen der Bauleitplanung konsequent umgesetzt werden.</p> <p>Vorhaben sollen so geplant werden, dass die Inanspruchnahme von Böden auf das Mindestmaß beschränkt wird und auf Flächen gelenkt werden, die vergleichsweise von geringerer Bedeutung für die natürlichen Bodenfunktionen sind.</p> <p>Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen müssen bei vorhabensbedingten Eingriffen in den Boden soweit wie möglich vermieden werden. Mit der verbindlichen Verankerung der Bodenkundlichen Baubegleitung als Nebenbestimmung zur Vorhabensgenehmigung kann hierzu beigetragen werden.</p> <p>Ziel ist die Anwendung des LABO-Leitfadens „Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB“ bei der Aufstellung von Bauleitplänen.</p> <p>Die Rückbauverpflichtungen bei privilegierten Vorhaben im Außenbereich (z. B. Windenergie- und Biogasanlagen) sind konsequent umzusetzen.</p> <p>Als Grundlage für die Bodenfunktionsbewertung und die hinreichende Berücksichtigung der Bodenbelange in der Planung sind die Datengrundlagen weiter zu aktualisieren (Erhebung fehlender Bodendaten).</p> <p>Bei der Bemessung von Kompensationsmaßnahmen soll das Schutzgut Boden stärker als bisher Berücksichtigung finden und mehr zielgerichtete Maßnahmen zur Kompensation beeinträchtigter Bodenfunktionen umgesetzt werden.</p> <p>Zur Erhöhung der Attraktivität von Rückbau und Entsiegelung als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme sind der Aufbau von Entsiegelungskatastern und eine höhere Bewertung von Entsiegelungsmaßnahmen anzustreben.</p>

7.3 Ausblick

Vieles ist schon erreicht. Aber Mecklenburg-Vorpommern braucht noch mehr, um sich den aktuellen Problemstellungen in Boden und Grundwasser sowie den kommenden Anforderungen der Landnutzung, Ernährungssicherheit, Energiewirtschaft und Folgen der Klimaänderungen verantwortungsvoll und effektiv stellen zu können. Ein gesunder Boden wirkt sich positiv auf die Lösung aller anderen Komponenten aus.

Der Schutz des Bodens ist in verschiedenen Rechtsbereichen verankert. Diese Querschnittsaufgabe erfordert eine kooperative Zusammenarbeit, der die Landesregierung mit Transparenz und Offenheit begegnet. Böden sind sehr empfindliche Bestandteile der Natur und bilden die essentielle Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen. Insbesondere die zunehmenden Nutzungskonflikte verlangen ein abgestimmtes, maßvolles und vorausschauendes Vorgehen. Vor diesem Hintergrund ist es für Mecklenburg-Vorpommern wichtig, gezielt Vorsorge zu betreiben. Dieser 2. Teil des Bodenschutzprogramms widmet sich den Daten und Fakten, Ursachen und Auswirkungen und soll zum fachlichen Dialog sowie zur engen Kooperation zwischen allen Personen und Institutionen beitragen, die eine nachhaltige Nutzung der Existenzgrundlage Boden anstreben. Hiermit liegt nun eine fundierte Grundlage für den nächsten 3. Teil des Bodenschutzprogramms vor, der in der folgenden Legislaturperiode abgeschlossen werden soll. Im dritten und damit letzten Teil des Bodenschutzprogramms ist die Entwicklung von Maßnahmen und Handlungsempfehlungen vorgesehen, welche die Umweltstandards widerspiegeln und als Maßstab für konkrete Einzelmaßnahmen dienen können. Dieser 3. Teil wird ebenfalls in einem transparenten Verfahren durch die oberste Bodenschutzbehörde in enger Abstimmung mit allen betroffenen Ressorts erarbeitet und ebenso, wie die beiden vorherigen Teile, dem Kabinett vorgelegt.

Die strategischen Ziele des Landes sind bereits benannt (vgl. Kapitel 1.1) und werden auch im 3. Teil die Basis bilden. Folgende Themenbereiche des Bodenschutzes sind hierfür von hoher Relevanz:

- dauerhafte Reduzierung der Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke, auch unter Berücksichtigung des demografischen Wandels
- umfassendere Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes in Planungs- und Genehmigungsverfahren einschließlich Bauausführung
- Schutz des Bodens vor Schadstoffeinträgen und -anreicherungen
- Einhaltung der standort- und nutzungsbezogenen Nährstoff- und Humusversorgungszustände zum Schutz vor Nährstoffausträgen
- Schutz des Bodens vor Wind- und Wassererosion
- Schutz des Bodens vor Bodenschadverdichtung
- Schutz kohlenstoffreicher Böden (ergänzend zum Moorschutzprogramm Mecklenburg-Vorpommern)
- Anpassung an den Klimawandel

„...Nur wenn es gelingt, Bodenschutz als gesamtgesellschaftliche Aufgabe in das politische und öffentliche Bewusstsein zu rücken, wird es dauerhaft möglich sein, gesunde, funktionsfähige Böden auch für künftige Generationen als Lebensgrundlage und Lebensraum zu erhalten.“

(Auszug aus dem 3. Bodenschutzbericht der Bundesregierung, Bundeskabinett 2013)

8 Verzeichnisse

8.1 Literatur

Aas, W.; Hjellbrekke, A.-G. (2003): Heavy metals and POP measurements, 2001, in: Kjeller, Norwegian Institute for Air Research, EMEP/CCCReport 1/2003.

Ad-hoc-AG Boden (2007): Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Nutzungsfunktion „Rohstofflagerstätte“ nach BBodSchG sowie der Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Erosion und Verdichtung, Ad-hoc-AG Boden des Bund/Länder-Ausschusses Bodenforschung (BLA-GEO) in Zusammenarbeit mit der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), Hannover.

AK Standortkartierung (2003): Forstliche Standortaufnahme – Begriffe, Definitionen, Einteilung, Kennzeichnungen, Erläuterungen. 6. Aufl., Eiching: IHW Verlag.

ARGE Relief (2008): Aufbereitung des Digitalen Geländemodells (DGM25) und Ableitung von Reliefparametern, Arbeitsgemeinschaft scilands GmbH + geoflux GbR, Halle.

Baden – Württemberg (2001): Merkblätter für die Umweltgerechte Landbewirtschaftung Nr. 20 Wasserschutz, Schutzgebiet- und Ausgleichs- Verordnung (SchALVO) Praktische Umsetzung im Ackerbau und auf Grünland.

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg (2012): Streusalzmonitoring 2007-2011, Hamburg.

Bergamt Stralsund und Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern (2010): 20 Jahre Bergamt Stralsund.

BglB (2015): Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Strahlenexposition infolge bergbaubedingter Umweltradioaktivität, 03.02.2015.

http://www.bfs.de/de/ion/anthropg/altlasten/fachinfo/berech_gl.html

BMELV (2006): Belastung der Wälder mit Luftschadstoffen.

http://www.bmelv.de/nn_751682/DE/06-Forstwirtschaft/Luftschadstoffe.html_nnn=true

BMELV (2006a): Arbeitsanleitung für die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II). Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Berlin.

Bodenkundliche Kartieranleitung-KA 5 (2005): Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesrepublik Deutschland, Ad Hoc AG Boden 2005.

Brunotte, J. (2009): Verbreitung und Brisanz von Bodenschadverdichtungen – welche Vorsorgemaßnahmen sind erforderlich?, Vortrag auf der Fachtagung für Praxis, Beratung, Wissenschaft und Politik „Acker- und Pflanzenbau – Zukunft und Grundlage der Wertschöpfung in der Landwirtschaft“, Soest 2./3. März 2009.

Builtjes, P.; Hendriks, E.; Koenen, M.; Schaap, M.; Banzhaf, S.; Kerschbaumer, A.; Gauger, T.; Nagel, H-D.; Scheuschner, T.; Schlutow, A. (2011): Erfassung, Prognose und Bewertung von Stoffeinträgen und ihren Wirkungen in Deutschland, Zusammenfassender Abschlussbericht. <http://www.uba.de/uba-info-medien/4137.html>

Bundesamt für Strahlenschutz (2003): Radon im Boden, in: Umwelt, Heft 11/2003.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2007): Der Bergbau in der Bundesrepublik Deutschland 2006, in: [Publikationen des BMWi Dokumentation No 568](#), Berlin.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2012): Der Bergbau in der Bundesrepublik Deutschland 2011, Bergwirtschaft und Statistik – 63. Jahrgang 2012, Berlin.

Bundesministerium für Umwelt (1993): 2. Bericht Bund/Länder-Arbeitsgruppe Dioxine, Bonn.

Bundesministerium für Umwelt (2009): Zweiter Bodenschutzbericht der Bundesregierung, Bonn.

Bundesministerium für Umwelt (2013): Dritter Bodenschutzbericht der Bundesregierung, Bonn.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2000): Daten zur Dioxinbelastung der Umwelt, 3. Bericht der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Dioxine, Bonn.

Bundesverband für Tiergesundheit (2004): Verbrauchsmengen von Tierarzneimitteln. Vortrag von Dr. Martin Schneiderei auf dem UBA-Symposium – Arzneimittel in der Umwelt, Berlin 29./30.09.2004.

Bundesverband für Tiergesundheit (2006): Vortrag von Dr. Martin Schneiderei, 14. September 2006 Antibiotikaeinsatz in der Veterinärmedizin: Situation in Deutschland und anderen europäischen Veredelungsregionen. <http://www.bft-online.de>

BVB (2013): Bodenkundliche Baubegleitung BBB, Leitfaden für die Praxis, BVB-Merkblatt Band 2, Erich Schmidt Verlag, Berlin

BVL (2014): Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland, Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 Pflanzenschutzgesetz für das Jahr 2013, Braunschweig, Juli 2014.

CCE (2008): Hettelingh, JP., Posch, M., Slootweg, J: Status Report 2008, Critical load, dynamic modelling and impact assessments in Europe.

Cramer (2006): <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2006/0782/0782.htm>

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (2005): Feinstaubquelle Streusalz? – Pro und Contra im Einsatz gegen Schnee und Glatteis, <http://www.helmholtz-muenchen.de/neu/Aktuelles/Presse/2005/streusalz.php>.

Deutsche Windguard (2015): Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland Jahr 2014.

<http://www.windguard.de/Resources/Persistent/128c6bdb960acd94b87a41525dd9878ad051630c/Factsheet-Status-des-Windenergieausbaus-an-Land-in-Deutschland-2014.pdf>

Dieckmann, O. (2004): Waldbodenbericht der Forstverwaltung Mecklenburg-Vorpommern – Zustand und Entwicklung der Waldböden auf den Bodendauerbeobachtungsflächen-Forst im

Zeitraum von 1986 bis 2001 und Folgen für die Bestandesernährung und Baumvitalität, in: Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern, Bd. 5.

Döhler, H.; Schultheiss, U.; Eckel, H.; Roth, U. (2002): Schwermetallgehalte von Wirtschaftsdüngern in Deutschland und der EU – Vergleich mit anderen Düngemitteln und Minderungsätze, in: Landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm, Gülle und anderen Düngern unter Berücksichtigung des Umwelt- und Verbraucherschutzes. KTBL-Schrift 404.

Durner (2008): Bodenschutz in der Raumplanung – Maßstäbe des deutschen Rechts, in: local land & soil news no. 26/27 II/08.

Eckert, H., Breitschuh, G., Sauerbeck, D. (1999): Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung (KUL)- ein Verfahren zur ökologischen Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben, AGRIBIOLOGICAL RESEARCH (1999), 52 (1) S. 57- 76.

EEA (2014): European Environment Agency, European Union emission inventory report 1990–2012 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, in: Technical report No 12/2014, Luxembourg.

Ellenberg, H.; Weber, H.E.; Düll, R.; Wirth, V.; Werner, W.; Paulissen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, in: Scripta Geobotanica, 2. Aufl., Göttingen: Erich Goltze KG.

Ettenhuber, E. et al. (2005): Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon in Aufenthaltsräumen, in: Strahlenschutzpraxis, Heft 1/2005, S. 52-58.

Eurich-Menden, B.; Anger, M.; Berg, W.; Clemens, J.; Berns, C.; Döhler, H.; Hartung, E.; Spiekers, H.; Van den Weghe, H. (2003): Ammoniak-Emissionen in der Landwirtschaft mindern - Gute fachliche Praxis. aid-KTBL-Broschüre 1454/2003, Bonn.

European Environment Agency (2003): Soil Degradation, in: Europe's environment: the third assessment - Environmental assessment report No 10.
http://www.eea.europa.eu/publications/environmental_assessment_report_2003_10

Feldwisch, N. (2015): Novellierung der BBodSchV – Anforderungen des vorsorgenden physikalischen Bodenschutzes, in: Bodenschutz 4/2015, S. 119, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Fiedler, H.-J. (1989): Bodennutzung und Bodenschutz, Jena: VEB Gustav Fischer Verlag.

Frieling & Hensel (2007): Schätzverfahren zur Bodenversiegelung, UGRdL-Ansatz, in: Statistische Analysen und Studien NRW, Band 44., Düsseldorf.

Führ, M.; Bizer, K.; Mengel, A.; Dopfer, J.; Schlagbauer, S.; Bedke, N.; Belzer, F.; von Kampen, S.; Kober, D. (2009): Auswirkungen des UVPG auf den Vollzug des Umweltrechts und die Durchführung von Zulassungsverfahren für Industrieanlagen und Infrastrukturmaßnahmen, in: sofia Berichte sB 01, Darmstadt.

Gerdts (2009): Bodenschutz - eine kommunale Aufgabe?!, in: Bodenschutz, 3/2009, S. 69, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Gregor, Heinz-Detlef (2006): Die Streupflicht im Spannungsfeld zwischen Verkehrssicherungspflicht und Umweltschutz – Umweltproblem Winterdienst.

Gregor, Heinz-Detlef (2006): Schadfaktoren für innerstädtische Alleebäume und Möglichkeiten der Schadensbegrenzung, in: Lehmann, Ingo & Rohde, Michael: Alleen in Deutschland. Bedeutung, Pflege, Entwicklung. Edition Leipzig.

- Grenzdörffer; Kressner (2010): Aktualisierung der Flächennutzungskartierung der Hansestadt Rostock, Steinbeis Transferzentrum Geoinformatik Rostock.
- Heinsdorf, D. (2007): Zur Stickstoffproblematik der Kiefernwälder im nordostdeutschen Tiefland, in: Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung, in: Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. 32, S. 167-181.
- Heise, J. (2007): Tierarzneimittel in Gülle - Entwicklung eines Methodenkatalogs für Labortests. Dissertation an der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Braunschweig.
- Industrieverband Agrar (2009): Düngemittelmarkt in Deutschland.
http://www.iva.de/fachliches/ern_production_market.asp?r=B8F86A7C-D08A-46E9-966E-417C5E647994
- Idler, F.; Kape, H.E. (2009): Ergebnisbericht zu Bodenuntersuchungen auf Acker- und Grünlandstandorten in der Mecklenburgischen Elbaue im Erhebungszeitraum 2006 bis 2008, unveröffentlicht.
- Idler, F. (2010): Untersuchungen zu PCDD/F und dl-PCB in Böden Mecklenburg-Vorpommerns, unveröffentlicht.
- IWU (1996): Ingenieurbüro Wasser und Umwelt (IWU), Landesweite Analyse und Bewertung der Landschaftspotentiale in Mecklenburg-Vorpommern, Studie im Auftrag des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, unveröffentlicht.
- Johal, G.S.; Huber, D.M. (2009) Glyphosate effects on diseases of plants, European Journal of Agronomy, Volume 31, Issue 3, 144-152, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2009.04.004>.
- Jörissen, J.; Coenen, R. (2007): Sparsame und schonende Flächennutzung - Entwicklung und Steuerbarkeit des Flächenverbrauchs, edition sigma 2007, in Reihe: Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Bd. 20, Berlin.
- Kahle, P. (2000): Schwermetallstatus Rostocker Gartenböden, in: Journal of Plant Nutrition and Soil Science 163. Jg., S. 191-196.
- Kape, H.-E.; Finke, Y.; Pöplau, R. (2004): Nährstoff- und Schwermetallgehalte in Gärs substraten aus landwirtschaftlichen und nichtlandwirtschaftlichen Cofermenten, in: Kurzfassungen der Referate: 116. VDLUFA-Kongress in Rostock, 13. bis 17. September 2004 ; S. 63, VDLUFA-Verlag, Bonn.
- Kape, H.-E.; Pöplau, R.; Didik, H.; Schaecke, B. (2006): Bericht zur Belastung von Klärschlämmen aus der kommunalen Abwasserbehandlung von Mecklenburg-Vorpommern mit organischen Schadstoffen, Rostock.
- KBU (2009): Flächenverbrauch einschränken – jetzt handeln, Empfehlungen der Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt.
- Kopp, D.; Lehninger, K.; Lehninger, R.; Konopatzky, A.; Kallweit, R.; Wolf, B.; Riek, W.; Baritz, R. (1996): Erkundungsergebnisse zur Bodenzustandsentwicklung in den Wäldern Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern.
- Kördel, W.; Herrchen, M.; Müller, J.; Kratz, S.; Fleckenstein, J.; Schnug, E. (2007): Begrenzung von Schadstoffeinträgen bei Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft bei Düngung und Abfallverwertung, UBA-Texte 30/07, S. 53.

Kratz, S.; Schick, J.; Schnug, E. (2015): Trace elements in rock phosphates and P containing mineral and organo-mineral fertilizers sold in Germany, Institute of Crop and Soil Science, Julius Kuehn-Institute (JKI), Institute for Cultural Plants, Braunschweig. Germany <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.046>

Krauß, Dr. Neidhardt (2006): Dendrologisches Gutachten zum Alleebaumbestand an der B 111 zwischen OA Züssow und Moeckowberg auch im Hinblick auf einen geplanten Radwegebau, Reg.-Nr. 31/06.

Kreuzer (2005): Lungenkrebsrisiko durch Radon im Boden, in: Strahlenschutzpraxis Heft 2.

Kühne (2010): Uran in Trink- und Grundwasser Teil Isotopenverhältnisse, Vortrag auf der Beratung der AG Uran des LU am 25.03.2010.

Kühne (2010a): Uran in Trink- und Grundwasser, Teil Uran – Isotope, Zuarbeit zum Sachstandsbericht der AG Uran des LU vom 29.04.2010.

Kundler (1982): in: Zeitschrift Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, S. 323-333.

LABO, LAB (2000): Abgrenzung zwischen Bundes-Bodenschutzgesetz und Bundesberggesetz - Beschluss der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz am 11./12.09.2000, Zustimmung des Länderausschusses Bergbau (LAB) vom 15.12.2000.

LABO (2003): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden, 3. überarbeitete und ergänzte Auflage.

LABO (2003a): Empfehlungen zur Klassifikation von Böden für räumliche Planungen – Zusammenfassung und Strukturierung von relevanten Methoden und Verfahren zur Klassifikation und Bewertung von Bodenfunktionen für Planungs- und Zulassungsverfahren mit dem Ziel der Vergleichbarkeit; Planungsgruppe Ökologie + Umwelt GmbH, Hoppenstedt.

LABO (2006): LABO-Projekt 3.05, Endbericht zum „Orientierungsrahmen zur zusammenfassenden Bewertung von Bodenfunktionen“; Ingenieurbüro Feldwisch, Bergisch Gladbach, Bosch & Partner GmbH, Herne.

LABO (2008): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten Informationsblatt für den Vollzug.

LABO (2009): Bodenschutz in der Umweltprüfung nach BauGB, Leitfaden für die Praxis der Bodenschutzbehörden in der Bauleitplanung.

LABO (2010): LABO Positionspapier „Klimawandel- Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes“.

LABO (2011): Vorhaben B 1.09: Bodenfunktion "Archiv der Natur- und Kulturgeschichte" des Länderfinanzierungsprogramms Wasser, Boden, Abfall, Teil Boden der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO).

LABO (2011a): Positionspapier „Klimawandel – Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes; Möglichkeiten der rechtlichen Verankerung des Klimaschutzes im Bodenschutzrecht“.

LABO (2015): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden, 4. überarbeitete und ergänzte Auflage, noch unveröffentlicht.

LABO und ArgeLandentwicklung (2011): Strategiepapier zur Begrenzung der Flächeninanspruchnahme in ländlichen Räumen. Gemeinsame Empfehlungen der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz und der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Nachhaltige Landentwicklung, <http://www.landentwicklung.de/fileadmin/sites/Landentwicklung/Dateien/Leitlinien/StrategieFlaechen.pdf>.

LABO, LAGA, LAWA, LAI (2000): Harmonisierung bodenbezogener Werteregulungen, Bericht der gemeinsamen Arbeitsgruppe von LABO, LAGA, LAWA und LAI.

LAGA (2004): Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) Stand 05.11.2004.

LAI (2004): Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) „Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe“ vom 21.09.2004.

Landtag Mecklenburg-Vorpommern (2005): Kleine Anfrage der Abgeordneten Birgit Schwebs, Fraktion der Linkspartei PDS, zum Straßenwinterdienst in Mecklenburg-Vorpommern und Antwort der Landesregierung. Drucksache 4/1875 vom 13.10.2005, Schwerin.

Landtag Mecklenburg-Vorpommern (2008): Bericht zur Sicherstellung des Schutzes, des Erhaltes und der Mehrung des Alleinbestandes an Bundes- und Landesstraßen in Mecklenburg-Vorpommern. Drucksache 5/2126 vom 23.12.2008, Schwerin.

LALLF (2003): Einsatz von Tierarzneimitteln zur Anwendung bei landwirtschaftlichen Nutztieren in Mecklenburg-Vorpommern, Sören Thiele-Bruhn, Andreas Mogk und Dirk Freitag, Rostock veröffentlicht in Berichte über die Landwirtschaft Band 81 (3) S. 374- 392.

LAWA (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Düsseldorf.

Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.) (2003): Anforderungen des Bodenschutzes bei Planungs- und Zulassungsverfahren im Land Brandenburg - Handlungsanleitung. Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Heft-Nr. 78 – Bodenschutz, Potsdam

Lebert, M.; Brunotte, J.; Sommer, C. (2004): Ableitung von Kriterien zur Charakterisierung einer schädlichen Bodenveränderung, entstanden durch nutzungsbedingte Verdichtung von Böden/ Regelungen zur Gefahrenabwehr. UBA-Texte 46/04.

Lebert, M. (2010): Entwicklung eines Prüfkonzeptes zur Erfassung der tatsächlichen Verdichtungsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden. UBA-Texte 51/2010.

LFB (2006): Auswertung der Untersuchungen von Boden nach der Überflutung der Elbe- und der Sudeniederung bzw. der Sudepolder im April 2006, Rostock.

LFB (2009): Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung in Mecklenburg-Vorpommern 2007, Rostock.

LFB (2010): Düngebericht 2008/2009, Düngungsniveau und Nährstoffbilanzen auf dem Ackerland von MV – Phosphor und Kalium, Rostock.

LFB (2013): Klärschlamm-Aufbringungsplan 2012, Rostock.

LFB (2014): Vortrag LFB zur Validierung der Nährstoffmodellierung.

LFB (2014a): Klärschlamm-Aufbringungsplan 2013, Rostock.

LM (2008): Richtwerte für die Untersuchung und Beratung zur Umsetzung der Düngeverordnung in Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.

LM (2009): Agrarbericht 2009 des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Berichtsjahr 2008), Schwerin.

LM (2009a): Konzept zum Schutz und zur Nutzung der Moore – Fortschreibung des Konzeptes zur Bestandssicherung und zur Entwicklung der Moore, Schwerin.

LM (2009b): Waldzustandsbericht 2009 - Ergebnisse der Waldzustandserhebung, Schwerin.

LM (2010): Grünlandbewirtschaftung von Überschwemmungsflächen im Bereich der Elbe- und Sudeniederung des Landes Mecklenburg-Vorpommern auf Grundlage einer abgestimmten Beratungsempfehlung der Bundesländer Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern, Fachinformation.

LM (2010a): Acker- und Grünlandbewirtschaftung außerhalb von Überschwemmungsgebieten im Bereich der Elbe- und Sudeniederung des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Fachinformation.

LM (2015): Protokoll der Dienstberatung mit den unteren Bodenschutzbehörden vom 24.11.2014, unveröffentlicht.

LM (2016): Handlungsempfehlung „Erosionsereigniskataster Mecklenburg-Vorpommern - Bodenerosion durch Wasser“, Schwerin.

LM und WM (2013): Zukunftsfähige Behandlung und Entsorgung von Klärschlamm in Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.

LMS (2015): Kurzbericht zur Erhebung der Belastung von Wirtschaftsdüngern und Gärresten aus der Schweine- und Geflügelmast sowie von damit gedüngten Ackerböden mit ausgewählten Antibiotikarückständen in Mecklenburg-Vorpommern, Rostock.

LUNG (1998): Arbeitshilfe „Unterrichtung über voraussichtlich beizubringende Unterlagen bzw. Scoping nach § 5 UVPG“.

LUNG (1999): Hinweise zur Eingriffsregelung, Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie- Heft 3/1999, Güstrow.

LUNG (2001): Arbeitshilfe Unterrichtung über voraussichtlich beizubringende Unterlagen- § 5 UVPG, Güstrow.

LUNG (2002): Bodenbericht des Landes Mecklenburg-Vorpommern – Phase 1 des Bodenschutzprogramms, Güstrow.

LUNG (2002a): Bericht Untersuchungen ausgewählter Tierarzneimittel im Boden und im Grundwasser an landwirtschaftlich genutzten Flächen in M-V vom 21.06.2002, Güstrow.

- LUNG (2002b): Bodenerosion, Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow.
- LUNG (2003): Luftschadstoffemissionen aus genehmigungsbedürftigen Anlagen des Landes Mecklenburg-Vorpommern, in: Schriftenreihe des LUNG 2003, Heft 1, Güstrow.
- LUNG (2003a): Bodenverdichtung, Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow.
- LUNG (2004): Gewässergütebericht M-V 2001/2002/2003, Güstrow.
- LUNG (2004a): Sonderbericht über Ammoniakmessungen im Umfeld von Tierhaltungsanlagen. Materialien zur Umwelt - Jahr 2003, Güstrow.
- LUNG (2005): Regionalisierung von stofflichen Grundwasserbelastungen in Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow.
- LUNG (2007): Gewässergütebericht M-V 2003 – 2006, Güstrow.
- LUNG (2008): Emissionskataster für genehmigungsbedürftige Anlagen Mecklenburg-Vorpommern, Schriftenreihe des LUNG 2008, Heft 1, Güstrow.
- LUNG (2008a): Luftgütebericht 2006/2007, Güstrow.
- LUNG (2009): Ergebnisbericht zu Bodenuntersuchungen auf Acker- und Grünlandstandorten in der Mecklenburgischen Elbaue im Erhebungszeitraum 2006 bis 2008, Güstrow.
- LUNG (2009a): Klärschlammbericht Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2007, Güstrow.
- LUNG (2009b): Daten zur Abfallwirtschaft 2008, Güstrow.
- LUNG (2010): Bewertung der Luftgütedaten des Jahres 2009 , Güstrow.
<http://www.lung.mv-regierung.de/umwelt/luft/ergebn09.htm>
- LUNG (2010a): Grundausswertung zu landestypischen Hintergrundwerten für Verdichtungsräume in M-V: Sulfat, Chlorid, Leitfähigkeit in Bodenextrakten und B[a]P, Σ 16 PAK als Gesamtgehalte, Güstrow.
- LUNG (2012): Bestandsaufnahme zur Klärung erhöhter Uran-Gehalte im Grund- und Trinkwasser in Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow.
- LUNG (2012a): Daten zur Abfallwirtschaft 2011, Güstrow.
- LUNG (2013): Daten zur Abfallwirtschaft 2012, Güstrow.
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2003): Schadstoffgehalte mineralischer Düngemittel.
- Müller, C. (2006): Schweinegülle – Quelle für potentiell unerwünschte Stoffe?, in: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 5. Kulturlandschaftstag, Schriftenreihe 12/2006. Freising: Weihenstephan.
- Pelosi, C.; Barot, S.; Capowiez, Y.; Hedde, M.; Vandenbulcke, F. (2013): Pesticides and earthworms. A review. Agron. Sustain. Dev. 34, 199–228. DOI 10.1007/s13593-013-0151-z

- Quack, D.; Möller, M.; Gartiser, S. (2005): Ökobilanz des Winterdienstes in den Städten München und Nürnberg.
<http://www.oeko-institut.de/publikationen/forschungsberichte/studien/dok/657.php?id=&dokid=239&anzeige=det&ITitel1=&IAutor1=&ISchlagw1=&sortieren=&dokid=239>
- Riek, W.; Wolff, B. (2007): Bodenkundliche Indikatoren für die Auswertung der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II), in: Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme Reihe B: Bd. 74, Göttingen: Selbstverlag.
- Romero, J.; Volz, R.; Giamboni, M.; Rüscher, W. (2004): Die Rolle der Wälder im Protokoll von Kyoto - Abschätzung ihres Kohlenstoffvorrates gestützt auf Satellitendaten. Schweiz. Z. Forstwes. 155, 5: 125-133.
- Roßkopf, N., Fell, H., Zeitz, J. (2015): Organic soils in Germany, their distribution and carbon stocks. Catena, 133, 157-170.
- Russ, A.; Riek, W.; Martin J. (2011): Zustand und Wandel der Waldböden Mecklenburg-Vorpommerns – Ergebnisse der zweiten bundesweiten Bodenzustandserhebung in Mecklenburg-Vorpommern, in: Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern, Bd. 9.
- Schaecke, B.; Kape, H.-E.; Pöplau, R. (2004): Zur Entwicklung des Kupfergehaltes in kommunalen Klärschlämmen Mecklenburg-Vorpommerns – Zeitraum 1992 bis 2002, in: ATV-DVWK Landesverband Nord-Ost (Hrsg.): Landesverbandstagung 2004: Siedlungswasserwirtschaft ohne Grenzen – Betrieb optimieren, Kanal sanieren. , S. 40 – 63.
- Scheffer; Schachtschabel (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Auflage, Stuttgart: Enke-Verlag.
- Scheffer; Schachtschabel (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. 15. Auflage, Stuttgart: Enke-Verlag.
- Schnug, L.; Jensen, J.; Scott-Fordsmand, J.J.; Leinaas, H.P. (2014): Toxicity of three biocides to springtails and earthworms in a soil multi-species (SMS) test system. Soil Biology and Biochemistry, Volume 74, July 2014, Pages 115-126.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.03.007>
- Schnug, L.; Ergon, T.; Jakob, L.; Scott-Fordsmand, J.J.; Joner, E.J.; Leinaas, H.P. (2015): Responses of earthworms to repeated exposure to three biocides applied singly and as a mixture in an agricultural field. Science of The Total Environment, Volume 505, 1 February 2015, Pages 223-235.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.09.089>
- Schroll, R.; Becher, H.H.; Dörfler, U.; Gayler, S.; Grundmann, S.; Hartmann, H.P.; Ruoss, J. (2006): Quantifying the effect of soil moisture on the aerobic microbial mineralization of selected pesticides in different soils. Environ. Sci. Technol. 40, S. 3305-3312.
- Schultheiß, U.; Döhler, H.; Schwab, M. (2010): Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft – jährliche Anfallmengen in der Bundesrepublik Deutschland, in: Landtechnik 2010, Nr. 5, S. 354-356.
- Schweder, P.; Dann, T.; Idler, F. (2005): Ergebnisse von Untersuchungen des Sondermeßprogramms „Elbe-Hochwasser 2002“ an Schlämmen, Böden und Weidegras im mecklenburgischen Elbetal. In: Niedermeyer, R.-O.(Hrsg.): Das Elbe-Hochwasser 2002. Geologisches Jahrbuch, Reihe C, Heft 70. – S. 115-133.

Severin, K. (2004): Die Düngung mit organischen Düngemitteln nach guter fachlicher Praxis im Spannungsfeld zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Umweltansprüchen, BWK-Bundeskongress.

SRU (1998): Erreichtes sichern - Neue Wege gehen, in: Umweltgutachten 1998 des Sachverständigenrates für Umweltfragen, Deutscher Bundestag; Drucksache 13/10195.

SRU (2002): Für eine neue Vorreiterrolle, in: Umweltgutachten 2002 des Sachverständigenrates für Umweltfragen, Deutscher Bundestag, Drucksache 14/8792.

SRU (2008): Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels, in: Umweltgutachten 2008 des Sachverständigenrates für Umweltfragen, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Statistisches Bundesamt (2009): Land- und Forstwirtschaft - Viehbestand und tierische Erzeugung 2008. Fachserie 3 / Reihe 4. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (2009): Klärschlammverwertung 2007.

Statistisches Bundesamt (2014): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland.

https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnun/gen/Umweltindikatoren/IndikatorenPDF_0230001.pdf?_blob=publicationFile

Statistisches Amt M-V (2003): Landesprognose zur Bevölkerungsentwicklung, Statistische Hefte 5/ 2003, Schwerin.

Statistisches Amt M-V (2007): Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Basisdaten und ausgewählte Ergebnisse für M-V“, Schwerin.

Statistisches Amt M-V (2009): 4. Landesprognose zur Bevölkerungsentwicklung in M-V bis 2030, Statistische Hefte 1/ 2009, Schwerin.

Statistisches Amt M-V (2010): Bodennutzung und Ernte in Mecklenburg-Vorpommern 2009. Statistische Berichte, Schwerin.

Statistisches Amt M-V (2014): Bodennutzung und Ernte in Mecklenburg-Vorpommern 2013, in: Statistische Jahrbücher und Bericht, Schwerin.

STZ (2000): Einrichtung und Betreuung des Praxisexperimentes Rederank zur Verwertung von gereiftem Baggergut als Bodenverbesserungsmittel im ökologischen Landbau; Steinbeis Transferzentrum Angewandte Landschaftsplanung, Rostock.

STZ (2007): Nachuntersuchung auf den Standorten der Praxisversuche Rastow und Rederank zur Verwertung von Baggergut als Bodenverbesserungsmittel im Landbau; Steinbeis Transferzentrum Angewandte Landschaftsplanung, Rostock.

STZ (2011): 10 Jahre Lysimeterversuche zum Einsatz von gereiftem Baggergut zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaft; Dr. Michael Henneberg & Ricarda Neumann, Rostock.

STZ (2014): Abschlussbericht 2012/2013 – Mehrjährige Aufwuchsversuche mit salzhaltigem Baggergut zur Prüfung der Eignung als Kulturbodensubstrat für Kleinanwender und im Garten- und Landschaftsbau, Steinbeis Transferzentrum Angewandte Landschaftsplanung, Rostock.

Turbé, A.; De Toni, A.; Benito, P.; Lavelle, P.; Ruiz, N.; Van der Putten, W.H.; Labouze, E.; Mudgal, S. (2010): Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. Bio

Intelligence Service, IRD, and NIOO. Report for European Commission (DG Environment). Technical Report - 2010 – 049.

Tyler, G. (1992): Critical concentrations of heavy metals in the mor-horizon of swedish forests. Report 4078, Swedish Environmental Protection Agency, Solna.

UBA (1999): Presseinformation Nr. 2/99, Berlin.

UBA (2001): Grundsätze und Maßnahmen für eine vorsorgeorientierte Begrenzung von Schadstoffeinträgen in landbaulich genutzten Böden, in: UBA-Texte 59/01, Dessau-Roßlau. www.umweltbundesamt.de

UBA (2004): Entwicklung eines Prüfkonzepthes zur Erfassung der tatsächlichen Verdichtungsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden, in: UBA-Texte 51/2010, Dessau-Roßlau.

UBA (2007): Begrenzung von Schadstoffeinträgen bei Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft bei Düngung und Abfallverwertung, in: UBA-Texte 30/07, Dessau-Roßlau.

UBA (2007a): Maßnahmen zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie, in: UBA-Texte 36/07, Dessau-Roßlau.

UBA (2007b): Luftreinhaltung 2010 - Nationales Programm zur Einhaltung von Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe nach der Richtlinie 2001/81/EG (NEC-RL), in: UBA-Texte 37/07, Dessau-Roßlau.

UBA (2009): Einsatz von Kupfer als Pflanzenschutzmittel-Wirkstoff: Ökologische Auswirkungen der Akkumulation von Kupfer im Boden, in: UBA-Texte 10/09, Dessau-Roßlau.

UBA (2010): Schwerpunkte 2010, Dessau-Roßlau.

UBA (2011): Für eine ökologisierte erste und eine effiziente zweite Säule, Stellungnahme der Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt (KLU) zur Reform der gemeinsamen Agrarpolitik.

UBA (2011a): Erfassung, Prognose und Bewertung von Stoffeinträgen und ihren Wirkungen in Deutschland, in: UBA Texte 38/2011, Dessau-Roßlau.

UBA (2013): http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/2013_01_28_em_entwicklung_in_d_trendtabelle_hm_v1.1.0_sauber.xlsx

UBA (2014): <http://www.umweltbundesamt.de/daten/flaechennutzung/siedlungs-verkehrsflaeche>

UBA (2014a): <http://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten/flaecheninanspruchnahme-fuer-siedlungen-verkehr>

UBA (2014b): National Trend Tables for the German Atmospheric Emission Reporting 1990-2012.

UBA (2015): http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/2014_01_09_em_entwicklung_in_d_trendtabelle_pop_v1.1.xlsx

UBA (2015a): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, Stand Januar 2014.

UBA (2015b): <http://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe/ammoniak>

UBA (2016): <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/5-punkte-programm-fuer-einen-nachhaltigen-0>

UM (1996): Landesweite Analyse und Bewertung der Landschaftspotentiale in M-V, Umweltministerium des Landes Mecklenburg- Vorpommern, unveröffentlicht.

UMK (2010): „Reduzierung der Flächeninanspruchnahme“
https://www.labo-deutschland.de/documents/UMK-Bericht_98a.pdf

Universität Rostock, Umweltministerium M-V (2004): Leitfaden "Kommunale Landschaftsplanung in Mecklenburg-Vorpommern – Leitfaden für Planer und Gemeinden".

UTAG-Consulting GMBH; Ingenieurbüro Wasser und Umwelt Stralsund (1996): Landesweite Analyse und Bewertung der Landschaftspotentiale in M-V.

VDLUFA (2004): Humusbilanzierung, Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland, Standpunkt, Bonn.

Wall, D.; Bardgett, R.D.; Behan-Pelletier, V.; Herrick, J.E.; Jones, T.H.; Ritz, K.; Six, J.; Strong, D.R.; van der Putten, W.H. (eds.) (2012): Soil Ecology and Ecosystem Services. Oxford University Press, Oxford, ISBN 978-0-19-957592-3, 405 S.

Weier, D. (2006): Alleenenentwicklungskonzept des Landkreises Ostvorpommern unter Berücksichtigung des Tausalzeinsatzes in Alleen. Tagung des BUND Landesvorstandes M-V zum Thema Alleenfremdlicher Winterdienst in M-V am 07.11.2006.
http://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/uploads/media/AEK_des_LK_OVP_Weier_uNB.pdf

Werner (2006): Flächeninanspruchnahme in den Bundesländern, in: Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 7/2006, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart.

Wilcke, W.; Döhler, H. (1995): Schwermetalle in der Landwirtschaft. KTBL Arbeitspapier **217**, KTBL, Darmstadt.

Windisch, W.; Roth, F.X. (2002): Leistungsfördernde Wirksamkeit überhöhter Kupfermengen im Ferkelfutter: Einfluss der Menge und chemischen Verbindung des Kupfers sowie anderer leistungsfördernder Futterzusätze, in: Fütterungsstrategien zur Verminderung von Spurenelementen/Schwermetallen in Wirtschaftsdüngern, KTBL-Schrift 410, S. 144-148.

WM (2008): Klimaschutz und die Folgen des Klimawandels in Mecklenburg-Vorpommern; Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern, Drs. 5/352, Schwerin.

WM (2009): Biogas- Biomasse-Biokraftstoffanlagen (in Betrieb) von Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.

WM (2010): Folgen des Klimawandels in Mecklenburg-Vorpommern 2010, Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.

WM (2015): Entwurf des Abfallwirtschaftsplans Mecklenburg-Vorpommern (AWP) 2015, Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.

Zapf, R. (1997): Mechanische Bodenbelastung durch die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion in Bayern, in: Bodenkultur und Pflanzenbau, Heft 7, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, München.

Zeddel, A. (2010): Vorkommen von dl-PCB in Böden Schleswig-Holsteins, unveröffentlicht.

Zeit, J. (2015): Boden als unterschätzter Kohlenstoffspeicher – Neue Zahlen zu den organischen Böden von/aus den Forschungsarbeiten an der Humboldt-Universität, in: Bodenschutz 04/15, S. 128, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

8.2 Abkürzungen

Gesetze/Verordnungen/Richtlinien/Programme

- AbfKlärV Klärschlammverordnung vom 15. April 1992 (BGBl. I S. 912), die zuletzt durch Artikel 74 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- AgrarZahlVerpfIV Agrarzahlen-Verpflichtungenverordnung vom 17. Dezember 2014 (BAnz. AT 23.12.2014 V1), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 9. März 2017 (BGBl. I S. 455) geändert worden ist
- AlaFR Richtlinie für die Förderung von Untersuchungen und Sanierungen kommunaler Altablagerungen und Altstandorte vom 24. August 1993 (Amtsbl. M-V Nr. 35 S. 1520)
- AMG Arzneimittelgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 12. Dezember 2005 (BGBl. I S. 3394), das zuletzt durch Artikel 45 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist
- AtG Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch durch Artikel 2 des Gesetzes vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074) geändert worden ist
- BauGB Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1722) geändert worden ist
- BauNVO Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990 (BGBl. I S. 132), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1548) geändert worden ist
- BBergG Bundesberggesetz vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 30. November 2016 (BGBl. I S. 2749) geändert worden ist
- BBodSchG Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 101 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- BBodSchV Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 102 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- BImSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 30. November 2016 (BGBl. I S. 2749) geändert worden ist
- 1.BImSchV Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
- Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), die zuletzt durch Artikel 16 Absatz 4 des Gesetzes vom 10. März 2017 (BGBl. I S. 420) geändert worden ist
13. BImSchV Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
- Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1023, 3754),

- die durch Artikel 80 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
17. BImSchV Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1044, 3754)
27. BImSchV Siebenundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
Verordnung über Anlagen zur Feuerbestattung vom 19. März 1997 (BGBl. I S. 545), die zuletzt durch Artikel 10 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973) geändert worden ist
39. BImSchV Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 10. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2244) geändert worden ist
- BioAbfV Bioabfallverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. April 2013 (BGBl. I S. 658), die zuletzt durch Artikel 5 der Verordnung vom 5. Dezember 2013 (BGBl. I S. 4043) geändert worden ist
- BNatSchG Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 19 des Gesetzes vom 13. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2258) geändert worden ist
- BodSchätzG Bodenschätzungsgesetz vom 20. Dezember 2007 (BGBl. I S. 3150, 3176), das zuletzt durch Artikel 232 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- BWaldG Bundeswaldgesetz vom 2. Mai 1975 (BGBl. I S. 1037), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Januar 2017 (BGBl. I S. 75) geändert worden ist
- DSchG M-V Denkmalschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 6. Januar 1998, zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 12. Juli 2010 (GVOBl. M-V S. 383, 392)
- DüngG Düngegesetz vom 9. Januar 2009 (BGBl. I S. 54, 136), das zuletzt durch Artikel 370 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- DüMV Düngemittelverordnung vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. April 2017 (BGBl. I S. 859) geändert worden ist
- DüV Düngeverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 221), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 36 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist
- EG-Nitratrichtlinie Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (ABl. L 375 vom 31.12.1991, S. 1)
- FStrG Bundesfernstraßengesetz vom 6. August 1953 (BGBl. I S. 903), das zuletzt durch Artikel 466 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist

GAKG	Gesetz über die Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" (GAK-Gesetz - GAKG) vom 21. Juli 1988 (BGBl. I S. 1055), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2231) geändert worden ist
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GLP	Gutachterliches Landschaftsprogramm
GLRP	Gutachterlicher Landschaftsrahmenplan
GrwV	Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. Mai 2017 (BGBl. I S. 1044) geändert worden ist
HZE	Hinweise zur Eingriffsregelung
IED	RICHTLINIE 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (ABl. Nr. L 334 vom 17.12.2010 S. 17)
INSPIRE	Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (ABl. Nr. L 108 vom 25.4.2007 S.1)
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 4. April 2016 (BGBl. I S. 569) geändert worden ist
LBauO M-V	Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern, die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 21. Dezember 2015 (GVOBl. M-V S. 590) geändert worden ist
LBodSchG M-V	Gesetz über den Schutz des Bodens im Land Mecklenburg-Vorpommern (Landesbodenschutzgesetz - LBodSchG M-V) vom 4. Juli 2011 (GVOBl. M-V S. 759), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Juli 2011 (GVOBl. M-V S. 759, 764)
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
LEP M-V	Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern
LEP-LVO M-V	Landesverordnung über das Landesraumentwicklungsprogramm vom 27. Mai 2016 (GVOBl. M-V 2016, S. 322), die zuletzt durch Berichtigung vom 24. Oktober 2016 (GVOBl. M-V S. 872) geändert worden ist
LPIG M-V	Gesetz über die Raumordnung und Landesplanung des Landes Mecklenburg-Vorpommern- Landesplanungsgesetz (GVOBl. M-V 1998, S. 503, 613), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Mai 2016 (GVOBl. M-V S. 258) geändert worden ist
LUVPG M-V	Landes-UVP-Gesetz - Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in Mecklenburg-Vorpommern vom 27.07.2011 (GVOBl. M-V Nr. 16 vom 26.08.2011 S. 885), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 15. Januar 2015 (GVOBl. M-V S. 30, 35) geändert worden ist
LWaldG	Waldgesetz für das Land Mecklenburg-Vorpommern (Landeswaldgesetz - LWaldG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Juli 2011 (GVOBl. M-V S. 870), das zuletzt durch Artikel 14 des Gesetzes vom 27. Mai 2016 (GVOBl. M-V S. 431, 436) geändert worden ist
MUVS	Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung, Stand 2001
NAP	Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln vom 15. Mai 2013 (BANz AT 15.05.2013 B1 S. 2)

NatSchAG M-V	Gesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern zur Ausführung des Bundesnaturschutzgesetzes (Naturschutzausführungsgesetz - NatSchAG M-V) vom 23. Februar 2010 (GVOBl. M-V, S. 66), das zuletzt durch Artikel 15 des Gesetzes vom 27. Mai 2016 (GVOBl. M-V S. 431, 436) geändert worden ist
OGewV	Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373)
PflSchAnwV	Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung vom 10. November 1992 (BGBl. I S. 1887), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 25. November 2013 (BGBl. I S. 4020) geändert worden ist
PflSchG	Pflanzenschutzgesetz vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148, 1281), das zuletzt durch Artikel 4 Absatz 84 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666) geändert worden ist
Richtlinie 2008/50/EG	Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa (ABl. Nr. L 152 vom 11.06.2008 S. 1)
Richtlinie 2009/128/EG	Richtlinie 2009/128/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden (ABl. Nr. L 309 vom 24.11.2009 S. 71)
Richtlinie 2013/59/EURATOM	Richtlinie 2013/59/EURATOM des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom (ABl. L 13 vom 17.1.2014 S.1)
ROG	Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
SOG M-V	Gesetz über die öffentliche Sicherheit und Ordnung in Mecklenburg-Vorpommern vom 9. Mai 2011, das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 2. Juli 2013 (GVOBl. M-V S. 434) geändert worden ist
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114) geändert worden ist"
StrVG	Strahlenschutzvorsorgegesetz vom 19. Dezember 1986 (BGBl. I S. 2610), das zuletzt durch Artikel 91 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
StrWG M-V	Straßen- und Wegegesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern vom 13. Januar 1993, das zuletzt durch Gesetz vom 9. November 2015 (GVOBl. M-V S. 436) geändert worden ist
TA Luft	Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002
TrinkwV	Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2013 (BGBl. I S. 2977), die durch Artikel 4 Absatz 21 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666) geändert worden ist
VDI 2119	Richtlinie VDI 2119, Bl. 2, Messung partikelförmiger Niederschläge – Bestimmung des Staubbiederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas (Bergerhoff-Verfahren) oder Kunststoff

- Verordnung (EG) 834/2007 Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 ((ABl. Nr. L 189 vom 20.07.2007 S. 1)
- Verordnung (EG) Nr. 889/2008 Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle (ABl. Nr. L 250 vom 18.09.2008 S. 1)
- Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates (ABl. Nr. L 309 vom 24.11.2009 S. 1)
- Verordnung (EU) Nr. 546/2011 Verordnung (EU) Nr. 546/2011 der Kommission vom 10. Juni 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlamentes und des Rates hinsichtlich einheitlicher Grundsätze für die Bewertung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln (ABl. Nr. L 155 vom 11.06.2011 S. 127)
- Verordnung (EG) Nr. 1306/2013 Verordnung (EU) Nr. 1306/2013 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 17. Dezember 2013 über die Finanzierung, die Verwaltung und das Kontrollsystem der Gemeinsamen Agrarpolitik und zur Aufhebung der Verordnungen (EWG) Nr. 352/78, (EG) Nr. 165/94, (EG) Nr. 2799/98, (EG) Nr. 814/2000, (EG) Nr. 1290/2005 und (EG) Nr. 485/2008 des Rates (ABl. Nr. L 347 vom 21.12.2013 S. 549)
- WDüngV Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger vom 21. Juli 2010 (BGBl. I S. 1062), die durch Artikel 2 Absatz 2 des Gesetzes vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1068) geändert worden ist
- WHG Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist
- WRRL Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates der Europäischen Union zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Wasserrahmenrichtlinie (ABl. Nr. L 327 vom 22.12.2000 S. 1)

Behörden/Institute/Arbeitskreise/Informationssysteme

- ALA Ständiger Ausschuss Altlasten der LABO
- ALB Automatisiertes Liegenschaftsbuch
- ALK Automatisierte Liegenschaftskarte
- ALKIS Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
- ARGE Bundesagentur für Arbeit
- ATKIS Amtliches topographisch-kartographisches Informationssystem
- BDF Boden-Dauerbeobachtungsfläche
- BDF-F Boden-Dauerbeobachtungsfläche auf forstwirtschaftlichem Standort
- BDF-L Boden-Dauerbeobachtungsfläche auf landwirtschaftlichem Standort
- BDF-U Boden-Dauerbeobachtungsfläche auf urbanem Standort

BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BIS	Bodeninformationssystem
BK 50	Bodenkarte 1: 50.000
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
BÜK 200	Bodenübersichtskarte 1: 200.000
BÜK 500	Bodenübersichtskarte 1: 500.000
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
BZE	Bodenzustandserhebung
dBAK	digitales Bodenschutz- und Altlastenkataster Mecklenburg-Vorpommern
DGM	Digitales Geländemodell
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DVK	Düngemittelverkehrskontrolle
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEK	Erosionsereigniskataster
EM	Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern
EPA	US-Environmental Protection Agency
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
FISBO	Fachinformationssystem Boden
FISBO BGR	Fachinformationssystem Boden der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
GAIA MV	Geo Access Internet Applikation Mecklenburg-Vorpommern
GIS	Geographisches Informationssystem
HRO	Hansestadt Rostock
IMAG	Interministerielle Arbeitsgruppe Baggergut
IVA BAB	Industrieverband Agrar Bundesarbeitskreis Düngung
KBK 25	Konzeptbodenkarte 1: 25.000
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
KVK	Klärschlammverkehrskontrolle
LABO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
LAiV	Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern

LALLF	Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen
LFB	LMS Agrarberatung GmbH - Zuständige Stelle für Landwirtschaftliches Fachrecht und Beratung
LGMV	Landgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern mbH
LINFOS	Landschaftsinformationssystem
LM	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern
LMS	LMS Agrarberatung GmbH
LRO	Landkreis Rostock
LUNG	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
LUP	Landkreis Ludwigslust - Parchim
ML NI	Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
MMK	Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung
MSE	Landkreis Mecklenburgische Seenplatte
NWN	Landkreis Nordwestmecklenburg
PSD	Pflanzenschutzdienst Mecklenburg-Vorpommern
SN	Stadt Schwerin
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
StALU	Staatliches Amt für Umwelt und Natur
SVGK	Schadverdichtungsgefährdungsklassen
UBA	Umweltbundesamt
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungsanstalten
VG	Landkreis Vorpommern-Greifswald
VR	Landkreis Vorpommern-Rügen
WM	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit Mecklenburg-Vorpommern
WMS	Web Map Service
ZALF	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V.

Chemische Elemente/Verbindungen

Ac	Actinium
Al	Aluminium
AOX	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen
As	Arsen
Ba	Barium
B[a]P	Benzo[a]pyren
Be	Beryllium

BG	Bestimmungsgrenze
Bi	Bismut
BTEX	Aromatische Kohlenwasserstoffe
bwS	basisch wirksame Stoffe
C	Kohlenstoff
Ca	Calcium
CaO	Kalk
Cd	Cadmium
Cl	Chlor
CN	Cyanide
Co	Cobalt
Cr	Chrom
Cs	Caesium
Cu	Kupfer
DBT	Dibutylzinn
DEHP	(Di(2-ethylhexyl)phthalat)
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
dl-PCB	dioxinähnliche Polychlorierte Biphenyle
F	Fluor
Fe	Eisen
H	Wasserstoff
HCB	Hexachlorbenzol
HCH	Hexachlorcyclohexan
HCl	Chlorwasserstoff
Hg	Quecksilber
HNO ₃	Salpetersäure
K	Kalium
KCl	Kaliumchlorid
LAS	Lineare Alkylbenzolsulfonate
LCKW	Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
MBT	Mercaptobenzothiazol
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
Mn	Mangan
Mo	Molybdän
N	Stickstoff
NH ₃	Ammoniak
NH ₄	Ammonium
Ni	Nickel

NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickoxid
NP	Nonylphenol
NPEO	Nonylphenoethoxylat
P	Phosphor
P ₂ O ₅	Phosphor(V)oxid
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
Pb	Blei
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD/F	Polychlorierte Dibenzo- <i>p</i> -dioxine und Dibenzofurane
PFOA	Perfluorooctansäure
PFOS	Perfluorooctansulfonat
PFT	Perfluorierte Tenside
PSM	Pflanzenschutzmittel
Pt	Platinum
Ra	Radium
S	Schwefel
Sb	Antimon
Se	Selen
SM	Schwermetalle
Sn	Zinn
SO ₂	Schwefeldioxid
SO ₄	Sulfate
TBT	Tributylzinn
Tl	Thallium
TPhT	Triphenylzinn
U	Uran
V	Vanadium
γ-HCH	γ-Hexachlorcyclohexan (Lindan)
Zn	Zink

Sonstige Abkürzungen

ACK	Amtschefkonferenz
AG	Arbeitsgruppe
BBB	Bodenkundliche Baubegleitung
BRD	Bundesrepublik Deutschland
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa

CC	Cross Compliance
CL	Critical Load
CDU	Christlich Demokratische Union
CSU	Christlich Soziale Union
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DIN	Deutsches Institut für Normung
d. h.	das heißt
EG	Europäische Gemeinschaft
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EW	Einwohner
FM	Feuchtmasse
ggf.	gegebenenfalls
GV	Großvieheinheit
HQ10/20	Hochwasser mit 10 bis 20-jährlicher Wiederkehrswahrscheinlichkeit
HQ 100	Hochwasser mit 100-jährlicher Wiederkehrswahrscheinlichkeit
i. B. a.	in Bezug auf
i. d. R.	in der Regel
i. S. d.	im Sinne des
i. V. m.	in Verbindung mit
KA 5	Bodenkundliche Kartieranleitung
Kf-Wert	Wasserdurchlässigkeit
LF	landwirtschaftlich genutzte Fläche
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
OS	organische Substanz
o. g.	oben genannt
PBT	Persistent, Bioaccumulating, Toxic
POP	Persistent Organic Pollutant
SEA 95	Anweisung für die forstliche Standortserkundung in den Wäldern des Landes Mecklenburg-Vorpommern
sog.	sogenannt
SOP	Standard Operation Procedure
SPD	Sozialdemokratische Partei Deutschlands
SVGK	Methode SchadVerdichtungsGefährdungsklassen
TGL	Technischen Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen
TL-Streu	Technische Lieferbedingungen für Streustoffe des Straßenwinterdienstes (2003)
TM	Trockenmasse

TOP	Tagesordnungspunkt
TÖB	Träger öffentlicher Belange
TS	Trockensubstanz
UQN	Umweltqualitätsnormen
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
v. Chr.	vor Christus
vgl.	vergleiche
u. a.	unter anderem
UN	Vereinte Nationen
vPvB	very Persistent, very Bioaccumulating
W	Winter
z. B.	zum Beispiel
Z	Ziel

8.3 Abbildungen

Abbildung 1: Fachinformationssystem Boden Mecklenburg-Vorpommern als Instrument zur Sammlung, Aufbereitung und Ableitung von Daten für die Praxis (verändert nach Oelkers 1993)

Abbildung 2: Hierarchische Gliederung vom Umwelt-Leitbild bis Umwelt-Qualitätsstandard (LUNG 2002a)

Abbildung 3: Verteilung der P-Gehaltsklassen (relativ), Ackerland konventionell, 1993 – 2013

Abbildung 4: Verteilung der P- Gehaltsklassen (relativ), Ackerland, ökologisch, 1999 – 2012

Abbildung 5: Verteilung der K-Gehaltsklassen, (relativ) Ackerland konventionell, 1993 – 2013

Abbildung 6: Verteilung der K- Gehaltsklassen (relativ), Ackerland ökologisch, 1999 – 2012

Abbildung 7: Verteilung der Mg-Gehaltsklassen (relativ), Ackerland konventionell, 1993 – 2013

Abbildung 8: Verteilung der Mg- Gehaltsklassen (relativ), Ackerland ökologisch, 1999 - 2012

Abbildung 9: Verteilung der P-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Niedermoor

Abbildung 10: Verteilung der P-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Mineralboden

Abbildung 11: Verteilung der K-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Niedermoor

Abbildung 12: Verteilung der K-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Mineralboden

Abbildung 13: Verteilung der Mg-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Niedermoor

Abbildung 14: Verteilung der Mg-Gehaltsklassen (relativ), Grünland konventionell, 1993 – 2013, Mineralboden

Abbildung 15: Verteilung der pH-Wert-Klassen (relativ), Ackerland konventionell, 1996 - 2013

Abbildung 16: Verteilung der pH-Wertklassen (relativ), Ackerland ökologisch, 1999 – 2012

Abbildung 17: Verteilung der pH-Wertklassen (relativ), Grünland konventionell, 2003– 2013, Niedermoor

Abbildung 18: Verteilung der pH-Wertklassen (relativ), Grünland konventionell, 2002 – 2013, Mineralboden

Abbildung 19: pH(KCl)-Werte verschiedener Tiefenstufen (bis 90 cm) der BZE-Aufnahmen 1 (1992) und 2 (2006/07) in M-V

Abbildung 20: Mittlere Austauscherbelegung verschiedener Tiefenstufen (cm) der BZE-2-Stichprobe (2006/07) in M-V

Abbildung 21: Tiefengradient der Basensättigung [%] für zwei Bodentypengruppen (jede Linie entspricht einem BZE-2-Punkt in M-V, 2006/07)

Abbildung 22: Vorräte austauschbarer „basischer“ Kationen (bis 90 cm Bodentiefe) der BZE-Aufnahmen 1 (1992) und 2 (2006/07) in M-V

Abbildung 23: N-Eintrag an den beiden forstlichen Intensivmonitoringflächen M-V (Summe von Nitrat- und Ammoniumstickstoff im Bestandesdurchlass ohne Stammabfluss) von 1996 bis 2013

Abbildung 24: Ermittelte Nitratkonzentration der BZE-2-Stichprobe (2006/07) in M-V nach Klassen

Abbildung 25: Verteilung der Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen der 62 relevanten punktuellen Schadstoffquellen in M-V (www.wrrl-mv.de)

Abbildung 26: Anzahl der zivilen und militärischen altlastverdächtigen Flächen und Altlasten in M-V (LUNG 2000 bis 2015)

Abbildung 27: Gebietsausweisung mecklenburgische Elbaue (LUNG 2009)

Abbildung 28: Potenzielle Wassererosionsgefährdung in M-V auf Ackerflächen (LUNG 2014)

Abbildung 29: Schema zur Ermittlung der potenziellen Winderosionsgefährdung nach AK Erosion (ARGE Relief 2008)

Abbildung 30: Stufen der Schutzwirkung und Einteilung von Schutzbereichen nach DIN 19706

Abbildung 31: Potenzielle Winderosionsgebiete in M-V auf Ackerflächen (LUNG 2014)

Abbildung 32: Potenzielle, mechanische Verdichtungsempfindlichkeit bei pF 1,8 der Unterböden von Ackerflächen von MV (Quelle: LUNG 2013)

Abbildung 33: Hochwassergebiete der Elbe und ihrer Rückstaugebiete nach Beschlusslage des Rates des Bezirkes Schwerin aus dem Jahr 1987 (StALU Westmecklenburg)

Abbildung 34: Festgesetztes Überschwemmungsgebiet der Warnow (StALU Mittleres Mecklenburg)

Abbildung 35: Zeitliche Entwicklung der Medianwerte für Zn und Cu in Schwebstoffen aus 8 Fließgewässern M-Vs in den Jahren 1998-2012

Abbildung 36: Zeitliche Entwicklung der Medianwerte für Cd, Pb und Hg in Schwebstoffen aus 8 Fließgewässern M-Vs in den Jahren 1998-2012

Abbildung 37: Absatz mineralischer Düngemittel in M-V (Statistisches Amt M-V 2014)

Abbildung 38: Cadmiumgehalte in Mineraldüngern im Vergleich Boysen-Studie und der Datenbank (DB) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) (UBA 2007)

Abbildung 39: Bleigehalte in Mineraldüngern im Vergleich Boysen-Studie und FAL-Datenbank (UBA 2007)

Abbildung 40: Urangehalte [mg/kg TM] in Klärschlämmen (organische NP-Dünger) und Mineraldüngemitteln in M-V (LFB 2011)

Abbildung 41: Entwicklung der Rinder-, Schweine-, Schafbestände in M-V (in 1000 Stück) (Statistisches Amt 2014)

Abbildung 42: Entwicklung der Geflügelbestände in M-V (in 1000 Stück) (Statistisches Amt 2014)

Abbildung 43: Kupfergehalte in konventionellen und ökologischen Wirtschaftsdüngern (UBA 2007)

Abbildung 44: Zinkgehalte in konventionellen und ökologischen Wirtschaftsdüngern (UBA 2007)

Abbildung 45: Kupfer- und Zinkversorgung ausgewählter Winterweizenflächen in M-V 2012 – 14 (LFB 2014)

Abbildung 46: Herkunft der in M-V seit 2001 landwirtschaftlich verwerteten Klärschlämme nach Bundesländern (LFB, 2014a)

Abbildung 47: Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung in den Jahren 2011 bis 2013 in den Landkreisen von M-V (LFB, 2014a)

Abbildung 48: Wege der Klärschlamm Entsorgung in M-V 2007-2013 (WM, 2015)

Abbildung 49: Entwicklung der mittleren Nährstoffgehalte der in Mecklenburg-Vorpommern untersuchten Klärschlämme seit 1992 (LFB, 2014a)

Abbildung 50: Entwicklung der mittleren Schwermetallgehalte der in M-V untersuchten Klärschlämme seit 1992 (LFB, 2014a)

Abbildung 51: Entwicklung der mittleren AOX-Gehalte der in M-V untersuchten Klärschlämme seit 1992 (LFB, 2014a)

Abbildung 52: Entwicklung der mittleren Cadmium- und Quecksilber-Gehalte der Klärschlamm Einsatzflächen in M-V (Datenerhebung der LFB, gewichtetes Dreijahresmittel, mg/kg TM)

Abbildung 53: Entwicklung der mittleren Blei-, Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zink-Gehalte der Klärschlamm Einsatzflächen in M-V (Datenerhebung der LFB, gewichtetes Dreijahresmittel, mg/kg TM)

Abbildung 54: Verwertungswege von in M-V erzeugten Komposten aus Kompostierungsanlagen (Statistisches Amt M-V, 2011 und 2014)

Abbildung 55: Inlandabsatz von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland (BVL 2014)

Abbildung 56: Durchschnittliche Pflanzenschutzmittelintensität einiger Ackerbaukulturen in M-V (LALLF 2007-11)

Abbildung 57: Durchschnittlicher Einsatz herbizider Wirkstoffe im Winterraps (LALLF 2014, n=60)

Abbildung 58: Durchschnittlicher Einsatz herbizider Wirkstoffe im Winterweizen (LALLF, 2014, n=43)

Abbildung 59: Durchschnittlicher Einsatz herbizider Wirkstoffe im Mais (LALLF 2014, n=31)

Abbildung 60: Durchschnittlicher Einsatz fungizider Wirkstoffe und von Mepiquatchlorid im Winterraps (LALLF 2014, n=60)

Abbildung 61: Durchschnittlicher Einsatz fungizider Wirkstoffe im Winterweizen (LALLF 2014, n=43)

Abbildung 62: Mittlere pH-Werte des Regens am Standort Gülzow (Freilanddeposition) (LUNG 2014)

Abbildung 63: Entwicklung der Ammonium- und Wasserstoffioneneinträge an der Luftmessstation Gülzow (LUNG 2011)

Abbildung 64: Entwicklung der mittleren Schwefeldioxidmission (SO_2) im ländlichen Raum und an städtischen, straßennahen Messstationen in M-V, Ergebnisse der Luftgüteüberwachung in M-V (LUNG 2015)

Abbildung 65: Entwicklung der mittleren Stickstoffdioxidmission (NO_2) im ländlichen Raum und an städtischen, straßennahen Messstationen in M-V, Ergebnisse der Luftgüteüberwachung in M-V (LUNG 2015)

Abbildung 66: Einträge von Stickstoffverbindungen aus der Luft am Standort Gülzow für die Jahre 1995-2013 (LUNG 2014)

Abbildung 67: Critical Load für Stickstoffeinträge, eutrophierende Wirkung (UBA 2011)

Abbildung 68: Überschreitung des Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff im Jahr 2007 (UBA 2011)

Abbildung 69: Bleideposition an der verkehrsnah gelegenen Station Stralsund (bis 2010) und der ländlich gelegenen Station Gülzow (LUNG 2014)

Abbildung 70: Cadmiumdeposition an der verkehrsnah gelegenen Station Stralsund (bis 2010) und der ländlich gelegenen Station Gülzow (LUNG 2014)

Abbildung 71: Nickeldeposition an der verkehrsnah gelegenen Station Stralsund (bis 2010) und der ländlich gelegenen Station Gülzow (LUNG 2014)

Abbildung 72: Entwicklung der atmosphärischen Schwermetallemissionen in Deutschland (UBA 2015a)

Abbildung 73: Critical Load für Blei, ökotoxische Wirkungen (UBA 2010)

Abbildung 74: Critical Load für Cadmium, ökotoxische Wirkungen (UBA 2010)

Abbildung 75: Critical Load für Quecksilber, ökotoxische Wirkungen (UBA 2010)

Abbildung 76: Entwicklung der atmosphärischen Emissionen ausgewählter organischer Schadstoffe in Deutschland (UBA 2014 b)

Abbildung 77: Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in M-V von 1992 bis 2013 (Statistische Jahrbücher 1994 – 2014, Statistisches Amt M-V)

Abbildung 78: Entwicklung erosionsgefährdeter Anbauflächen in M-V (Statistisches Amt M-V 2014)

Abbildung 79: Emissionen aus den Mooren im Vergleich zu anderen relevanten Quellen in M-V (LM 2009a)

Abbildung 80: Bodendenkmale in M-V (Landesamt für Kultur und Denkmalpflege 2011)

8.4 Tabellen

Tabelle 1: Hintergrundwerte für Böden - Mecklenburg-Vorpommern

Tabelle 2: Vorläufige Hintergrundwerte von Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat im S4-Eluat in Abhängigkeit von der Entfernung zur Küstenlinie (LUNG 2006)

Tabelle 3: Vorläufige Hintergrundwerte von Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat im S4-Eluat unter Berücksichtigung des Grundwassereinflusses (LUNG 2006)

Tabelle 4: Vorläufige Hintergrundwerte von Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat im S4-Eluat sowie die Summe der 16 EPA-PAKs und der Einzelkomponente Benzo[a]pyren unter Berücksichtigung des Substrates

Tabelle 5: Statistische Auswertung des Summenparameters PCDD/F nach NATO/ CCMS - Gebietsbezug: Mecklenburgische Elbaue (Idler u. Kape 2009)

Tabelle 6: Statistische Auswertung des Summenparameters PCDD/F nach NATO/ CCMS - Gebietsbezug: Mecklenburg-Vorpommern ohne Elbaue (Idler 2010)

Tabelle 7: Statistische Auswertung des Summenparameters WHO- dl PCB - Gebietsbezug: Mecklenburg-Vorpommern außerhalb der Elbaue (Idler 2010)

Tabelle 8: Vorsorgewerte für Metalle gemäß Anhang 2 Nummer 4.1 BBodSchV [mg/kg Trockenmasse Feinboden]

Tabelle 9: Vorsorgewerte für organische Stoffe gemäß Anhang 2 Nummer 4.2 BBodSchV [mg/kg Trockenmasse Feinboden]

Tabelle 10: Einstufungen für noch typische dl-PCB- und PCDD/F- Toxizitätssummen landwirtschaftlich genutzter Oberböden in Mecklenburg-Vorpommern (Idler 2010)

Tabelle 11a: Mittlere N_{min} -Gehalte im Herbst der Jahre 2002 – 2014 (LFB 2015)

Tabelle 11b: Mittlere N_{min} -Gehalte im Frühjahr der Jahre 2003 – 2015 (LFB 2015)

Tabelle 11c: Mittlere S_{min} -Gehalte im Frühjahr der Jahre 2003 – 2015 (LFB 2015)

Tabelle 12: Nährstoffstatus der landwirtschaftlich genutzten Böden von M-V – Grünland, ökologisch bewirtschaftet (2006 - 2012) (LFB 2014)

Tabelle 13: Einsatz, Abfuhr und Bilanz von Phosphor (P_2O_5) (organisch und mineralisch) auf produktiven Marktfruchtflächen, ohne Stilllegung und Grünland (LFB 2005)

Tabelle 14: Einsatz, Abfuhr und Bilanz von Kalium (K_2O) (organisch und mineralisch) auf produktiven Marktfruchtflächen, ohne Stilllegung und Grünland (LFB 2005)

Tabelle 15: Kalkverluste durch Zufuhr ausgewählter Düngemittel (LFB 2011)

Tabelle 16: Bodenreaktionsstatus der landwirtschaftlich genutzten Böden von M-V – Grünland, das ökologisch bewirtschaftet wird (2006 - 2012) (LFB 2014)

Tabelle 17: Beurteilung der Nährstoffgehaltsklassen für die Kennzeichnung des Nährstoffversorgungszustandes (Makronährstoffe) der Böden in M-V (VDLUFA 2001; LFB 2005)

Tabelle 18: Anzustrebende Makronährstoffgehalte auf landwirtschaftlich genutzten Ackerböden (LFB 2005)

Tabelle 19: Anzustrebende Makronährstoffgehalte auf landwirtschaftlich genutzten Grünlandböden (LFB 2005)

Tabelle 20: Beurteilung der Nährstoffgehaltsklassen für die Kennzeichnung des Nährstoffversorgungszustandes (Mikronährstoffe) der Böden in M-V (LFB 2005)

Tabelle 21: Anzustrebende Mikronährstoffgehalte auf landwirtschaftlich genutzten Ackerböden (LFB 2005)

Tabelle 22: Beurteilung des Humussaldos für die Kennzeichnung des Humusversorgungszustandes der Böden in M-V (VDLUFA 2004, LFB 2005)

Tabelle 23: Orientierungswerte für die Einstufung grundwasserferner Standorte nach dem Grad der Versorgung mit organischer Substanz in Abhängigkeit vom Feinanteil (VDLUFA 2004, LFB 2005)

Tabelle 24: Beurteilung der pH-Wert-Klassen für die Kennzeichnung der Bodenreaktionszustandes der Böden in M-V (LFB 2005)

Tabelle 25: Anzustrebende Bodenreaktion (pH-Wert-Klasse C) auf Acker- und Grünlandböden (VDLUFA 2004, LFB 2005)

Tabelle 26: Anzahl der BZE-Punkte, an denen Überschreitungen etablierter Grenzwerte für Schwermetallkonzentrationen auftraten (bezogen auf 47 BZE-2-Punkte in M-V, 2006/07)

Tabelle 27: Jährliche Probenentnahme an Böden in Mecklenburg Vorpommern

Tabelle 28: Höchster Cäsium-137-Wert 2014 mit korrespondierenden Werten für Radionuklide natürlichen Ursprungs in Böden

Tabelle 29: Höchster Cäsium-137-Wert 2014 mit korrespondierenden Werten für Radionuklide natürlichen Ursprungs in Klärschlamm und Kompost

Tabelle 30: Verteilung der im dBAK je Landkreis bzw. kreisfreien Stadt erfassten Altablagerungen (Stand: Juni 2016)

Tabelle 31: Altlastenstatistik der altlastverdächtigen Flächen und Altlasten in M-V (LUNG 2016)

Tabelle 31a: Abfallrechtlich überwachte Deponien in M-V (WM 2017)

Tabelle 32: Schadstoffgehalte [mg/kg TM bzw. ng I-TE/kg TM] in Oberböden (Bodenart: Lehm) der mecklenburgischen Elbaue (Schweder et al. 2005)

Tabelle 33: Schadstoffgehalte [mg/kg TM bzw. ng I-TE/kg TM] in Oberböden (LUNG 2009)

Tabelle 34: Schadstoffgehalte [mg/kg TM bzw. ng I-TE/kg TM] in Unterböden (LUNG 2009)

Tabelle 35: Betroffenheit der mecklenburgischen Elbaue (LUNG 2009)

Tabelle 36: Vergleich der Einstufung der landwirtschaftlich genutzten Böden nach Wassererosionsgefährdung und Cross Compliance (LUNG 2014)

Tabelle 37: Vergleich der Einstufung der landwirtschaftlich genutzten Böden nach potenzieller Winderosionsgefährdung und Cross Compliance (LUNG 2014)

Tabelle 38: Beurteilung der ökologischen Befahrungsempfindlichkeit von Waldböden auf der Grundlage von Substratgruppen (LM, 2004)

Tabelle 39: Beziehung zwischen Lagerungsdichte und Wurzelwachstum in Abhängigkeit von der Bodenart (U.S. Department of Agriculture; National Resource Conservation Service, 2003)

Tabelle 40: Anteile der Korngrößen an den Texturklassen (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE; AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE, 2002)

Tabelle 41: Sollwerte der Bodenfruchtbarkeitskennziffern (Lagerungsdichte) für die ausgewählten Standortgruppen der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Kundler, 1982)

Tabelle 42: Versiegelung in Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2013 (nach Berechnungen des UBA 2015)

Tabelle 43: Zunahme baulich versiegelter Flächen in Rostock zwischen 1989 und 2007 (ohne Straßen) (Grenzdörffer & Kressner 2010)

Tabelle 44: LAWA-Zielvorgaben im Hinblick auf das Schutzgut „Schwebstoffe/Sedimente“ (LAWA 1998)

Tabelle 45: Schwermetall-Gehalte in Schlicksedimenten (Feinkornfraktion < 20 µm) ausgewählter Küstengewässer M-Vs, Mittelwerte in mg/kg TM, Zeitraum 2000-2012 (Überschreitungen der LAWA-Zielvorgabe sind rot hervorgehoben)

Tabelle 46: Organische Schadstoffe in Schlicksedimenten aus Küstengewässern M-Vs, alle Angaben in µg/kg TM, Zinnorganika in µg Sn/kg TM, PCDD/F in WHO-TEQ, Zeitraum 2000-2012

Tabelle 47: Cadmium-Gehalte in Rohphosphaten (IVA BAD)

Tabelle 48: Schwermetallgehalte mineralischer Düngemittel (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2003)

*Tabelle 49: Mittlere Schwermetalleinträge durch Phosphatdüngemittel nach durchschnittlichem Pflanzenentzug bezogen auf einen durchschnittlichen P₂O₅-Bedarf von 50 kg/ha*a) und mittlere Düngequalitäten (UBA 2001)*

Tabelle 50: Grenzwerte für bestimmte Elemente in Düngemitteln¹⁾, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln, die nicht der EG-Düngemittelverordnung unterliegen (Tabelle 1.4 der Anlage 2 DüMV)

Tabelle 51: Schweine und Rinderbestand nach Bundesländern (Stand: Mai 2012) (Statistisches Bundesamt 2012)

Tabelle 52: Entwicklung des Viehbesatzes in Mecklenburg-Vorpommern (Statistisches Amt)

Tabelle 53: Wirtschaftsdüngeranfall in der Rinder- und Schweinehaltung in M-V und in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2003 (KTBL 2003)

Tabelle 54: Umfang der Wirtschaftsdüngerverbringung nach M-V 2014 aus anderen Bundesländern (Meldungen der aufnehmenden Betriebe; LFB 2016)

Umfang der Wirtschaftsdüngerverbringung nach MV 2013 (ELV NI)

Tabelle 55: Schwermetallgehalte [mg/kg TM] in Wirtschaftsdüngern, Klärschlamm und in Gärresten ((a) nach DÖHLER, 2002; (b) nach ANONYMUS, 2000))

Tabelle 56: Mittlere Schwermetalleinträge durch organische Phosphatdüngemittel nach durchschnittlichem Pflanzenentzug bezogen auf einen durchschnittlichen P₂O₅-Bedarf von 50 kg/a und mittlere Düngequalitäten (UBA 2001)

Tabelle 57: Grenzwerte für bestimmte Elemente in Düngemitteln¹⁾, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Tabelle 1.4 der Anlage 2 DüMV)

Tabelle 58: Mittlere Schadstoffgehalte kommunalen Klärschlammes aus M-V (Schaecke et al., 2004; LFB, 2013A)

Tabelle 59: Organische Schadstoffe im Klärschlamm (ergänzende Parameter der AbfKlärV in Klärschlämmen aus M-V aus Studien der Jahre 2001/03/05 (ohne Ausreißer) (Kape et al., 2006)

Tabelle 60: Grenzwerte für Klärschlamm nach AbfKlärV 1992 sowie weitere Grenzwertvorschläge

Tabelle 61: Schadstoffgrenzwerte nach DüMV Anlage 2 Tabelle 1.4

Tabelle 62: Schwermetallgehalte von gütegesicherten Grüngut- und Bioabfallkomposten aus M-V und Deutschland 2014 (Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. 2015)

Tabelle 63: Mittelwerte für Gärreststoffe aus Deutschland (87 Anlagen mit flüssigen und 10 Anlagen mit festen Gärreststoffen) im Vergleich zu Bioabfallkomposten (UBA 2007)

Tabelle 64: Schwermetall-Grenzwerte der Bioabfallverordnung (BioAbfV) und Höchstgehalte der Verordnung (EG) NR. 889/2008

Tabelle 65: Richtwerte für die Schwermetallgehalte [mg/kg TM] in Gärsubstraten von M-V (Finke und Kape 2004)

Tabelle 66: Substrate aus Seenbaggerungen in M-V seit 1990 (LM 2015)

Tabelle 67: Anzahl der zugelassenen Pflanzenschutzmittel und Wirkstoffe (BVL 2014)

Tabelle 68: Rangliste bezogen auf die Menge der am häufigsten eingesetzten Wirkstoffgruppen (BVL 2014)

Tabelle 69: Anzahl und Häufigkeit der Positivbefunde von PSM-Wirkstoffen im Grundwasser (Landesmessnetz LUNG, Zeitraum: 2007-2013)

Tabelle 70: Anzahl und Häufigkeit der Positivbefunde von relevanten PSM-Metaboliten im Grundwasser (Landesmessnetz LUNG, Zeitraum: 2007-2013)

Tabelle 71: Grundwasser-Messstellen in MV mit Überschreitungen des Schwellenwertes (Landesmessnetz LUNG, Zeitraum: 2007-2013)

Tabelle 72: Anzahl und Häufigkeit der Positivbefunde und Anzahl der Überschreitungen des GOW von nicht relevanten PSM-Metaboliten im Grundwasser (Landesmessnetz, Zeitraum: 2007-2013)

Tabelle 73: Klärschlammverwertung im Landschaftsbau in M-V (LUNG)

Tabelle 74: Kompostverwertung aus Bioabfall verarbeitenden Anlagen in M-V (Statistisches Amt M-V)

Tabelle 75: Verwendungswege für Bodenaushub / Baggergut bei öffentlichen Maßnahmen in M-V (Statistisches Amt M-V)

Tabelle 76: Ammoniakkonzentrationen im ländlichen Raum und in der Nähe von Tierhaltungsanlagen in M-V (LUNG 2015)

Tabelle 77: Ammoniakkonzentrationen in der Nähe von Tierhaltungsanlagen in M-V (LUNG 2004b)

Tabelle 78: Immissionswerte der 39. BImSchV für SO₂ und NO₂/NO_x

Tabelle 79: Emissionshöchstmengen für Deutschland für versauernde Stoffe nach § 33 Abs. 1 39. BImSchV

Tabelle 80: Schwermetalldeposition in µg/m²·d an der Messstation Gülzow (LUNG 2014)

Tabelle 81: Jahresemissionen genehmigungsbedürftiger Anlagen in M-V (LUNG 2015)

Tabelle 82: Immissionsgrenz- und Zielwerte für Schwermetalle als Gesamtgehalt in der PM₁₀-Fraktion nach 39. BImSchV

Tabelle 83: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen der TA Luft

Tabelle 84: Differenzierung der Dioxindepurationsbelastung nach Gebietstypen (unbelastete Proben) (UBA 2010)

Tabelle 85: Entwicklung der im Gesamtstaubniederschlag ermittelten Deposition von Benzo[a]pyren, Benzo[b;j;k]fluoranthren, Indeno[1,2,3-cd]pyren (UBA 2015)

Tabelle 86: Rechtliche Regelungen zur Beschränkung von Dioxin- und PAK-Emissionen und -Immissionen

Tabelle 87: Winterdienst (Streuung) an Bundes- und Landesstraßen 2003/04 – 2015/16 in M-V (EM 2017)

Tabelle 88: Winterdienst (Streuung) an Autobahnen 2003/04 – 2015/16 in M-V (EM 2017)

Tabelle 89: Entwicklung ausgewählter Flächennutzungsarten in M-V von 1992 bis 2013 (STATISTISCHE JAHRBÜCHER 1994 – 2014, STATISTISCHES AMT M-V)

Tabelle 90: Entwicklung des Wohnflächenkonsums in M-V (Statistische Jahrbücher und Berichte 1994 – 2014, Statistisches Amt M-V)

Tabelle 91: Rohstoffförderung der Jahre 2006 bis 2013 in Mecklenburg-Vorpommern

Tabelle 92: Radlasten verschiedener Fahrzeuge (www.oekolandbau.de)

Tabelle 93: Übersicht und Anzahl der gesetzlich geschützten Geotoptypen in M-V (LUNG 2014)

Tabelle 94: Relevanz der in Kapitel 3 beschriebenen Einflüsse auf die einzelnen Nutzungsfunktionen des Bodens

Tabelle 95: Informationsgrundlagen zur Bewertung ausgewählter Boden(teil-)funktionen

