

Beiträge zum Bodenschutz

in Mecklenburg-Vorpommern



Bodenerosion
2. überarbeitete Auflage



MECKLENBURG-VORPOMMERN

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie



MECKLENBURG-VORPOMMERN

Herausgeber:

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern

Bearbeitung:

Autorenkollektiv des ZALF unter Leitung von:

Prof. Dr. Monika Frielinghaus

Dr. Detlef Deumlich

Dr. Roger Funk

Dr. Katharina Helming

Dr. Jürgen Thiere

Dipl. agr. ing. Lidia Völker

Dipl. agr. ing. Barbara Winnige

unter Mitarbeit von:

Ing. Friederike Gelfort

Ing. Waltraud Rohlf's

Dipl. agr. ing. Heike Schäfer

Renate Speer

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie

Dr. U. Ratzke

Herstellung:

Layout: Club Wien, Schwerin

Druck: cw Obotritendruck GmbH Schwerin, 2002

Verantwortliche Einrichtungen:

Zentrum für Agrarlandschafts- und
Landnutzungsforschung (ZALF) e.V.
Institut für Bodenlandschaftsforschung
Eberswalder Str. 84
15374 Müncheberg
Tel.: (033432) 82 282
Fax: (033432) 82 212
e-mail: frielinghaus@zalf.de

Landesamt für Umwelt, Naturschutz
und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
Geologischer Dienst
Goldberger Straße 12
18273 Güstrow
Tel.: (03843) 777 0
Fax: (03843) 777 106
e-mail: poststelle@lung.mv-regierung.de



Diese Broschüre wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommern herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Mißbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, daß dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden kann. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist.

Beiträge zum Bodenschutz

in Mecklenburg-Vorpommern

Bodenerosion

2. überarbeitete Auflage

Das vorliegende Heft ist die Zusammenfassung aus dem Endbericht und den Informationsheften 1-5 des Förderprojektes *„Ermittlung erosionsbedingter diffuser Stoffausträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen im Wassereinzugsgebiet der Kittendorfer Peene als Voraussetzung zur Verminderung der erosionsbedingten Gewässereutrophierung sowie der Schadstoffeinträge in das Peenetalmoor.“*

Das Projekt wurde vom Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e. V. in enger Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Umwelt Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern realisiert.

Als weitere Kooperationspartner waren beteiligt:

- Staatliches Amt für Umwelt und Natur Neubrandenburg
- Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
- Agrargenossenschaft Bredenfelde/Sülten e.G.
- Wasser- und Bodenverband „Obere Peene“ Stavenhagen

Für den Umgang mit der Broschüre wird empfohlen:

Wer wissen möchte, was Bodenerosion ist und welche Schäden dadurch entstehen, informiere sich in **Kapitel 2!**

Es richtet sich bevorzugt an:

- Sachverständige für Bodenschutz
- Landwirtschaftsbehörden
- Wasserwirtschaftsbehörden
- Umweltbehörden
- Naturschutzbehörden
- Planer
- Landwirte
- Studenten

Wer wissen will, wo beim Gewässer- und Naturschutz Gefahren von der Bodenerosion ausgehen und welche Maßnahmen dagegen zu ergreifen sind, informiere sich in **Kapitel 4!**

Es richtet sich bevorzugt an:

- Naturschutzbehörden
- Umweltbehörden
- Wasserwirtschaftsbehörden
- Landwirtschaftsbehörden
- Landwirte
- Sachverständige für Bodenschutz
- Planer
- Studenten

Wer wissen will, wo im Bereich der Landwirtschaft die Gefahren liegen und wie ihnen durch angepasste Landnutzung begegnet werden kann, informiere sich in **Kapitel 3!**

Es richtet sich bevorzugt an:

- Landwirte
- Landwirtschaftliche Berater
- Landwirtschaftsbehörden
- Sachverständige für Bodenschutz
- Studenten

Für alle Bearbeiter, die Projekte für die Landschaftsgestaltung, Landnutzung, den Umweltschutz (Gewässer- und Naturschutz) bearbeiten und Konzepte entwickeln müssen, sind Entscheidungshilfen im **Kapitel 5** zusammengestellt!

Es richtet sich bevorzugt an:

- Agrar- und Landschaftsplaner
- Landwirte
- Landwirtschaftsbehörden
- Wasserwirtschaftsbehörden
- Umweltbehörden
- Naturschutzbehörden
- Sachverständige für Bodenschutz
- Studenten

Inhaltsverzeichnis

1	Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern	6
1.1	Funktionen der Böden in Landschaften	6
1.2	Ziel des Bodenschutzes	7
1.3	Schutz vor Bodenerosion in den Rechtsgrundlagen	9
1.4	Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern und die agrarpolitischen Rahmenbedingungen	10
1.5	Realisierte Maßnahmen und neue Aufgaben	11
1.6	Zusammenfassender Ausblick	12
2	Bodenerosion	13
2.1	Bodenerosion und deren Folgen	13
2.2	Einschätzung von Erosionsrisiken	13
2.2.1	Bewirtschaftungsbedingte Zunahme der Bodenerosion	13
2.2.2	Schäden infolge von Bodenerosion	13
2.2.3	Erosionsschäden auf den Ackerflächen (flächeninterne Schäden)	14
2.2.3.1	Definition flächeninterner Schäden	14
2.2.3.2	Schäden durch Erosion auf den Ackerflächen	14
2.2.3.3	Aktuelle Abträge auf Ackerflächen durch Bodenerosion	14
2.2.4	Einschätzung der Erosionsschäden für die Umwelt (flächenexterne Schäden)	15
2.2.4.1	Definition flächenexterner Schäden	15
2.2.4.2	Vorgänge und Wirkungen	15
2.2.4.3	Nährstoffeinträge in Flußsysteme und in die Ostsee	16
2.2.4.4	Nährstoffeinträge in Binnengewässer	16
2.2.4.5	Pflanzenveränderungen infolge von Stoffeinträgen	17
2.3	Was ist Bodenerosion?	18
2.3.1	Definition der Bodenerosion	18
2.3.2	Verlauf der Wassererosion	18
2.3.3	Verlauf der Winderosion	18
2.4	Wann tritt Wassererosion auf?	19
2.4.1	Faktoren, die die Wassererosion beeinflussen	19
2.4.2	Gibt es Richtwerte?	19
2.4.3	Was muß man zu den einzelnen Faktoren wissen?	19
2.4.3.1	Niederschlag [1]	19
2.4.3.2	Topografische Faktoren [2]	20
2.4.3.3	Bodenzusammensetzung [3]	20
2.4.3.4	Langfristige Nutzung [4]	21
2.4.3.5	Bodenbedeckung [5]	21
2.4.3.6	Oberflächenrauigkeit [6]	21
2.4.3.7	Infiltrationskapazität [7]	21
2.4.3.8	Fahrspuranteil [8]	21
2.4.3.9	Aggregatstabilität, Scherwiderstand [9]	21
2.4.3.10	Aktuelle Bodenfeuchte [10]	23
2.5	Wann tritt Winderosion auf?	23

2.5.1	Faktoren, die die Winderosion bewirken	.23
2.5.2	Gibt es Richtwerte?	.23
2.5.3.	Was muß man zu den einzelnen Faktoren wissen?	.23
2.5.3.1.	Wind [1]	.23
2.5.3.2.	Windoffenheit [2]	.24
2.5.3.3.	Bodenzusammensetzung, Bodenentstehung [3]	.24
2.5.3.4.	Hydromorphie [4]	.24
2.5.3.5.	Langfristige Nutzung [5]	.24
2.5.3.6	Bodenbedeckung [6]	.25
2.5.3.7	Oberflächenrauigkeit [7]	.25
2.5.3.8	Aggregatstabilität [8]	.25
2.5.3.9	Aktuelle Bodenfeuchte [9]	.25
2.6	Potentielle Wassererosionsgefährdung in Mecklenburg-Vorpommern	.26
2.6.1	Bestimmung der standortspezifischen Bodenerosionsgefährdung	.26
2.6.2	Potentielle Wassererosionsgefährdung	.26
2.6.3	„Thalwege“ mit erhöhter Abflußgefährdung	.26
2.7	Potentielle Winderosionsgefährdung in Mecklenburg-Vorpommern	.28
2.7.1.	Bestimmung der potentiellen Winderosionsgefährdung	.28
2.7.2.	Ermittlung der Windoffenheit zur Präzisierung der potentiellen Winderosionsgefährdung	.30
2.8	Wie aussagekräftig ist die potentielle Erosionsgefährdung?	.30
3	Schutz vor Bodenerosion in der Landwirtschaft	.31
3.1	Ordnungsgemäße Landbewirtschaftung in Mecklenburg-Vorpommern	.31
3.2	Bodenerosion im Ackerbau	.31
3.3.	Bewertung der Fruchtarten, Anbaufolgen und Bewirtschaftungssysteme	.33
3.4	Schutzverfahren in der Landwirtschaft	.37
3.4.1	Zwischenfruchtanbau und Untersaaten (Komplex 2)	.40
3.4.1.1	Sommerzwischenfrüchte / Stoppelfrüchte	.41
3.4.1.2	Winterzwischenfrüchte	.41
3.4.1.3	Untersaaten	.42
3.4.1.4	Bieten Zwischenfrüchte nur Vorteile?	.42
3.4.2	Konservierende Bodenbearbeitung (Komplex 3)	.42
3.4.2.1	Mulchsaatverfahren	.43
3.4.3	Bodenschonende Bewirtschaftung (Komplex 4)	.47
3.5	Ergänzungen zum Bodenschutz im Zuckerrübenanbau	.47
3.5.1	Wassererosion auf Zuckerrübenflächen	.47
3.5.2	Erosionsverminderung im konventionellen Anbau	.48
3.5.3	Erosionsverminderung durch konservierende Bodenbearbeitung	.48
3.6	Ergänzungen zum Bodenschutz im Maisanbau	.49
3.6.1	Wassererosion auf Maisflächen	.49
3.6.2	Erosionsverminderung im konventionellen Anbau	.50
3.6.3	Erosionsverminderung durch konservierende Bodenbearbeitung	.51

4	Schutz vor Bodenerosion bedeutet Gewässer- und Biotopschutz	.52
4.1	Bodenschutz - Naturschutz - Gewässerschutz	.52
4.2	Eingliederung des Bodenschutzes in Mecklenburg- Vorpommern in Naturschutz- und Gewässerschutzprojekte	.54
5	Planungshilfen für Bodenschutzkonzepte - Wassererosion	.60
5.1	Grundlagen für die Planung von Boden- und Gewässerschutzkonzepten	.60
5.2	Begründung für die erosionsvermindernden Schutzstrategien im Peeneeinzugsgebiet	.61
5.3	Vorhandene Planungsunterlagen für die Erarbeitung von bodenschützenden Flurgestaltungskonzeptionen	.62
5.4	Schrittfolgen zur Entwicklung von Schutzkonzepten für das Peeneeinzugsgebiet	.63
5.4.1	Methode zur Bestimmung der potentiellen Wassererosionsgefährdung auf der Basis der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung	.63
5.4.2	Methode zur parzellenscharfen Bestimmung der potentiellen Wassererosionsgefährdung	.65
5.4.3	Bestimmung potentieller Erosionspfade („Thalwege“) als bevorzugte Abflußbahnen	.67
5.4.4	Aufnahme der aktuellen Anbaustruktur und Einschätzung der Schutzwirkung der angebauten Fruchtarten	.68
5.4.5	Ableitung der aktuellen Wassererosionsgefährdung	.68
5.4.6	Präzisierung der aktuellen Erosionsgefährdung durch Aufnahme von sichtbaren Wassererosionsformen mittels Schadenskartierung	.68
5.4.6.1	Notwendigkeit einer Schadenskartierung	.68
5.4.6.2	Vorgehensweise beim Kartieren	.70
5.4.6.3	Ausgewählte Erosionsformen (Kartieranleitung)	.70
5.4.6.4	Darstellung und Verwaltung der Kartiererergebnisse	.70
5.4.6.5	Nutzung der Kartiererergebnisse	.73
5.4.7	Vegetationskundliche Erfassung und Bewertung der Uferzonen hinsichtlich ihrer Filterwirkung	.73
5.4.7.1	Notwendigkeit einer Kartierung	.73
5.4.7.2	Vorgehensweise beim Kartieren	.73
5.4.7.3	Darstellung und Verwaltung der Kartiererergebnisse	.74
5.4.7.4	Nutzung der Kartiererergebnisse	.74
5.4.7.5	Zeigerpflanzen, die auf Nährstoffpfade hinweisen	.74
5.5	Zusammenstellung der Entscheidungshilfen für eine abtrags- und austragsvermindernde Landnutzung im Einzugsgebiet der Kittendorfer Peene	.74
5.5.1	Empfehlungen für eine bodenschützende Flurgestaltung und Vorschläge für eine ergänzende Anbaugestaltung im Einzugsgebiet	.76
5.5.1.1	Anbaugestaltung zur Erhöhung der Bodenbedeckung	.77
5.5.1.2	Konservierende Bewirtschaftung zur Erhöhung der Bodenbedeckung und Oberflächenrauigkeit	.77
5.5.1.3	Verminderung von Schadverdichtungen und Fahrspuren als erosionsverschärfende Faktoren	.78
5.5.1.4	Verbesserung der Infrastruktur zur Verkürzung der Transportwege sowie der Fließstrecken	.78
5.5.2	Empfehlungen für die Gestaltung von Gewässerrandstreifen in erosionsgefährdeten Gebieten des Peeneeinzugsgebietes	.78
5.6	Monitoring von erosionsbedingten Bodenveränderungen	.80
	Literaturverzeichnis	.81

1 Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern



„...Eine Nation, die ihre Böden zerstört, zerstört sich selbst...“
(Franklin D. Roosevelt, 1937)

1.1 Funktionen der Böden in Landschaften

Böden nehmen eine zentrale Stellung zwischen Atmosphäre¹, Biosphäre², Hydrosphäre³ und Lithosphäre⁴ ein und werden auch als Pedosphäre⁵ bezeichnet (Abb. 1.1).

Der Boden ist ein Naturkörper, gegliedert in verschiedene Schichten, bestehend aus Lockergesteinsfragmenten und organischer Substanz. Je nach Wirkung der Faktoren der Bodenbildung, wie Art des Ausgangsgesteins, Klima, Geländeform, Art und Ausmaß der menschlichen Einwirkungen, z. B. durch die Bewirtschaftung, sind unterschiedliche Böden entstanden. Sowohl die besseren als auch die nicht so hoch bewerteten Böden haben wichtige Funktionen zu erfüllen:

- **Lebensraumfunktion:** Böden sind Lebensgrundlage und Lebensraum für den Menschen und für Flora und Fauna in ihrer genetischen Vielfalt, insbesondere für eine spezifische Bodenflora und -fauna.
- **Regelungsfunktion:** Böden regeln die abiotische und biotische Stoffumwandlung, insbesondere den mikrobiellen Abbau organischer Stoffe einschließlich des Abbaus von Schadstoffen, sowie die physikalische und chemische Pufferung und Filterung sowie die Grundwasserbildung.
- **Trägerfunktion:** Böden bilden Räume und Strukturen für Wirtschaft, Verkehr, Siedlung, Ver- und Entsorgung, Freizeit und Erholung.

Sie sind Senken für Emissionen und Abfälle.

- **Kulturfunktion:** Böden sind als spezifische Lebensräume die Grundlage menschlicher Geschichte und Kultur, aber auch durch ihre Speicherfunktion eine Art Geschichtsbuch, an dem sich viele historische Vorgänge ablesen lassen.
- **Produktionsfunktion:** Böden bilden mit ihrer stets erneuerbaren Fähigkeit zur Biomasseproduktion in Land- und Forstwirtschaft und im Gartenbau die Lebensgrundlage der Menschen und sind Rohstofflieferant.

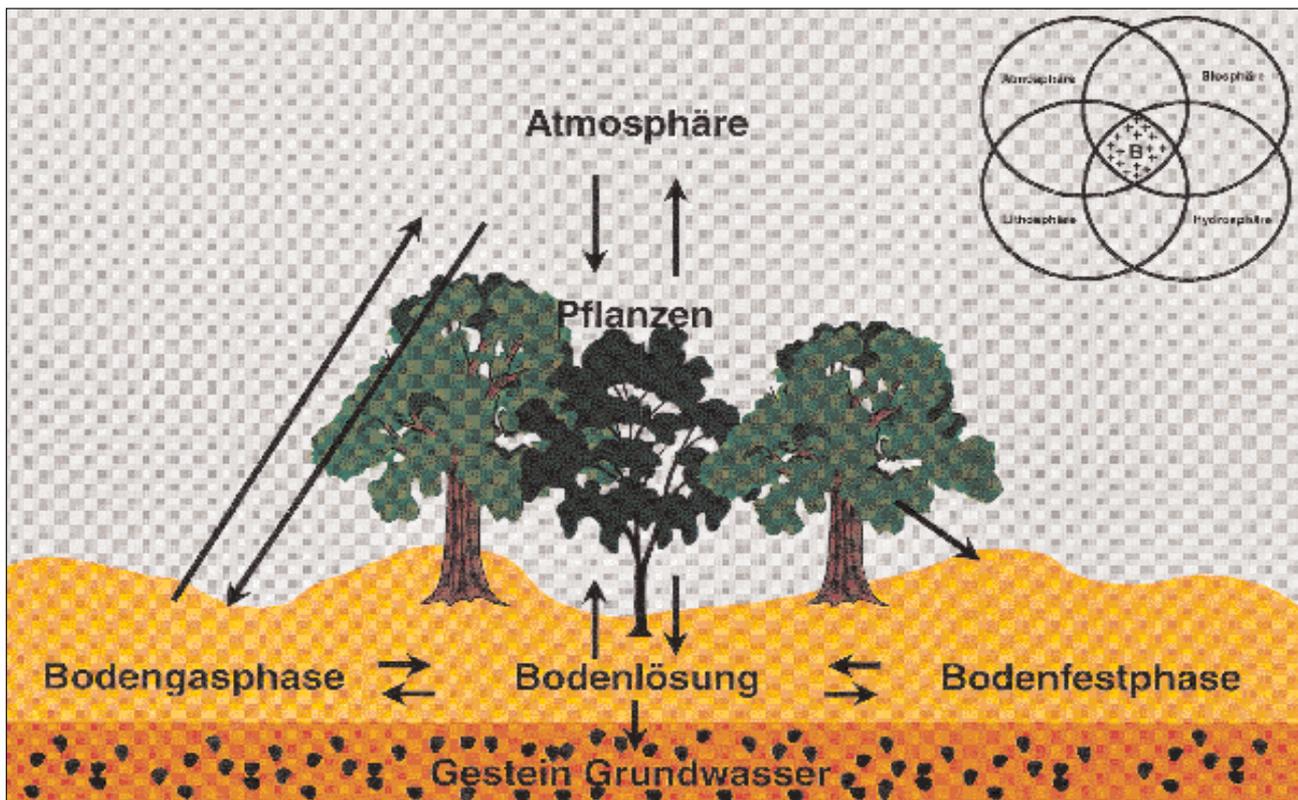


Abb. 1.1: Stellung des Bodens im Ökosystem

- 1 die Lufthülle der Erde
- 2 der gesamte von Organismen bewohnte Teil der Erdoberfläche
- 3 die Wasserhülle der Erde
- 4 die Gesteinshülle der Erde
- 5 die Bodendecke der Erde

1.2 Ziel des Bodenschutzes

Im Mittelpunkt des Bodenschutzes steht der Erhalt der Bodenfunktionen. Die Leistungsfähigkeit der natürlichen Bodenfunktionen kann je nach Art, Umfang und Intensität der Bodennutzung teilweise oder ganz reduziert werden.

Der Boden ist eine begrenzte, nicht vermehrbare Ressource. Um so wichtiger ist es, durch sorgsamen Umgang mit der vorhandenen Ressource eine nachhaltige Nutzungsmöglichkeit zu gewährleisten.

Zur Zeit beträgt der reale Verlust an Boden durch Versiegelung in der BRD täglich ca. 120 ha. Auch in Mecklenburg-Vorpommern besteht die Tendenz des Rückganges der landwirtschaftlichen Fläche durch Flächenin-

spruchnahme für Maßnahmen der Infrastruktur wie Produktions- und Gewerbeflächen, Siedlungsstrukturen, Wege- und Straßenbau. Das bedeutet einen quantitativen, nicht auszugleichenden Verlust. Besonders wichtig ist daher, dass zu dem quantitativen Bodenverlust nicht noch eine Verschlechterung der Qualität des Bodens hinzu kommt.

Mit zunehmender Intensivierung der Landnutzung, beginnend mit dem Übergang von der Wald- zur Ackerwirtschaft, stieg zuerst die Qualität der Ackerböden durch Humus- und Kalkzufuhr an. Danach setzte allerdings eine Phase ein, in der die Instabilität des Ökosystems Boden zunahm. Die

Fähigkeit des Bodens zur Selbstregulierung bei großer Beanspruchung durch die Landnutzung war nicht mehr gewährleistet. Dieses Ungleichgewicht hält international an, so daß heute bereits 20 Mio. km² Boden weltweit irreversible Degradationserscheinungen aufweisen (Abb. 1.2).

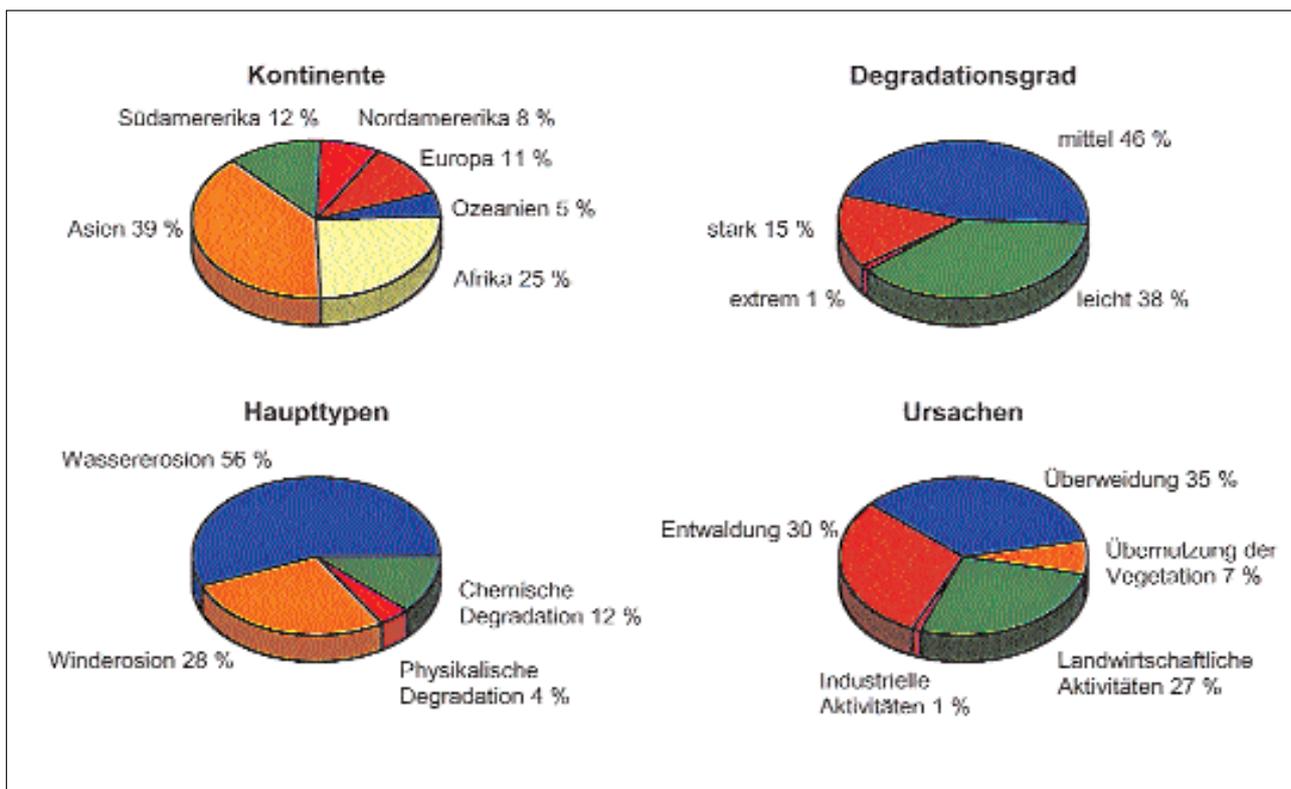


Abb. 1.2: Bodendegradation in den Kontinenten und die Hauptursachen

In der europäischen Landwirtschaft sind in den letzten Jahren, im Zuge der fortschreitenden Agrartechnologie und -chemie, aber auch unter dem Einfluß

der EU-Agrarpolitik, eine zunehmende Intensivierung und „Industrialisierung“ der Produktion zu beobachten, die zu negativen Auswirkungen auf

das Umweltmedium Boden geführt haben.

Tab. 1.1: Umfang einzelner Degradationserscheinungen in Ostdeutschland (% der LN) (Schmidt, 1991)

Degradationserscheinung	Region			
	Jung- und Alt-moränengebiet	Auen- und Niedermoore	Lößgürtel	Berg- und Hügelland
Wassererosion	16	0	21	16
Winderosion	8	6	4	0
Bodenverdichtung	47	21	27	6
Vernässung	5	5	1	1
Versauerung	2	4	0	2
Humusschwund	0	7	0	0

Abgeleitet aus dem Umfang der Degradationserscheinungen im Jung- und Altmoränengebiet und den Auen- und Niedermooren sind in Mecklenburg-Vorpommern die negativen Prozesse der Bodenschadverdichtungen und die

Bodenveränderungen durch Wasser- und Winderosion flächenmäßig am bedeutendsten. Die unmittelbaren, jedoch nicht sichtbaren Schäden der Bodendegradation durch Wasser- und Winderosion sind u.a. der Verlust an

durchwurzelbarer Bodensubstanz, was über einen langen Zeitraum bis zum Abtrag ganzer Bodenhorizonte führen kann (Abb. 1.3).

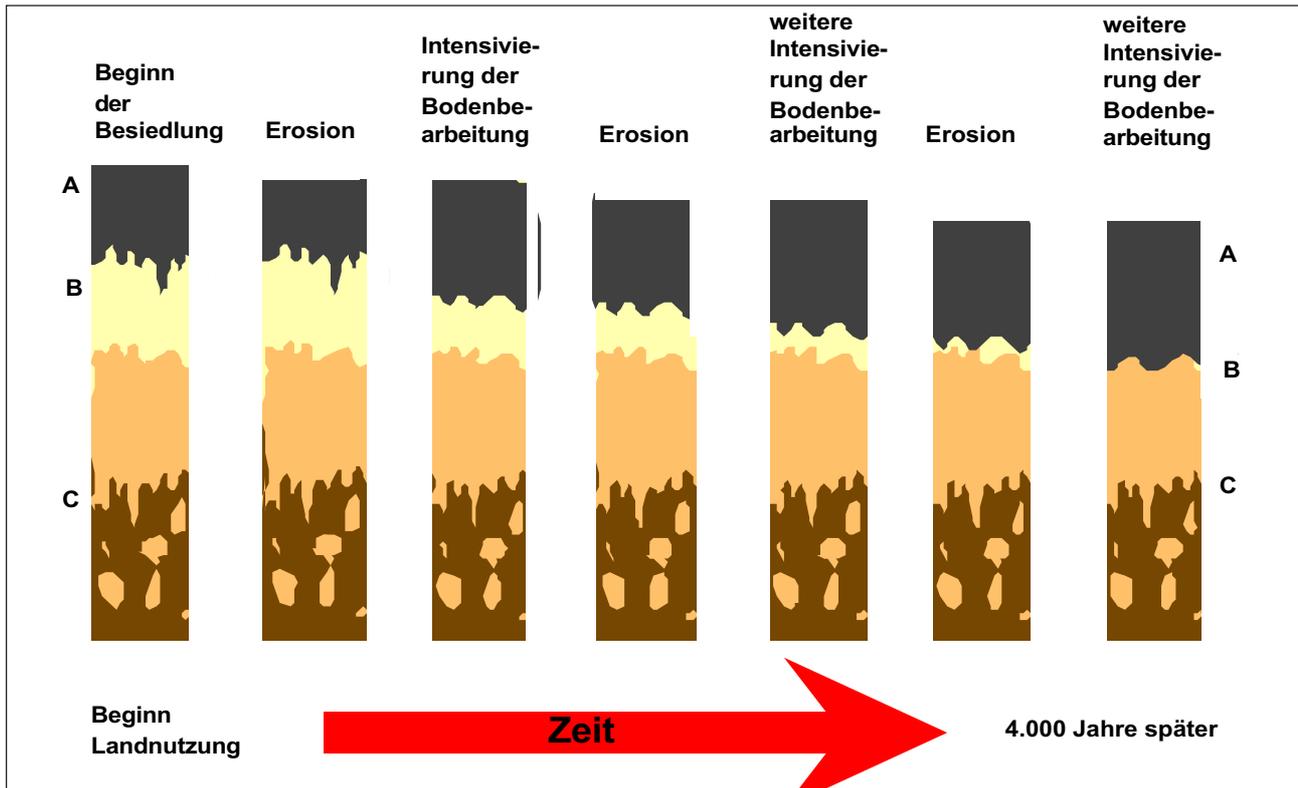


Abb. 1.3: Schema der Bodendegradierungsetappen über einen langen Zeitraum

Für den Landwirt ist der Zwang zur Produktionssteigerung dominierend, was zu einer spezialisierten, oft monofunktionellen Nutzung des Bodens bei hohem Mechanisierungsgrad führt. Zum Teil kann es auch zu einer Ausdehnung der Landnutzung auf ungeeignete also gefährdete Flächen kommen. Dadurch wird eine aktuelle Gefährdung der Böden verursacht. Aus dem Widerspruch bereits vorhan-

dener Schäden zu den Nachhaltigkeitsprinzipien ergibt sich die Notwendigkeit der Bewertung des Bodenzustandes, der Bodenveränderungen und der Bodenbeanspruchung durch die Landnutzung, um die Gefährdung durch die Landbewirtschaftung rechtzeitig zu erkennen und gezielt Schutzmaßnahmen einleiten zu können. Da es eine große Anzahl von Möglichkeiten gibt, Vorsorge zu betreiben,

kann die negative Wirkung bis auf ein Restrisiko reduziert werden. Nachfolgend wird das Konzept der Bodenerosionserkennung, der Bewertung und der Vorsorgemaßnahmen dargestellt und an einem Beispiel aus Mecklenburg-Vorpommern erläutert.

1.3 Schutz vor Bodenerosion in den Rechtsgrundlagen

Es gibt in Deutschland bereits eine Reihe von Rechtsbereichen mit Bodenschutz-klauseln:

- Gesetze mit unmittelbar bodenschützendem Inhalt
- **Bundesbodenschutzgesetz**
- Bundesberggesetz
- Bundesimmissionsschutzgesetz
- Bundesnaturschutzgesetz
- Düngemittelgesetz mit Düngeverordnung

- Düngemittelverordnung
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz mit Klärschlammverordnung
- Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz für Pflanzenschutzmittel
- Gesetze mit mittelbar bodenschützendem Inhalt
- Bundeswaldgesetz
- Flurbereinigungsgesetz
- Wasserhaushaltsgesetz

- Bodenschutz durch Planungsnormen
- Baugesetzbuch
- Raumordnungsgesetz
- Landesplanungsgesetze

Diese Vielfältigkeit bedeutete bisher eine große Zersplitterung und wurde der Rolle der Böden in der Umwelt nicht gerecht. Mit dem Inkrafttreten des Bundesbo-

denschutzgesetzes (BBodSchG) 1998 und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) 1999 sind verbindliche Forderungen für einen umfassenden stofflichen und, bisher nicht so im Vordergrund stehend, nichtstofflichen Bodenschutz zu erfüllen. Der Leitgedanke dieses Gesetzes ist, dass die Anforderungen an den Bodenschutz sowie an die Sanierung von Altlasten und Bodenschäden vereinheitlicht werden.

Im Sinne des Gesetzes sind als Bodenschutzziele definiert:

- die Erhaltung (Verbesserung) der natürlichen und Nutzungsfunktionen der Böden,
- die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit geschädigter Böden,
- die Begrenzung von Bodenschäden.

Mit den Untergesetzlichen Regelwerken ist die Verpflichtung des § 4 (Pflichten zur Gefahrenabwehr) präzisiert. Den Ländern ist die Verantwortung für die Realisierung des § 8 (Werte und Anforderungen) zur Gefahrenabwehr und des § 17 (Vorsorge) übertragen worden.

Die Aufgaben für die Landwirtschaft sind besonders sowohl als Vorsorge wie auch als Nachsorge im § 17 BBodSchG als „gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft“ konkret definiert:

§ 17

Gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft

- (1) Bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung wird die Vorsorgepflicht nach § 7 durch die gute fachliche Praxis erfüllt. Die nach Landesrecht zuständigen landwirtschaftlichen Beratungsstellen sollen bei ihrer Beratungstätigkeit die Grundsätze der guten fachlichen Praxis nach Absatz 2 vermitteln.
- (2) Grundsätze der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung sind die nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürlicher Ressource. Zu den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis gehört insbesondere, dass...
 4. Bodenabträge durch eine standortangepasste Nutzung, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhält-

nisse sowie der Bodenbedeckung, möglichst vermieden werden.

Die Formulierungen gehen auf die Grundsätze einer „Ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung“ zurück (Agrarminister der Länder, Daun 1993).

1999 wurden die Grundsätze in der Broschüre „Gute fachliche Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung“ präzisiert (Bundesanzeiger Nr. 220a vom 21.11.1998).

Hilfe und Unterstützung bei der nachhaltigen Vorsorge ist die Beratung. Die landwirtschaftlichen Beratungsstellen sind laut § 17 BBodSchG beauftragt, den Landwirten die entsprechenden Grundsätze der guten fachlichen Praxis zu vermitteln und ihnen die Risiken einer unangepassten Landnutzung für den Boden und seine Funktionen sowie für die Umwelt deutlich zu machen. Entsprechend können dann Empfehlungen zu Vorsorgemaßnahmen durch gute fachliche Praxis gegeben werden. In Einzelfällen treten aber doch immer wieder Schäden nach einzelnen Wasser- oder Winderosionsereignissen auf. Dann muss im Bereich der Gefahrenabwehr (§ 4) eine Einzelfallprüfung erfolgen.

1.4 Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern und die agrarpolitischen Rahmenbedingungen

In Mecklenburg-Vorpommern ist die Gefahr der Bodenerosion vorhanden. In den meisten Fällen kann der Pflicht zur Vorsorge unter den hiesigen Witterungs- und Standortbedingungen mit geeigneten, dem Erosionsrisiko angepassten Maßnahmen (s. Kapitel 3) erfolgreich entsprochen und Bodenschutz betrieben werden. Für die Landwirte ergeben sich damit immer klarere Anforderungen insbesondere zum vorsorgenden Bodenschutz. Der Landwirt muss zur Erhaltung seiner Existenzgrundlage Boden noch deutlicher als Bodenschützer tätig werden, um die Nach-

haltigkeit der Bodennutzung zu realisieren.

Die Agrarpolitik widmet dem Bodenschutz zunehmend stärkere Aufmerksamkeit. Zur Erhaltung einer nachhaltig gestalteten und wettbewerbsfähigen Landwirtschaft bildet das „Agrarkonzept 2000“ als Leitlinie der Agrarpolitik in Mecklenburg-Vorpommern eine wichtige Grundlage für die Gestaltung der regionalen Rahmenbedingungen der Agrarproduktion. Das Ziel ist, eine flächendeckende umweltverträgliche Bewirtschaftung des Bodens zu gewährleisten. Auf Bundesebene ist der rechtliche Rahmen für den Bodenschutz durch

das BBodSchG und die BBodSchV gegeben.

Für den landwirtschaftlichen Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern sind als zuständige Fachbehörden vorgesehen:

für die Umsetzung des Bundesbodenschutzgesetzes im landwirtschaftlichen Bereich:

- Ämter für Landwirtschaft (ÄfL)

für die landwirtschaftliche Beratung:

- Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern / Schleswig-Holstein GmbH (LMS) mit der Land-

wirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt, Rostock (LUFA)

Ansprechpartner für die Beratung sind weiterhin die

- Landwirte
- landwirtschaftliche Berater,
- Ämter für Landwirtschaft für die Erarbeitung geowissenschaftlicher Daten

Folgende Aspekte sind in der landwirtschaftlichen Beratung zu beachten:

- Erhalt der Bodenfunktionen,
- Propagierung der Vorsorge
- Gefahrenabwehr
- Schadenssanierung

Die Gegenstände der landwirtschaftlichen Beratung im Bodenschutz sind zunächst in der guten fachlichen Praxis der Landwirtschaft zu sehen. Dabei stehen die Aktivitäten des Landwirtes im Mittelpunkt der Beratung, die jährlich wiederholt werden

im Rahmen der Erzeugung von landwirtschaftlichen Produkten. Folgende Materialien stehen zur Verfügung:

- Bodenerosion - Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern (1999, Neuauflage 2001)
- Bund-Länder-Papier: „Gute fachliche Praxis gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion“, Teil „Vorsorge gegen Bodenerosion (2001)

Eine ständige Arbeitsgruppe von Bodenspezialisten der Länder, angegliedert an den Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) arbeitet intensiv an Umsetzungsempfehlungen des § 17 und stimmt diese ab.

Eine weitere, über mehrere Jahre wirkende Arbeitsgruppe des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) hat zum

Thema Bodenbearbeitung und Bodenschutz vier Schwerpunktapiere:

- Bodenbearbeitung und Bodenschadverdichtungen,
- Bodenbearbeitung und Bodenerosion,
- Bodenbearbeitung und Bodenleben,
- Bodenbearbeitung und Nährstoffaustrag erarbeitet.

Auch diese Materialien können dazu dienen, Berater für den Bodenschutz zu einer qualifizierten Tätigkeit zu befähigen.

Helfen werden auch die Forschungsergebnisse der Forschungszentren der Bundesrepublik und die der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Ebenso wird die Arbeitsgruppe Boden und Bodenschutz des Arbeitskreises Pflanzliche Produktion des Rates für Agrarwissenschaften Mecklenburg-Vorpommern (RAW) Anregungen geben.

1.5 Realisierte Maßnahmen und neue Aufgaben

Im Land sind Fortschritte zum Bodenschutz in folgenden Richtungen zu erkennen:

- Die konservierende Bodenbearbeitung als Maßnahme des Bodenschutzes beginnt praktisch wirksam zu werden. Interesse und Flächenumfang nehmen zu.
- Durch die Landesforschungsanstalt wurden in den letzten Jahren verstärkt Informationen, Fachveranstaltungen, Symposien zum Bodenschutz im Land wirksam. Die Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA) Mecklenburg-Vorpommern und die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) übergeben der Praxis laufend Empfehlungen auf der Grundlage aktueller Forschungsergebnisse.
- Die Analyse „Böden in Mecklenburg-Vorpommern“ ist als Auftrag des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommern in Bearbeitung. Diese Analyse wird vom Ministerium für

Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern kofinanziert.

- Im Jahre 1996 hat die Landesforschungsanstalt in Abstimmung mit der Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern (LM) die „Leitlinien zur ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung“ erarbeitet. Die LFA überarbeitet die Leitlinien zur ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung nach guter fachlicher Praxis. Dabei wird der Schutz des Bodens eine wichtige Rolle spielen.

Als Aufgabe und Forderungen sind zu nennen:

- Einbeziehung und Umsetzung des Bund-Länder-Papier: „Gute fachliche Praxis gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion“ im Land Mecklenburg-Vorpommern
- Weitere Entwicklung des Teilflächenmanagement, Mulchsaatverfahren, pflugloser Bestellung, Begrünung von gefährdeten Flächen u.a..

- Verstärkte Kontrolle bei der Umsetzung der guten fachlichen Praxis.
- Verstärkte Forschung und Beratung auf dem Gebiet des Bodenschutzes durch die Landesforschungsanstalt und die Beratungs-GmbH LMS (Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern Schleswig-Holstein GmbH).
- Der Bodenschutz ist in den Ausbildungsprogrammen der Agrar-Bildungseinrichtungen enthalten, mehr Aktivität ist aber bei der Weiterbildung der praktischen Landwirte nötig. Kompetente Fachleute zum Bodenschutz des Landes sollten mehr in die Ausbildung einbezogen werden. Ziel sollte ein „Weiterbildungsprogramm Bodenschutz“ sein, welches mit dem Bauernverband abgestimmt werden sollte (Koordinierung durch die AG Boden/Bodenschutz des Rates für Agrarwissenschaften Mecklenburg-Vorpommern). Der zentrale Bildungsplan ist diesbezüglich mit der Universität Rostock und der Fachhochschule Neubrandenburg abzustimmen.

1.6 Zusammenfassender Ausblick

➤ Bodenerosion ist regionsspezifisch zu bewerten und dem Risiko durch Vorsorge zu begegnen. Grundlage aller Entscheidungen zum praktischen Bodenschutz vor Erosion ist eine möglichst genaue Bewertung der tatsächlichen Risiken. Für Mecklenburg-Vorpommern liegt diese Bewertung vor.

➤ Schutz vor Bodenerosion besteht überwiegend aus einem Komplex von Vorsorgemaßnahmen. Maßnahmen zur Gefahrenabwehr werden nur in wenigen Fällen angeordnet werden müssen, sie unterscheiden sich kaum von denen der Vorsorge. Dazu erfolgt eine Einzelfallprüfung.

➤ Eine qualifizierte Beratung der Landnutzer sowie der mit dem Vollzug des Bodenschutzes betrauten Einrichtungen ist unerlässlich. Das trifft besonders für den vorsorgenden Bodenschutz zu. Dazu werden speziell auf dem Gebiet des Boden- und Umweltschutzes ausgebildete Berater benötigt, die einen wesentlichen Beitrag zur Akzeptanzsteigerung leisten werden. Die Wissenschaft ist verpflichtet, entsprechend aufbereitetes Material bereitzustellen.

2 Bodenerosion

2.1 Bodenerosion und deren Folgen

Erosionsvorgänge haben die Landschaft in Nord- und Ostdeutschland während der Eiszeiten und zu Beginn der nachfolgenden Warmzeit entscheidend geprägt und in der Folgezeit weiter geformt. Da das Klima gemäßiger und die Bodenbedeckung durch Vegetation größer geworden

ist, wird diese Form der Erosion großflächig nur noch an der Küste wirksam. Seit Beginn der verstärkten Ackernutzung nach vorheriger Waldrodung vor ca. 300 Jahren ist dafür eine Form der Bodenerosion getreten, die teilweise mit Zunahme der Nutzungsintensität erhebliche Ausmaße

angenommen hat (Abb. 2.1 und 2.2). Damit sind Boden- und Schadstoffverlagerungen auf den Flächen selbst und in die Umwelt verbunden, die mehr oder weniger schnell zu einer Veränderung der Böden und zur Eutrophierung von Gewässern führen können.

2.2 Einschätzung von Erosionsrisiken

2.2.1 Bewirtschaftungsbedingte Zunahme der Bodenerosion

Seit Beginn der Landnutzung gab es lokal in Mitteleuropa wiederholt erhebliche Erosionsschäden. Die Ursachen für die Zunahme in den vergangenen 50 Jahren liegen in einem deutlichen Intensivierungsschub in der Landwirtschaft. Ursächlich dabei sind:

1. die Vergrößerung einheitlich bewirtschafteter Flächen ohne wasser- und windbremsende Saumstrukturen und Hindernisse, wie sie besonders in den ostdeutschen Ländern vorherrschen
2. Zunahme des Anbaus von erosionsanfälligen Reihenkulturen wie Mais, Zunahme des Anbaus von Winterweizen als erosionsfördernde Winterkultur, Abnahme des mehrjährigen Ackerfutterbaus

3. Zunahme des Bewirtschaftungs-/ Befahraufwandes bei intensiver Pflanzenproduktion mit erhöhter und gehäufte mechanischer Bodenbelastung und dadurch Reduzierung der Wasserinfiltration
4. Zunahme der Tiefe wendender Bodenbearbeitung mit dadurch verminderter Tragfähigkeit des Bodens und erhöhter Strukturlabilität in den Zeiten ohne Bodenbedeckung
5. tiefgreifende Entwässerung großer Ackerflächen als Grundlage für eine einheitliche Bearbeitbarkeit, damit verbundene überschnelle Austrocknung der Bodenoberfläche

2.2.2 Schäden infolge von Bodenerosion

- **an den Pflanzen:** Saatgut wird abgeschwemmt, Saatgut wird zugedeckt, Pflanzen werden entwurzelt, Pflanzen werden zugedeckt und ersticken (Abb. 2.3), Pflanzen und Früchte werden verletzt und verschmutzt, die Standsicherheit größerer Pflanzen wird vermindert. Erhöhte Kosten entstehen durch notwendige Wiederbestellung.
- **auf den betroffenen Flächen:** Veränderung der Bodenhorizonte durch Abtrag der humosen Oberbodenschicht (Abb. 2.4), Verminderung des Wasserspeicherraumes, Verarmung an Pflanzennährstoffen und Humus, Verminderung der Fließ- und Filterstrecke bis zum Grundwasser, Zunahme zwischen Bodenabtragsbereichen an Oberhängen und Bodenauftragsbereichen an Unterhängen, Akkumulation von Agrochemikalien in Akkumulationsbereichen.
- **für die Umwelt:** Sedimentausträge aus den Ackerflächen führen zur Verschlammung von Gewässern, Verschmutzung von Gräben und Wegen, Eintrag von Nähr- und Schadstoffen wie Phosphor, Stickstoff und Pestizide in die Vorfluter, in benachbarte Wälder, Seen, Biotope und sensible Areale. Störungen im Stoffhaushalt bzw. Eutrophierung der Gewässer sind die Folgen.



Abb. 2.2: Bodenerosion durch Wind



Abb. 2.3: Fehlstellen im Rübenbestand infolge von Bodenerosion

2.2.3 Erosionsschäden auf den Ackerflächen (flächeninterne Schäden)

2.2.3.1 Definition flächeninterner Schäden

Als flächeninterne Schäden werden erosionsbedingte Schäden bezeichnet, die auf den Flächen entstehen, auf denen die Bodenverlagerungsprozesse ablaufen.

2.2.3.2 Schäden durch Erosion auf den Ackerflächen

Die Bodenerosion stellt gebietsweise ein großes Problem im intensiven Ackerbau dar, da es durch den Verlust von Feinbodenmaterial aus der Ackerkrume zu einer dauerhaften Zerstörung der Bodenfruchtbarkeit kommen kann. Während die sichtbaren Schäden und Verläufe der Erosion auf den Flächen sehr gut zu erkennen sind oder unmittelbar die Pflanzenentwicklung beeinflussen, beruht die Einschätzung der langfristig eingetretenen oder potentiell zu erwartenden Bodenveränderung auf detaillierten Untersuchungen an Bodenprofilen.

Sichtbare Schäden sind:

- Verletzung, Entwurzelung und Vernichtung von Kulturpflanzen (Abb. 2.5)

- erschwertes Befahren der Äcker durch tiefe Erosionsrinnen oder Dünen, Überdeckung von Pflanzen (Abb. 2.6)
- Wegspülen und Wegblasen von Saatgut, Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln vom Ausbringungsort
- Konzentration von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln im Ablagerungsbereich
- Verschmutzung von angrenzenden Straßen, Wegen, Gräben

Nicht sichtbare Schäden sind:

- Verlust an durchwurzelbarer Bodensubstanz und damit vermindertes Wasserspeicher-, Filter- und Puffervermögen
- Reduzierung der ökologischen Funktionsfähigkeit geschädigter Böden
- Verarmung des Bodens an Humus und Pflanzennährstoffen
- Minderung der Erträge und der Ertragsfähigkeit
- Zunahme der Flächenheterogenität als Erschwernis für die Bewirtschaftung
- Akkumulation von Schadstoffen

Von den vielfältigen Schäden sind langfristig eine Einschränkung oder der Verlust der Ertragsfähigkeit und der ökologischen Funktionsfähigkeit der Böden am schwerwiegendsten. Diese Veränderungen erfolgen in der Regel über einen längeren Zeitraum der Bodenerosion. Sie sind oft irreversibel.

2.2.3.3 Aktuelle Abträge auf Ackerflächen durch Bodenerosion

In den vergangenen Jahren wurden unterschiedliche Bodenverlagerungsmengen unter verschiedenen

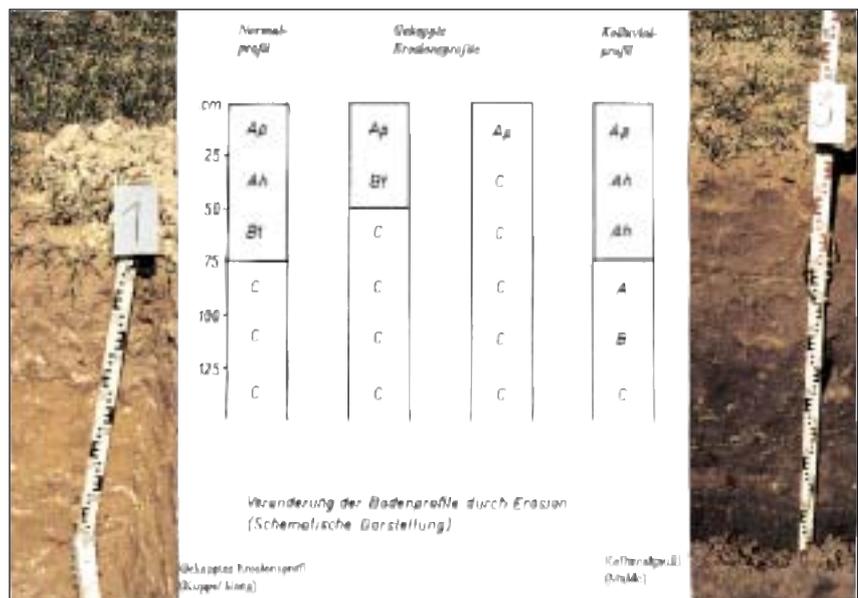


Abb. 2.4: Veränderung von Bodenprofilen durch Bodenerosion



Abb. 2.5: Vernichtung von Kulturpflanzen

Bedingungen registriert (siehe Tab. letzte Seite): Die Bodenabträge schwanken danach zwischen 0,2 bis 170 t/ha/a. Die höchsten Werte wurden bei Silomais, Zuckerrüben, Kartoffeln und Sommergetreide, also bei Fruchtarten, die den Boden nur unzureichend bedecken, gemessen. Mit einer Tonne Boden wurden im Durchschnitt 3,1 kg Kohlenstoff, 0,3 kg Stickstoff sowie 0,3 kg Phosphor verlagert. Teilweise lagen auch höhere Konzentrationen vor. Es wurden ebenfalls Spuren von Pflanzenschutzmittelbestandteilen gefunden. Die Veranschaulichung der Boden-

verlagerung kann durch die Umrechnung in die Abnahme der Bodendicke erfolgen:
15 t je ha Bodenabtrag bedeuten ca. 1 mm Verlust der Schichtdicke, wenn ein flächenhafter Abtrag stattfindet.

2.2.3.3 Aktuelle Abträge auf Ackerflächen durch Bodenerosion

Da die Bodenverlagerung in der Regel nicht flächenhaft erfolgt, können Verluste lokal wesentlich größer sein. Im Falle der Winderosionsschäden ist eine Schätzung der Atmosphärenbel-



stung oder der Einträge in weiter entfernte Ökotope noch nicht möglich. Durch Wind verlagerte Schadstoffe sind aber in entfernten Akkumulationsbereichen nachgewiesen worden (STEINER, 1996).

2.2.4 Einschätzung der Erosionsschäden für die Umwelt (flächenexterne Schäden)

2.2.4.1 Definition flächenexterner Schäden

Als flächenexterne Schäden werden erosionsbedingte Stoffausträge aus den „Quellflächen“ der Erosion bezeichnet, die als Einträge in benachbarte Biotope, Vorfluter oder andere Systeme in diesen zu Verschiebungen im jeweiligen Stoffhaushalt führen (Abb. 2.7). Die Verschmutzung der Ost- und Nordsee und vieler Seen, Flüsse und wertvoller Biotope im Land Mecklenburg-Vorpommern sind zum Teil auf diffuse Stoffausträge aus der Landwirtschaft zurückzuführen. Ein beträchtlicher Anteil davon beruht auf Wassererosion.

2.2.4.2 Vorgänge und Wirkungen

Bei jedem Erosionsprozeß werden die groben Bodenteilchen nur innerhalb der eigentlichen Erosionsflächen verlagert, während die feinen Bodenteilchen als Suspension im abfließenden Wasser in den nächsten Vorfluter oder in das innerhalb der Fläche gelegene Soll oder den Binnensee usw. gelangen (Abb. 2.8). An den feinen Bodenteilchen sind vorwiegend Nährstoffe und teilweise auch Reste von Schadstoffen (z.B. Pflanzenschutzmittel) adsorbiert.

Die Folgen sind:

- Der **Eintrag von Schlamm und Sediment** führt zu Verstopfungen und Querschnittsverengungen der Fließwege. Straßen und Gräben müssen nach einem starken Erosionsereignis geräumt werden.

Abb. 2.6: Erosionsgraben

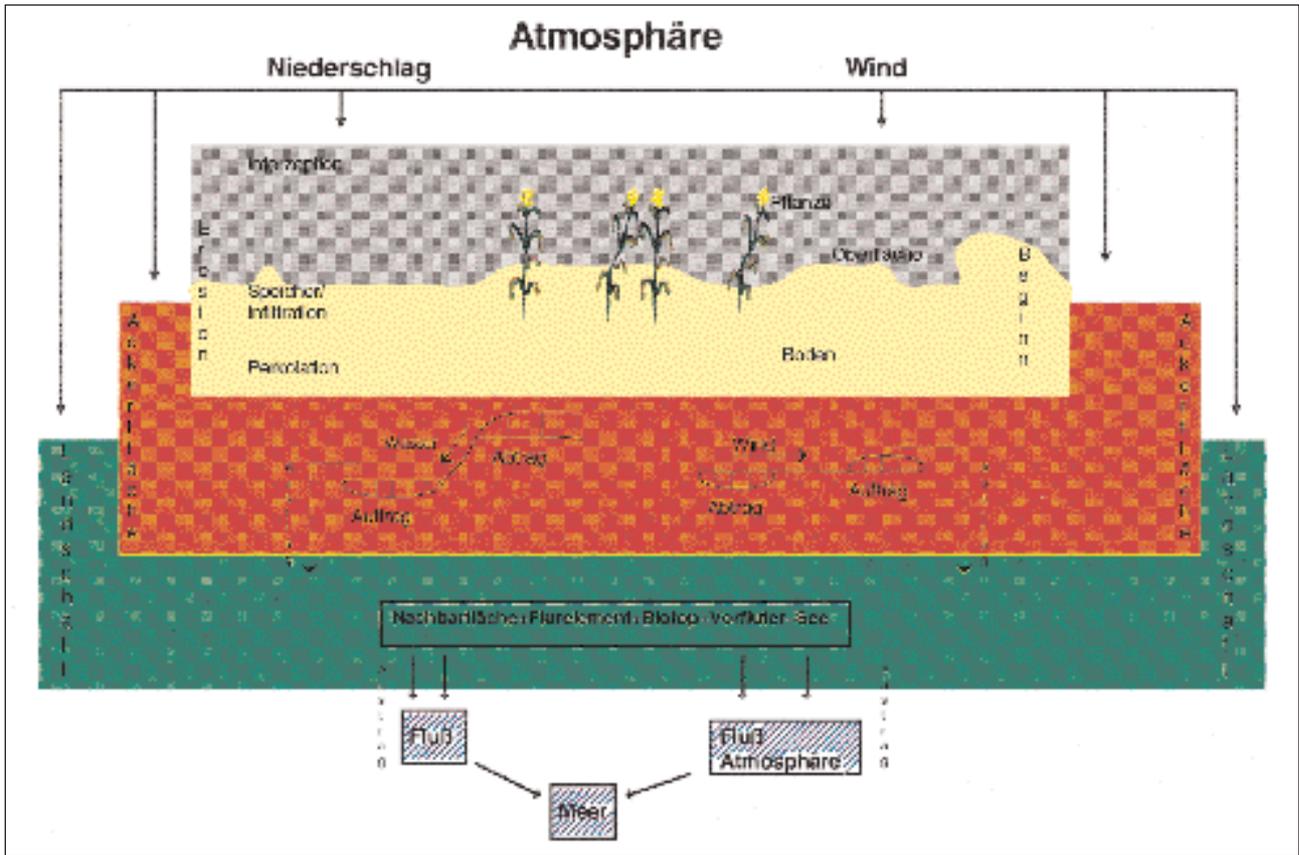


Abb. 2.7: Erosionsverläufe in der Landschaft

- **Stickstoffeinträge** verursachen eine Zunahme des Biomassewachstums im Gewässer.
- **Phosphoreinträge** beeinträchtigen die Wasserqualität erheblich und führen zu einer Eutrophierung der Gewässer, deren Sanierung ein langfristiger Prozeß ist.

2.2.4.3 Nährstoffeinträge in Flußsysteme und in die Ostsee

Von den diffusen Stoffeinträgen in Ost- und Nordsee werden etwa 1/3 bei Phosphor und 1/4 bei Stickstoff auf die Bodenerosion zurückgeführt.

Geschätzte Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Flußsysteme Mecklenburg-Vorpommerns sind in Tabelle 2.1 dargestellt.

Da die Pfade der Austräge aus den Flächen sehr verschieden sind, kann keine verbindliche Angabe darüber gemacht werden, welche Mengen unmittelbar und welche Mengen mit Verzögerung im Vorfluter landen.

Diese Schätzungen stellen nur grobe Anhaltswerte dar. Sie sollen aber auf ein bestehendes Umweltproblem hinweisen.

2.2.4.4 Nährstoffeinträge in Binnengewässer

Je nach Sensibilität der betroffenen Biotope muß die Bewertung der Einträge differenziert ausfallen. Wenn die Gefahr der Änderung der Biozönose durch eine Verschiebung des Stoffhaushaltes besteht, müssen auch geringe

Abb. 2.8: Eintrag in das angrenzende Gewässer infolge von Bodenerosion



Tab. 2.1: Geschätzte Nährstoffeinträge infolge von Wasser- und Winderosion in die Flußsysteme Mecklenburg-Vorpommerns (Deumlich; Frielinghaus, 1994)

Flußgebiet	N-Eintrag infolge Erosion (t N/a)	P-Eintrag infolge Erosion (t P/a)
1 Stepenitz	ca. 18	ca. 12,1
2 Wallensteingraben	ca. 4	ca. 2,7
3 Warnow	ca. 61	ca. 56,9
4 Recknitz Ribnitz	ca. 12	ca. 10,2
5 Barthe	ca. 5	ca. 4,5
6 Ryck	ca. 4	ca. 3,5
7 Peene gesamt	ca. 95	ca. 79,6
8 Trebel	ca. 19	ca. 15,4
9 Tollense	ca. 34	ca. 28,2
10 Zarow	ca. 12	ca. 11,5
11 Uecker gesamt	ca. 49	ca. 40,9
12 Randow	ca. 14	ca. 11,4
13 Sude	ca. 34	ca. 30,8
14 Elde	ca. 41	ca. 39,5

Stickstoff- und Phosphoreinträge vermieden werden. Rückstände von Pflanzenschutzmitteln sind in jedem Fall gefährlich.

Der Wert des Einzelbiotops ergibt sich auch aus seiner Stellung in der Landschaft. Sölle sind z. B. für die offenen Agrarlandschaften Mecklenburg-Vor-

pommerns von so großem Habitatwert, daß Einträge minimiert werden sollten (Abb. 2.9). Ähnliches gilt beispielsweise für Magerrasen und für nährstoffarme Moore in Senken und Niederungen.

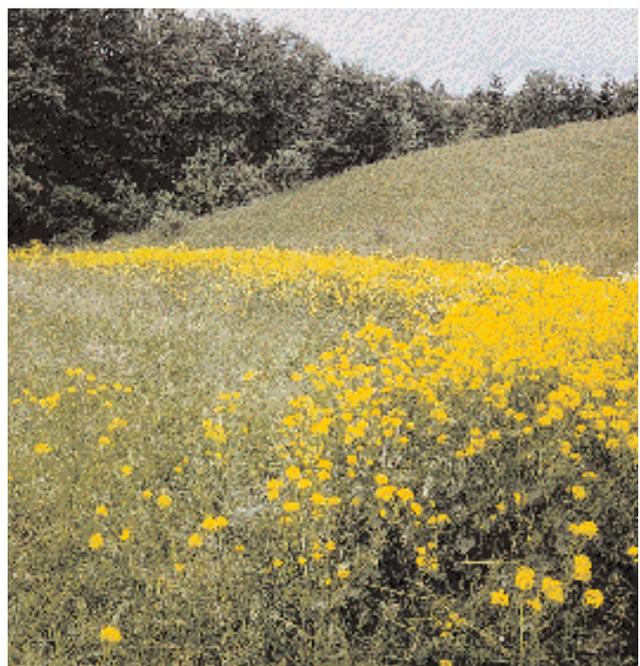
2.2.4.5 Pflanzenveränderungen infolge von Stoffeinträgen

Wenn die Eintragspfade nicht direkt zu kartieren sind, geben oft stickstoffzehrende Zeigerpflanzen einen Hinweis auf Nährstoffakkumulation (Abb. 2.10).

Abb. 2.9:
Durch Erosion beeinflusstes Soll



Abb. 2.10:
Veränderung der Vegetation infolge von Stickstoffanreicherung



2.3 WAS IST BODENEROSION?

2.3.1 Definition der Bodenerosion

Unter **Bodenerosion** versteht man die Verlagerung von Bodenmaterial an der Bodenoberfläche durch Wasser oder Wind. Bei diesem Vorgang können Bereiche mit vorwiegendem Abtrag und Bereiche mit vorwiegendem Auftrag ausgegrenzt werden. Vielfach gehört der Austrag aus der Fläche zu einem Erosionssystem dazu.

2.3.2 Verlauf der Wassererosion

Regentropfen fallen mit hoher Energie auf die Bodenoberfläche (1) und zerstören Aggregate oder lösen Bodenteilchen ab und schleudern sie hoch (2) (Abb. 2.11). Frisch bearbeiteter Boden mit feiner Aggregation wie etwa nach der Saatbettbereitung verschlämmt durch diesen Vorgang (3). Das Niederschlagswasser kann danach nicht schnell genug eindringen, weil keine großen Poren mehr vorhanden sind. Dadurch sammelt sich Wasser auf der Bodenoberfläche und läuft den Hang

hinab. Die obere Bodenschicht wird immer instabiler bei Fortdauern des Regens und die losgelösten Teilchen werden mitgenommen. Da die Bodenoberfläche vor jedem Niederschlag bereits hangabwärts gerichtete Bewirtschaftungsmuster hat, konzentriert sich das Wasser darin, es entstehen Rillen, Rinnen (4) und schließlich Gräben (5), die sich mit zunehmender Regendauer oder Regenstärke vergrößern. Beim nächsten Niederschlag ist die Bodenoberfläche bereits verdichtet und die Abflußlinien sind ausgeprägt, so daß sich der Transportbeginn beschleunigt. Der stärkste Abfluß und Abtrag erfolgt an konvexen Hangbereichen. Nimmt die Hangneigung hangabwärts ab und wechselt zum konkaven Unterhang, verlangsamt sich die Fließgeschwindigkeit und es beginnt eine Ablagerung auf der Fläche (6). Liegt der Hang allerdings unmittelbar an einem Gewässer, ist oft ein direkter Austrag von Sediment aus der Fläche und Eintrag in das Gewässer zu beobachten (7).

2.3.3 Verlauf der Winderosion

Wind überströmt mit einer erhöhten Geschwindigkeit die Bodenoberfläche und setzt durch Druck und Hubkräfte Teilchen in Bewegung (A) (Abb. 2.12). In Abhängigkeit von ihrer Größe werden die Teilchen an der Bodenoberfläche bewegt oder treffen auf andere Teilchen auf. Abrasion zerstört die Bodenoberfläche (B). Kleinere Teilchen werden in die Luft geschleudert. Der bodennahe Transport ist in der Regel vor dem nächsten Hindernis beendet, es erfolgt eine sortierende Zwischenablagerung und Dünenbildung (C). Kleinere Teilchen werden weiter transportiert, auch die Dünen können weiter wandern. Später werden weitere Teilchen abgelagert (D). Die in Suspensionsform in höheren Luftschichten transportierte Fracht wird meistens aus den erodierten Flächen ausgetragen und erst weit entfernt akkumuliert. Die Voraussetzungen für Bodenverlagerung durch Niederschlag sind nicht überall gleich stark vorhanden. In

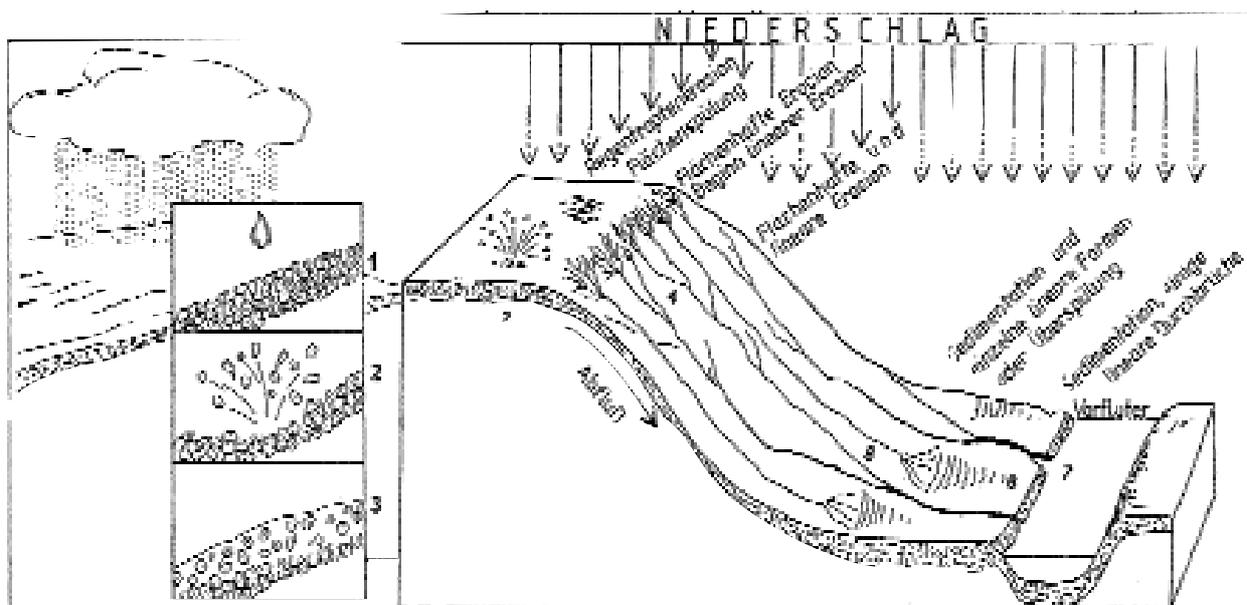


Abb. 2.11: Verlauf der Wassererosion

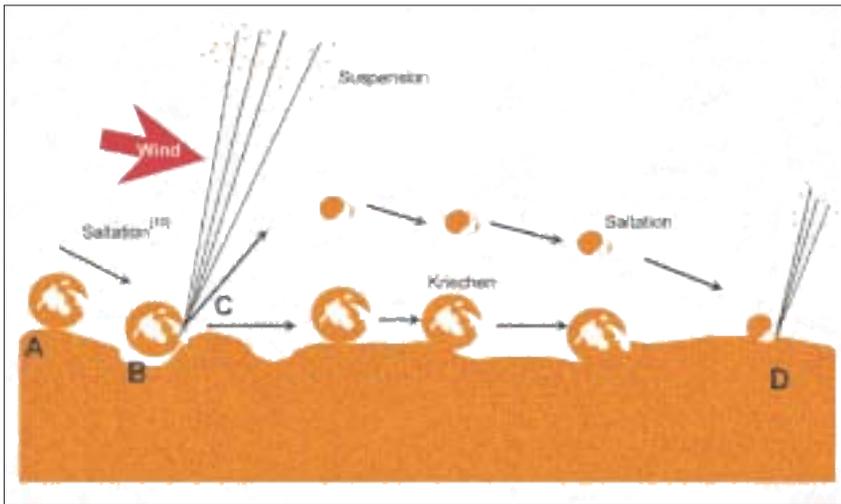


Abb. 2.12: Verlauf der Winderosion

dichten Wäldern und auf Grünlandflächen gibt es nur vereinzelt erosionsbedingte Bodenverlagerungen. Das Zusammentreffen starker Niederschläge mit bestimmten Topographiefaktoren, die Anfälligkeit der Bodensubstrate für den Transport durch Wasser und eine ackerbauliche Nutzung der Flächen sind Gründe für die Wassererosion. Dazu kommen nutzungsbedingte Zustände, die zur aktuellen Gefährdung führen.

2.4 WANN TRITT WASSEREROSION AUF?

2.4.1 Faktoren, die die Wassererosion beeinflussen

2.4.2 Gibt es Richtwerte?

Der Beginn der Wassererosion schwankt sehr, aber einige Richtwerte können angenommen werden:

Wassererosion

- Niederschlag
> 7,5 mm Menge oder > 5 mm je Stunde Intensität
- Bodenanfälligkeit
bevorzugt sandige Lehme und lehmige Sande
- Hanglängen
> 50 m
- Hangneigung
> 4 %
- geringe Bodenbedeckung
< 50%
- Schneeschmelze oder Regen auf gefrorenem Boden

2.4.3 Was muß man zu den einzelnen Faktoren wissen?

2.4.3.1 Niederschlag [1]

Auslöser der Wassererosion sind alle starken und langanhaltenden Niederschläge, die eine bestimmte Intensität

(I) und eine bestimmte Höhe (P) überschreiten. Bodenabträge wurden bereits bei $I > 5$ mm je Stunde oder $P > 7,5$ mm gemessen. Oberhalb von $I = 15$ mm je Stunde treten stärkere Bodenabträge bei Einzelereignissen auf. Die erosive Wirkung des Regens kann im Regenfaktor (R) ausgedrückt werden (Abb. 2.13). Je größer dieser

Wert ist, um so mehr und /oder stärkere Niederschläge wirken im Jahr mit hoher Wahrscheinlichkeit erosionsauslösend. Aus den langjährigen Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes (ehemals Meteorologischer Dienst der DDR) geht hervor, daß in Mecklenburg-Vorpommern mit etwa 7...11 erosiven Niederschlägen



Abb. 2.13: Isoerodentkarte Mecklenburg-Vorpommerns



Abb. 2.14: Wald-, Grünland- und Ackernutzung

je Jahr gerechnet werden kann. Obwohl der Regenfaktor im Vergleich zu anderen Gebieten in Deutschland niedrig ist, kann durch einzelne Starkregen die Auswirkung auf den Boden und auf angrenzende Ökosysteme schwerwiegend sein. Die höchste Erosivität einzelner Niederschläge liegt im Zeitraum Mai bis September, wengleich der Bodenabtrag in dieser Zeit ausschließlich von dem Grad der Bodenbedeckung durch die Pflanzenbestände bestimmt wird. Im Winter existieren Risiken vorrangig bei langanhaltenden Niederschlägen auf

gesättigten oder gefrorenen, unbedeckten Boden sowie bei plötzlicher Schneeschmelze. In dieser Zeit ist auch die Gefahr von Sedimentverlagerungen in Gewässer besonders hoch.

2.4.3.2 Topografische Faktoren [2]

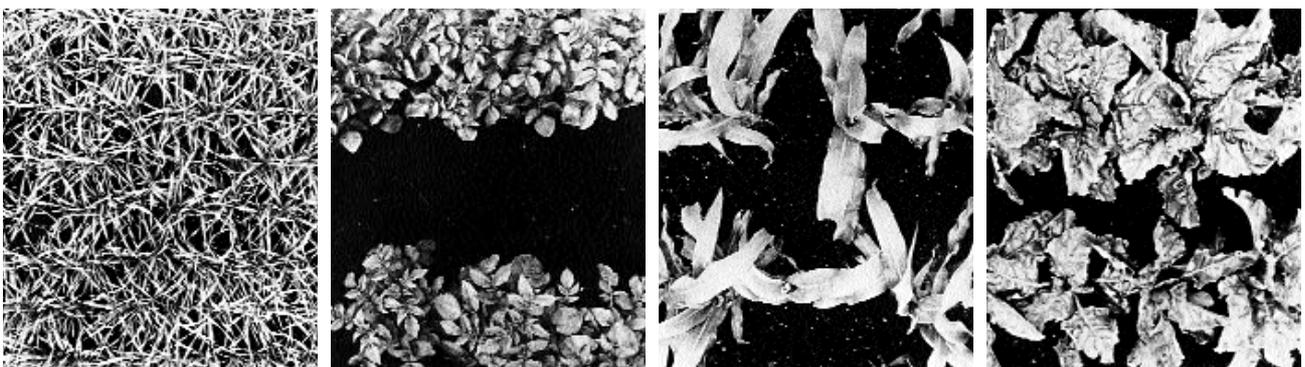
Hangneigung, -länge und -form wechseln auf den heterogenen Standorten Mecklenburgs häufig. Ihr Einfluß auf den Bodenabtrag ist groß. Zunehmende Hanglänge und -nei-

gung fördern den Bodenabtrag ebenso wie Dellen, Mulden und Hohlformen in den Hängen, die zu einer Sammlung von Oberflächenwasser führen.

2.4.3.3 Bodenzusammensetzung [3]

Die Korngrößenzusammensetzung eines Bodens entscheidet vorrangig über die Verlagerungsgefährdung. Strukturstabilität und Wasseraufnahmefähigkeit werden weitgehend durch die Textur des Bodens und den

Abb. 2.15: Differenzierte Verteilung der grünen Masse auf der Bodenoberfläche bei jeweils 50 % Bodenbedeckungsgrad (Wintergerste, Kartoffeln, Mais und Zuckerrüben)



Humusgehalt bestimmt. Jede Bodenart wird durch eine bestimmte Korngrößenzusammensetzung geprägt. Ein Boden ist um so anfälliger, je höher sein Anteil an Feinsand und Schluff ist. Steigender Anteil an Ton über 20 % erhöht die Kohäsion und Stabilität gegenüber Niederschlägen, so daß es nur noch zu Abfluß kommt.

2.4.3.4 Langfristige Nutzung [4]

Zwischen langfristiger Wald-, Grünland- oder Ackernutzung (Abb. 2.14) treten große Unterschiede in der Erosionsgefährdung auf. Während ein dichter Baumbestand verhindert, daß Niederschläge ungebremst den Boden erreichen, schützt eine dichte Grünlandnarbe die Bodenoberfläche vor dem Aufprall der Regentropfen. Ackerland ist je nach Bewirtschaftung längere Zeit im Jahr nicht ausreichend bedeckt und daher stark gefährdet.

2.4.3.5 Bodenbedeckung [5]

Die gleichmäßige Bodenbedeckung durch Feldfrüchte oder deren Rückstände ist ausschlaggebend für die

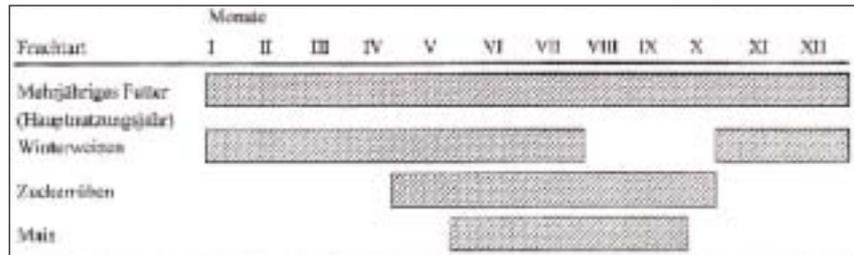


Abb. 2.16: Zeitspannen der Bodenbedeckung durch einzelne Fruchtarten im Jahresverlauf

aktuelle Erosionsgefährdung. Vergleicht man z. B. die Fruchtarten Wintergerste, Kartoffeln, Mais und Zuckerrüben (Abb. 2.15) miteinander, so wird deutlich, wie groß die Unterschiede sein können.

Auch die Zeitspanne, die die einzelnen Fruchtarten im Laufe eines Jahres die Bodenoberfläche bedecken, variiert stark (Abb. 2.16). Auf die Bodenbedeckung wird in den Kapiteln 3 und 5 noch ausführlich eingegangen.

2.4.3.6 Oberflächenrauigkeit [6]

Je höher die Oberflächenrauigkeit ist, um so mehr Wasser kann gespeichert und um so länger kann der Abfluß verzögert werden. Daher ist eine gepflügte, schollige

Oberfläche aktuell nicht so gefährdet wie ein feines Saatbett vor oder nach der Aussaat (Abb. 2.17).

2.4.3.7 Infiltrationskapazität [7]

Für die „Regenverdaulichkeit“, d. h. die schnelle Aufnahme und Abführung von Niederschlägen, sind die schnell dränenden Poren (Wurzeln, Regenwurmgänge) und die durch die Bodenstruktur bestimmte Durchgängigkeit der Mittelporen bis in untere Bodenschichten verantwortlich.

Bei Strukturschäden kann diese Kapazität erheblich vermindert sein und nicht mehr ausreichen (Abb. 2.18 und 2.19).

2.4.3.8 Fahrspuranteil [8]

Die aktuelle Erosionsgefährdung steigt auch, wenn bereits Fahrspuren auf der Ackerfläche hangabwärts vorhanden sind (Abb. 2.20).

Bis zur Beseitigung durch die folgende Bodenbearbeitung kann sich Niederschlagswasser in ihnen sammeln, was wegen der Dichtlagerung nicht in den Boden eindringt. Das gesammelte Wasser entwickelt hangabwärts eine zunehmende Geschwindigkeit und kann zu großen Schäden führen.

2.4.3.9 Aggregatstabilität, Scherwiderstand [9]

Die Böden mit erhöhter Wassererosionsgefährdung zeichnen sich in der Regel auch durch eine geringe Aggregatstabilität und einen geringen

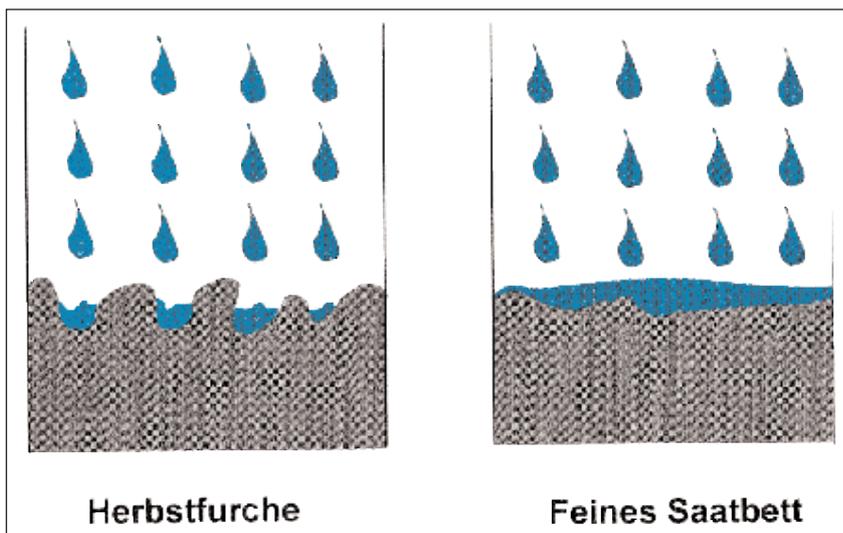


Abb. 2.17: Vergleich des Wasserspeichervermögens eines gepflügten Bodens mit einem fein bearbeiteten Saatbett

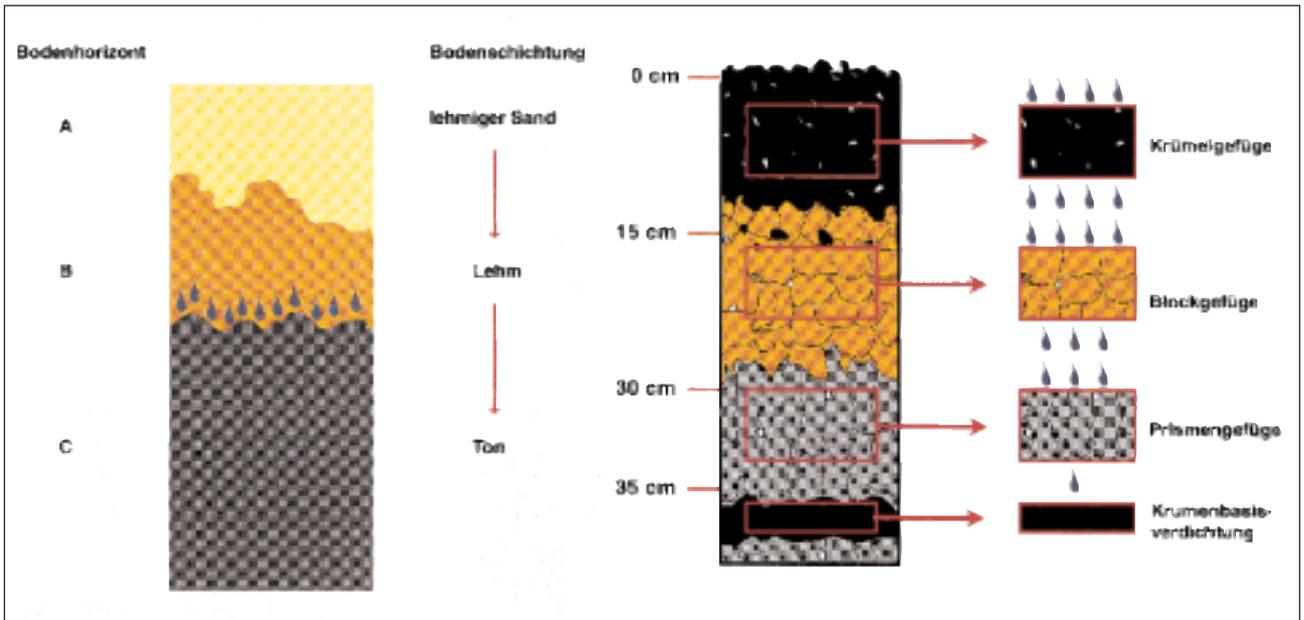


Abb. 2.18: Einfluß der Texturunterschiede auf die Wasserbewegung



Abb. 2.20: Erosion in den Fahrspuren

Scherwiderstand aus. Ursache dafür sind der geringe Humusgehalt und die verminderte mikrobiologische Aktivität. Diese Instabilität führt zu einer beschleunigten Verschlammung der Bodenoberfläche, was die Infiltration vermindert. Der geringe Scherwiderstand führt bei Wassersättigung im Winter zu tiefen Gräben.

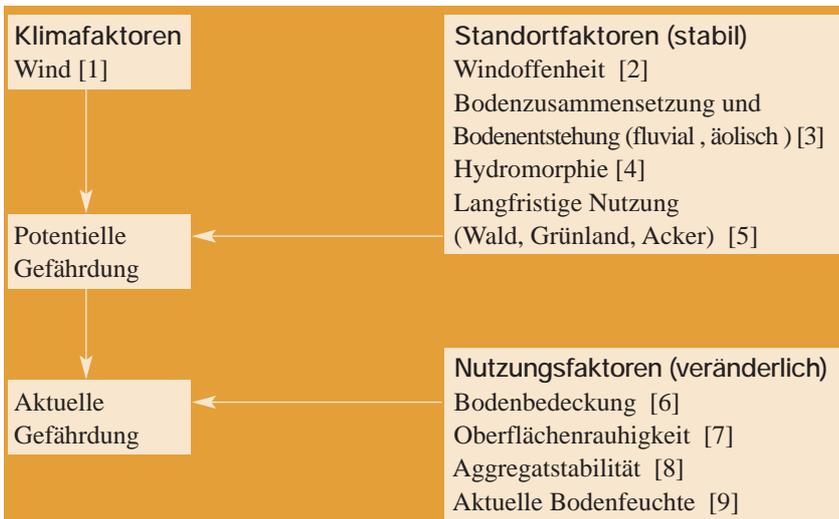
2.4.3.10 Aktuelle Bodenfeuchte [10]

Der Einfluß der aktuellen Bodenfeuchte wird besonders im Winter deutlich. Die Poren sind wassergefüllt, die Aufnahmekapazität ist weitgehend erschöpft. Daraus resultiert ein verringerter Scherwiderstand. Vielfach wirkt Winterniederschlag deswegen so erosiv, weil er auf gesättigten Boden fällt und das Bodengefüge besonders instabil ist. Die Voraussetzungen für Bodenverla-

gerung durch Wind sind nicht überall gleich stark vorhanden. In dichten Wäldern, auf Grünlandflächen oder in feuchten Niederungen gibt es keine Winderosion. Das Zusammentreffen starker Winde mit ebenen, windoffenen Landschaftsstrukturen, die Anfälligkeit der Bodensubstrate für den Transport durch Wind und eine ackerbauliche Nutzung der Flächen sind Gründe für die Winderosion. Dazu kommen rein nutzungsbedingte Zustände, die zur aktuellen Gefährdung führen.

2.5 Wann tritt Winderosion auf?

2.5.1 Faktoren, die die Winderosion bewirken



2.5.2 Gibt es Richtwerte?

Der Beginn der Winderosion schwankt sehr, aber einige Richtwerte können angenommen werden:

Winderosion	
Windgeschwindigkeit	> 8 m je sec., gemessen in 10 m Höhe
Bodenanfälligkeit	bevorzugt Feinstsand und Anmoor, trocken
Windoffenheit in der Landschaft	> 300 m Flurgehölzabstand quer zur Hauptwindrichtung
geringe Bodenbedeckung	< 30 %

2.5.3 Was muß man zu den einzelnen Faktoren wissen?

2.5.3.1 Wind [1]

Auslöser von winderosionsbedingten Bodenverlagerungen können Winde mit einer Geschwindigkeit > 6...8 m je Sekunde (in 10 m Höhe gemessen) bei trockener Witterungslage sein. Der flächenhafte Abtrag von Boden wird vor allem durch Windstärke und -turbulenzen bewirkt. Die Verwirbelung in der bodennahen Luftschicht führt auch bereits in kleinen Böen zu beträchtlichen Windgeschwindigkeiten. Der Zeitraum starker Winderosivität liegt im Winter bei anhaltender Ostwetterlage, wenn kein Schnee auf der brachen Bodenoberfläche liegt, sowie im Frühjahr. Hohe Winderosionsgefährdung besteht besonders in den Gebieten, in denen neben häufig hohen Windgeschwindigkeiten auch eine negative klimatische Wasserbilanz (= Niederschlagsdefizit bei hoher Verdunstungsrate) vorherrscht. Die jährliche mittlere Windgeschwindigkeit nimmt von der Küste im Norden Mecklenburg-Vorpommerns in Richtung Süden ab (Abb. 2.21). Die mittlere Windgeschwindigkeit als Angabe des Deutschen Wetterdienstes reicht allerdings für die Gefährdungseinschätzung nicht aus, da die Maximalwerte ausschlaggebend sind.

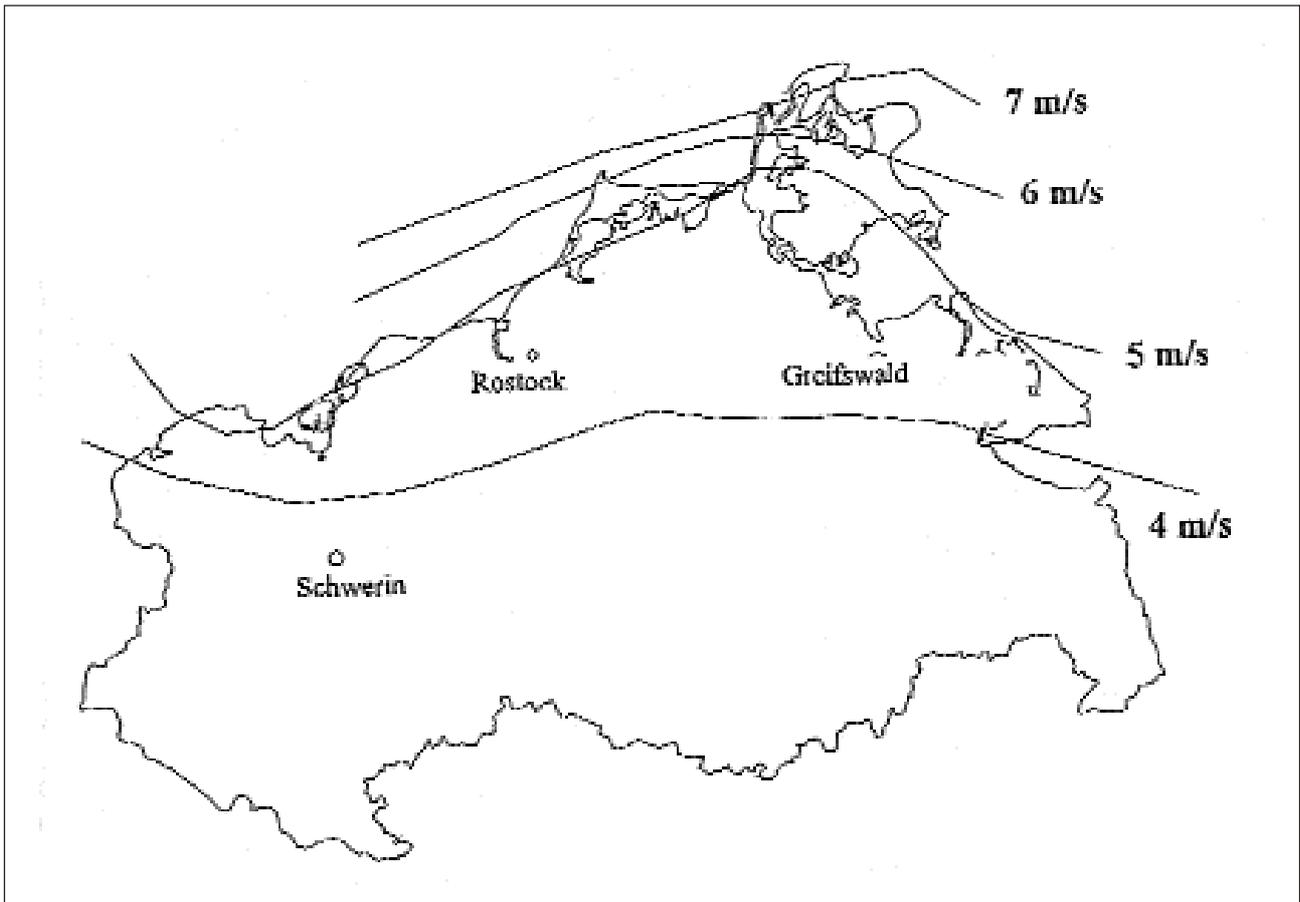


Abb. 2.21: Jährliche mittlere Windgeschwindigkeit in Mecklenburg-Vorpommern

2.5.3.2 Windoffenheit [2]

In vielen Gebieten Mecklenburg-Vorpommerns herrschte schon immer eine große Windoffenheit vor (Abb. 2.22), die allerdings in den letzten 50 Jahren weiter zugenommen hat. In einer kleinstrukturierten Landschaft (Abb. 2.23) wird das Windfeld insgesamt angehoben, so daß die bodennahen Bereiche wesentlich geschützter sind.

2.5.3.3 Bodenzusammensetzung, Bodenentstehung [3]

Besonders verwehungsgefährdet sind sandige Bodenarten mit einem hohen Anteil von Mittel- und Feinsand sowie einem geringen Grobskelettanteil in der Korngrößenzusammensetzung. Bevor-

zugt werden fluvial entstandene oder beeinflusste Talsande, wie sie in den Einzugsbereichen der größeren Flüsse vorkommen, transportiert. Ähnlich anfällig sind degradierte Niedermoore, deren Humusbestandteile bereits mineralisiert und damit in einen labilen Zustand übergegangen sind. Diese Veränderung ist in der Regel irreversibel und die eingeleitete Vermüllung führt zu einer sehr starken Gefährdung.

2.5.3.4 Hydromorphie [4]

Böden, die eine sehr geringe Wasserhaltefähigkeit besitzen, trocknen in wenigen Stunden stark aus und sind demzufolge sehr verwehungsgefährdet. Dazu gehören vorrangig die ehemals grundwasserbeeinflussten Sande in den Talsandbereichen, bei denen durch

tiefe Entwässerung die kapillare Verbindung zum Grundwasser unterbrochen wurde. Weiterhin gehören leichte grundwasserferne Sande (Sande der Sander, übersandete Grundmoränen) und übernutzte entwässerte Niedermoore zu den besonders gefährdeten Standorten Mecklenburg-Vorpommerns, deren Wasserhaushalt ebenfalls stark verändert ist.

2.5.3.5 Langfristige Nutzung [5]

Ähnlich wie bei der Wassererosion findet in Waldgebieten und in Grünlandgebieten keine Winderosion statt. Im intensiven Ackerbau ist die Gefährdung stets vorhanden, wenn der Boden nicht mit Vegetation bedeckt ist.

2.5.3.6 Bodenbedeckung [6]

Die aktuelle Winderosionsgefährdung wird von der Bodenbedeckung durch Pflanzen oder Pflanzenrückstände bestimmt. Die Wirkung beginnt bereits bei mehr als 25 - 30 % Bodenbedeckung. Dadurch sind die Zeiten bei den einzelnen Fruchtarten, in denen eine erhöhte Gefährdung vorliegt, nicht sehr lang. Besonders anfällig sind alle Sommerkulturen, wegen der langen Brachezeiten davor.

2.5.3.7 Oberflächenrauigkeit [7]

Eine raue Oberfläche ist gegenüber dem Wind stabiler als eine glatte. Durch die Rauigkeit wird die bodennahe Windgeschwindigkeit

verringert und die Aufnahmefähigkeit des Windes mit Bodenpartikeln begrenzt. Ein weiterer erosionsmindernder Effekt der Rauigkeit besteht im Einfangen bereits in Bewegung befindlicher Partikel im leeseitigen* Windschatten der Bodenwellen.

2.5.3.8 Aggregatstabilität [8]

Da vom Wind in der Regel nur Partikel oder Aggregate mit einem Durchmesser kleiner als 0,6 mm fortbewegt werden können, ist die Stabilität von Aggregaten an der Oberfläche besonders wirksam. Dies betrifft sowohl die Stabilität gegenüber Witterungseinflüssen als auch die gegenüber der Saltation**, die ähnlich wie ein

Sandstrahlgebläse die Aggregate belastet. Im allgemeinen steigt die Aggregatstabilität mit zunehmendem Feinanteil. Auch die organische Bodensubstanz trägt zu einer Stabilisierung der Aggregate bei.

2.5.3.9 Aktuelle Bodenfeuchte [9]

Für den Beginn einer Bodenverwehung ist ausschlaggebend, wie feucht die Bodenoberfläche ist. Die unter Punkt 2.5.3.3 genannten besonders gefährdeten Böden trocknen binnen kürzester Zeit aus. Damit wird bereits wenige Stunden nach einem Niederschlag wiederum eine hohe Winderosionsdisposition registriert.



Abb. 2.22: Windoffene Landschaft

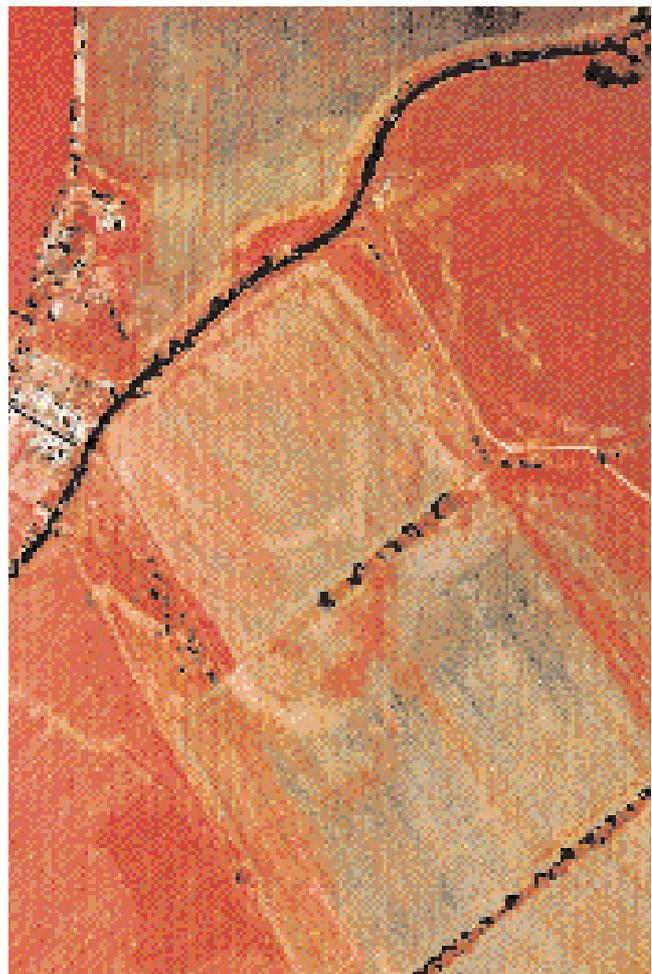


Abb. 2.23: Strukturierte Landschaft

2.6 Potentielle Wassererosionsgefährdung in Mecklenburg-Vorpommern

2.6.1 Bestimmung der standortspezifischen Bodenerosionsgefährdung

Die standorttypische potentielle Erosionsgefährdung wird aus Karten und Datenbanken für größere Gebiete bestimmt. Durch Untersuchungen vor Ort wird anschließend die aktuelle Gefährdung parzellenscharf eingeschätzt.

2.6.2 Potentielle Wassererosionsgefährdung

Auf der Grundlage der Algorithmen der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (LIEBEROTH et al., 1983) wurde die

potentielle Wassererosionsgefährdung nach einer Methode von DEUMLICH und THIÈRE (1991) ermittelt (s. Kapitel 5).

Für Mecklenburg-Vorpommern ist die potentielle Wassererosionsgefährdung in der Gefährdungskarte (Abb. 2.24) dargestellt. Die potentiell stärker gefährdeten Gebiete liegen im Gebiet des Nördlichen Landrückens (Endmoräne des Pommerschen Stadiums) und im östlichen Teil der Insel Rügen. In Mecklenburg-Vorpommern sind ca. 53 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche wassererosionsgefährdet (davon 24 % gering, 19 % mittel, 9 % stark und 1 % sehr stark).

2.6.3 „Thalwege“ mit erhöhter Abflußgefährdung

Überall dort, wo großräumig eine potentielle flächenhafte Gefährdung ausgewiesen worden ist, folgt der Oberflächenabfluß bestimmten Pfaden, die sich aus der Oberflächenmorphologie ergeben (Abb. 2.25). In Einzugsgebieten wird durch die Ermittlung der morphologischen „Thalwege“, die in der Regel an Mulden oder Tiefenlinien gebunden sind, eine Ausweisung von Gebieten mit besonderer Gefährdung möglich. In den potentiellen Erosionspfaden liegt durch den in ihnen gebündelt ablaufenden Oberflächenabfluß und Bodentransport eine erhöhte Gefahr

„Thalwege“ sind bevorzugte Erosionsbahnen, die sich aus der Geländemorphologie ergeben. Der Begriff ist mit dieser Schreibweise übernommen. Synonym: Talwege, Mulden, Tiefenlinien mit Gefälle.

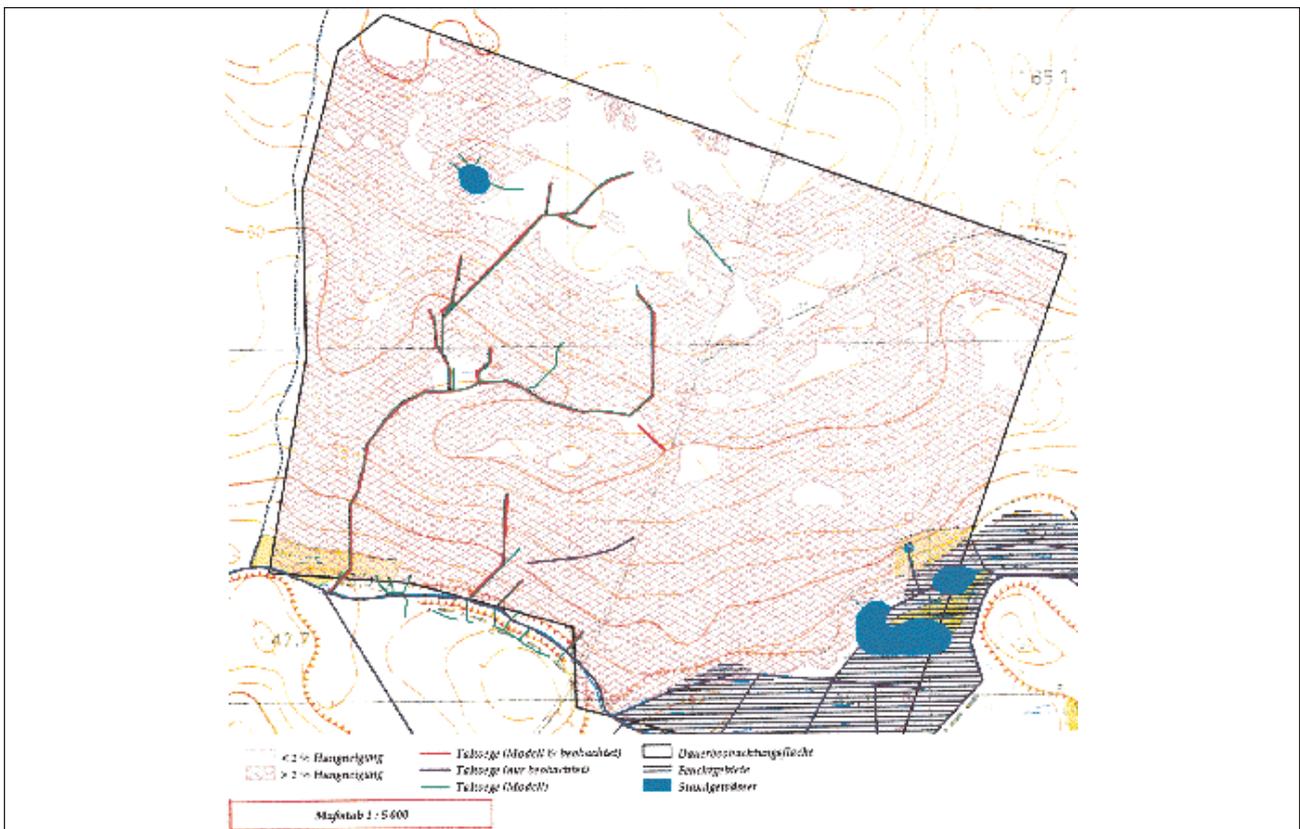


Abb. 2.25: Modellmäßige Darstellung von „Thalwegen“ am Beispiel der Bodendauerbeobachtungsfläche (BDF) im Einzugsgebiet der Kittendorfer Peene

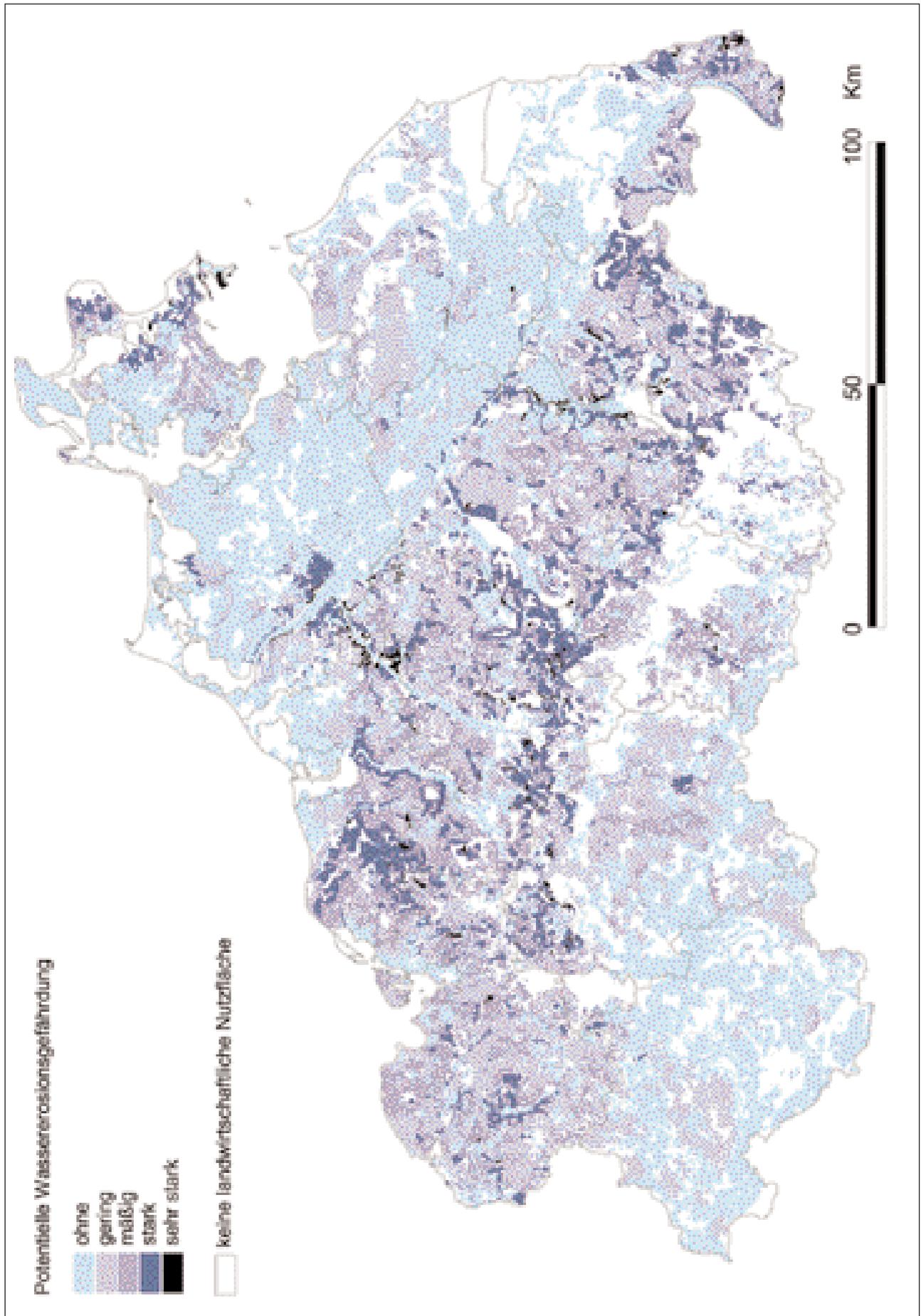


Abb. 2.24: Potentielle Wassererosionsgefährdung auf landwirtschaftlich genutzten Standorten in Mecklenburg-Vorpommern

2.7 Potentielle Winderosionsgefährdung in Mecklenburg-Vorpommern

zu Durchbrüchen an Ackerrändern und Einträgen in Gewässer vor. Eine modellmäßige Darstellung dieser Erosionspfade ist möglich, sofern digitale Höhenkarten bzw. Höhenmodelle vorliegen (s. Kapitel 5). Ebenfalls lassen sich die „Thalwege“ auf guten topographischen Karten ermitteln.

2.7.1. Bestimmung der potentiellen Winderosionsgefährdung

Die Einschätzung der Erosionsgefährdung erfolgt ebenfalls auf der

Basis der MMK-Daten (LIEBEROTH et al., 1983) mit Hilfe eines Vergleichsindex nach der Methode von THIÈRE et al. (1991) Kapitel 5. Die Gefährdungskarte für Mecklenburg-Vorpommern ist in Abbildung 2.26 dargestellt. Nach dieser Auswertung ergibt sich für Mecklenburg-Vorpommern ein Anteil von ca. 40 % der Böden, die potentiell nicht bzw. gering gefährdet sind, 35 % der Böden werden als mittel und 25 % als stark gefährdet eingeschätzt. In Fortführung einer Studie zur Bestim-

mung der potentiellen Winderosionsgefährdung in Mecklenburg-Vorpommern (Funk et al., 1996) erfolgte die Berechnung der potentiellen Bodenabtragsmengen für die einzelnen Standorttypen Mecklenburg-Vorpommerns. Die möglichen Bodenabträge liegen zwischen 0,01 bis 121 t/ha*a. Besonders gefährdete Standorttypen sind die sickerwasserbestimmten und grundwasserbestimmten Sande (Tab. 2.2).

Tab. 2.2: Mittlere berechnete Bodenabträge in t/ha*a durch Wind für Standorttypen der MMK in Mecklenburg-Vorpommern (Grundlage Revised Wind Erosion Equation)

Modellinputs: Bodenart: (Körnung, Humusgehalt, Kalkgehalt)
 Wind: Tagesmittel, Häufigkeit von Wind > 8 m/s (ergibt in der Jahreszusammenfassung den Windfaktor)
 Tagesmittelwerte Lufttemperatur, Niederschlag und Verdunstung aus 30-jährigen Messreihen
 Modelloutput: langjähriger mittlerer Bodenabtrag

Standorttyp (STT)	mittlerer Bodenabtrag (t/ha*a)	mittlerer Windfaktor	Fläche in Mecklenburg-Vorpommern (ha)
A11b	0,01	75	6867
A11c	0,01	75	528
A13b	0,01	75	5913
A13c	0,01	75	1698
D1a	121,1	60	42797
D2a	105,7	55	150035
D2b	114,4	64	137479
D3a	63,4	50	112993
D3b	68,3	56	79301
D4a	42,8	51	116016
D4b	41,9	54	180796
D4c	19,8	25	61
D5a	20,7	53	94493
D5b	17,6	49	300525
D5c	9,1	25	159
D6a	15,4	58	7083
D6b	8,6	36	89177
Mo1b	0,01	75	166
Mo1c	0,01	60	81638
Mo2b	0,01	50	119128
Mo2c	0,01	58	39655

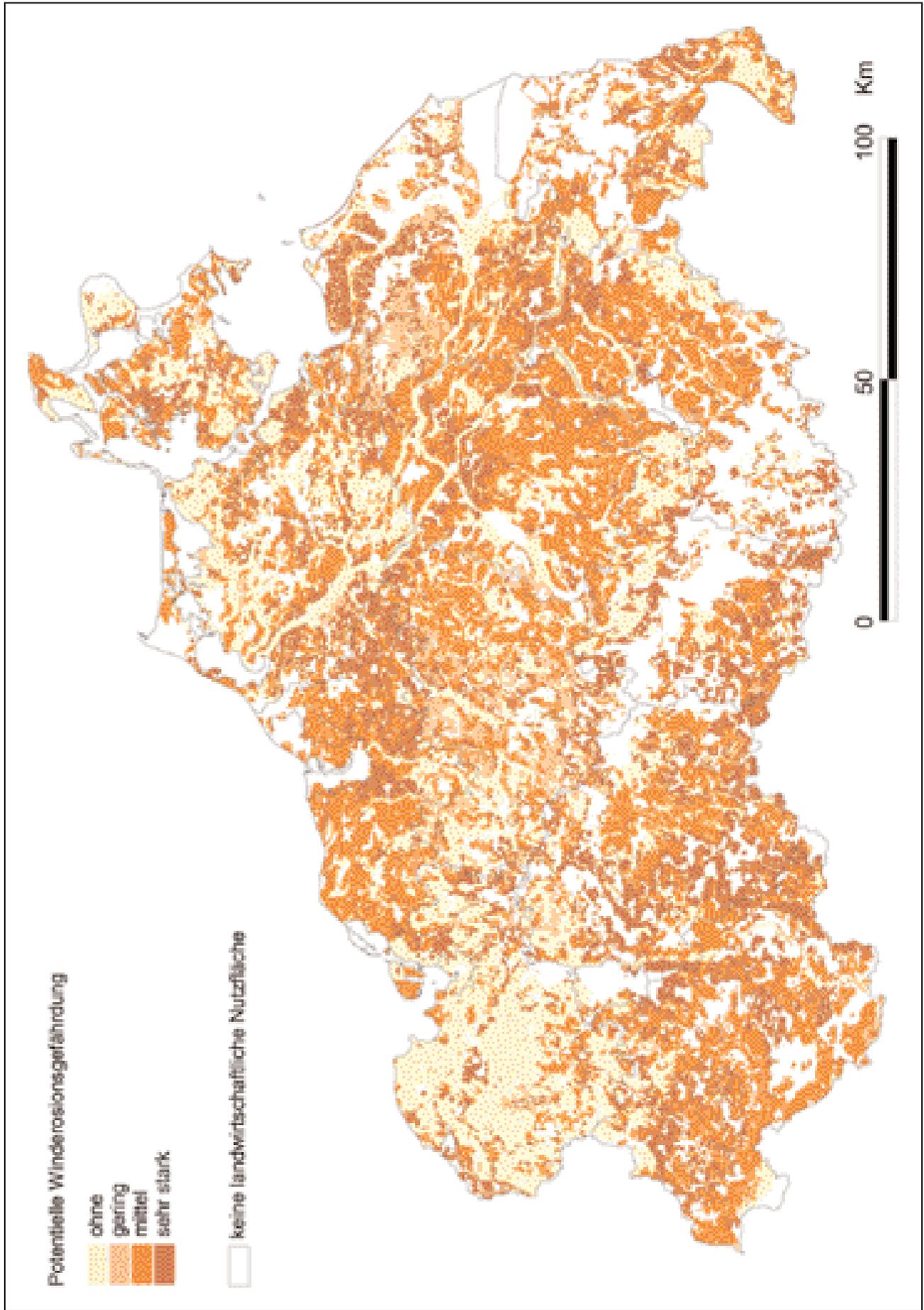


Abb. 2.26: Potentielle Winderosionsgefährdung auf landwirtschaftlich genutzten Standorten in Mecklenburg-Vorpommern

2.7.2. Ermittlung der Windoffenheit zur Präzisierung der potentiellen Winderosionsgefährdung

In vielen Gebieten Mecklenburg-Vorpommerns herrscht eine große Windoffenheit vor, die in den letzten 50 Jahren weiter zugenommen hat. In kleinstrukturierten Landschaften wird das Windfeld insgesamt angehoben, sodass die bodennahen Bereiche wesentlich geschützter sind. Zur Präzisierung der potentiellen Winderosionsgefährdung wird daher die Bestimmung der Windoffenheit in einem

Gebiet herangezogen. Grundlage hierfür ist die Biotoptypen- und Landnutzungskartierung für das Land Mecklenburg-Vorpommern. Hierin sind alle flächen- und linienhaften Landschaftselemente enthalten. Die vorhandenen Flurelemente werden hinsichtlich ihrer Windschutzwirkung eingeschätzt. Die Wirksamkeit einer Hecke ergibt sich aus ihrer Höhe und Ausrichtung zu den vorherrschenden Windrichtungen. Jedem Element wird entsprechend seiner Beschreibung in der Kartierung eine Höhe zugeordnet. Für jede Windrichtung wird ein Schutzbereich vor und hinter jedem Landschaftselement

berechnet. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Schutzbereich vor jedem Element dem 5fachen seiner Höhe und hinter jedem Element dem 25fachen seiner Höhe entspricht. Der Einfluss der einzelnen Windrichtungen ergibt sich aus der Relation der Häufigkeit dieser Windrichtung zu allen Winden über 8 m/s. Die Schutzwirkung wird in 5 Klassen eingeteilt. Durch die Kombination der potentiellen Winderosionsgefährdung mit der Schutzwirkung der Flurgehölze kann der Anteil gefährdeter Flächen präzisiert werden.

2.8 Wie aussagekräftig ist die potentielle Erosionsgefährdung?

Bevor Schutzmaßnahmen gegen Wasser- oder Winderosion geplant werden, muß die für größere Gebiete ermittelte potentielle Gefährdung in weiteren Schritten präzisiert und zu einer parzellenscharfen Aussage über die aktuelle Gefährdung geführt werden. Folgendes Vorgehen kann empfohlen werden:

Wassererosion:

- Bestimmung der ungebremsten Fließstrecken in Gefällrichtung
- Bestimmung der wirksamen Bodenbedeckung der Fruchtfolgen und Bearbeitungssysteme

- Kartierung der Erosionsformen und Wassererosionssysteme von der Entstehung bis zu den Sedimentationsbereichen
- Beurteilung der Filterbereiche zu Nachbarflächen, Gräben, Gewässern und Kartierung der Emissionsbereiche
- Bestimmung des Fremdwasserzutritts auf die erosionsgefährdeten Flächen

Winderosion:

- Bestimmung der ungebremsten Wehstrecken in Hauptwindrichtung
- Kartierung der Ausstattung mit und Funktionsfähigkeit von Feldgehölzen quer zur Hauptwindrichtung

- Bestimmung der wirksamen Bodenbedeckung der Fruchtfolgen und Bearbeitungssysteme
 - Kartierung der Abtrags- und Akkumulationsbereiche sowie Abschätzung der Hauptwindrichtung für den Stofftransport aus den Flächen heraus
- Für die einzelnen Schritte sind im Kapitel 5 die empfohlenen Methoden und ihre Auswertung als Entscheidungshilfen für Schutzkonzepte dargestellt. Entsprechende Schutzmaßnahmen sind in den Kapiteln 3 und 4 dargestellt.

3 Schutz vor Bodenerosion in der Landwirtschaft

3.1 Ordnungsgemäße Landbewirtschaftung in Mecklenburg-Vorpommern

Die Sorge der Menschen um den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen wird ständig größer. Weltweit gerät die Landwirtschaft zunehmend in das Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie. Um den Erfordernissen unserer Zeit zu entsprechen, besteht dringender Handlungsbedarf.

Ziele der Agrarpolitik in Mecklenburg-Vorpommern sind deshalb die Sicherung der Einkommen im ländlichen Raum, die Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigen Nahrungsmitteln und der Schutz des Naturraumes. Die **ordnungsgemäße Landwirtschaft** kann entscheidend zur Erreichung dieser Ziele beitragen. Inhaltlich umfaßt der Begriff der ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung in Mecklenburg-Vorpommern folgende **Schwerpunkte**:

- Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz

- Produktion von Nahrungsgütern und Rohstoffen
- Standort und Fruchtfolge sowie Anbaumethoden
- Arten- und Sortenwahl
- Pflanzenernährung, Pflanzenschutz und Wasserregulierung
- Erhaltung der Kulturlandschaft

Ordnungsgemäße Landbewirtschaftung hat das Ziel, die landwirtschaftliche Nutzfläche nach dem jeweiligen agrar- und umweltwissenschaftlichen Kenntnisstand so zu bewirtschaften, daß gesundheitlich unbedenkliche und qualitativ hochwertige sowie kostengünstige Produkte erzeugt werden können. Dabei ist gleichzeitig die Bodenfruchtbarkeit als natürliche Ressource nachhaltig zu sichern und möglichst zu verbessern.

Die **Leitlinien für eine ordnungsgemäße Landbewirtschaftung** beschreiben für den präventiven

Bodenschutz einen Handlungsrahmen, der mindestens eingehalten werden muß. Die Einhaltung der Leitlinien trägt zum notwendigen Schutz von Boden, Wasser und Luft bei und dient auch der Erhaltung und Pflege und weiteren Ausprägung der Kulturlandschaft.

Die Leitlinien umfassen folgende Bereiche:

- Gestaltung der Feldflur
- Bodenbearbeitung
- Anbau und Bodennutzung
- Pflanzenernährung und Düngung
- Pflanzenschutz
- Wasserversorgung (Bewässerung, Beregnung)

Die überdurchschnittlich hohe Gefährdung der Böden Mecklenburg-Vorpommerns durch Wasser- und Winderosion macht Ergänzungen für eine ordnungsgemäße Landbewirtschaftung erforderlich.

3.2 Bodenerosion im Ackerbau

Bei einer standortangepaßten Landnutzung muß auf potentiell erosionsgefährdeten Flächen kein aktuelles Erosionsereignis eintreten.

Brachflächen, Saatflächen, Reinkulturen und sich sehr langsam entwickelnde Fruchtarten sind allerdings stark gefährdet, wenn im Frühjahr und Sommer Starkniederschläge bzw. im Inter- und Frühjahr Starkwinde einsetzen (s. Kapitel 2). Je weniger der Boden bedeckt ist, um so stärker ist die Belastung der Bodenoberfläche durch die herabfallenden Regentropfen oder durch das abfließende Niederschlagswasser.

Unter mitteleuropäischen Niederschlagsverhältnissen verläuft die Bodenerosion vielfach schleichend, teilweise

aber auch deutlich wahrnehmbar. Oft werden Abträge sogar im Winter und zeitigen Frühjahr gemessen, wenn die Niederschläge zwar anhaltend, aber nicht so intensiv fallen. Der Boden ist in dieser Zeit zunehmend wassergesättigt und kann Niederschlag nur entsprechend seiner Versickerungskapazität aufnehmen. Ist diese zu gering, fließt das Wasser oberflächlich ab und transportiert Boden und Nährstoffe. Ähnliches passiert, wenn die Wasserversickerung durch Frost im Boden eingeschränkt ist und der Boden von oben her auftaut oder Regen fällt. In diesen Fällen können bereits geringe Niederschläge zu starker Bodenverlagerung führen (Abb. 3.1).

Winderosion tritt besonders in den

Frühjahrsmonaten auf. In dieser Zeit treffen die meisten erosionsbegünstigenden Faktoren aufeinander. Der März erreicht von allen Monaten den höchsten Durchschnitt der Windgeschwindigkeit. Sonneneinstrahlung und Temperaturanstieg fördern die rasche Abtrocknung der Bodenoberfläche und die Frühjahrsbestellung erzeugt eine gestörte, feinkrümelige Oberfläche, die besonders leicht vom Wind abgetragen werden kann. Zusätzlich ist auch die Schutzwirkung von Gehölzen reduziert, da sie in dieser Zeit noch nicht belaubt sind.

Eine geschlossene Vegetationsdecke ist der beste Erosionsschutz, da die Pflanzen und Pflanzenrückstände den Boden vor dem direkten Aufschlagen



Abb. 3.1: Bodenverlagerung infolge von Wassererosion im Winter

der Regentropfen, der sogenannten Planschwirkung, schützen. Gleichzeitig trägt die sich ausdehnende Wurzelmasse zur Stabilisierung des Oberbodens und schneller Wasseraufnahme bei.

Während auf stark und sehr stark gefährdeten Flächen eigentlich nur durch eine konsequente Nutzungsänderung ein ausreichender Bodenschutz gewährleistet werden kann, vermindern auf mäßig gefährdeten Flächen bodenschonende Maßnahmen und ein Anbauverhältnis mit hohem Anteil bodenbedeckender Fruchtarten die aktuelle Erosionsgefährdung. Im Vordergrund stehen Verfahren zur Erhöhung der Bodenbedeckung im Winter und Frühjahr durch Zwischenfruchtanbau und Mulchsaatenverfahren. Ziel der Anbaugestaltung in erosionsgefährdeten Ackerbaugebieten muß es sein, räumlich gut verteilt das ganze Jahr über einen hohen Anteil ausreichend bedeckter Bodenoberflächen zu gewährleisten.

Aus den Umwelthandlungszielen werden in Bezug auf den Schutz vor Wassererosion kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmenkonzepte für eine bodenschonende Bewirtschaftung von Ackerflächen sowie eine erosionsvermindernde Flurgestaltung abgeleitet und in Einklang mit den Anforderungen des Natur- und Gewässerschutzes gebracht.

• **Langfristige Schutzstrategie**

Die Bestimmung der langfristigen Ziele der Landschaftsnutzung muß zur Wahrung und Realisierung eines umfassenden Ressourcenschutzes und der Existenzgrundlage der Menschen folgende Schwerpunkte umfassen:

- günstige Bedingungen für eine moderne Landwirtschaft
- Verbesserung der ökologischen Situation
- Schaffung einer vielgestaltigen Landschaft

Für eine langfristige Planung sollte eine Risikoabschätzung der Wassererosionsgefährdung, wie sie nachfolgend abgehandelt wird, vorgenommen werden.

• **Mittelfristige Schutzstrategie**

Mittelfristige Konzepte erstrecken sich auf konkrete Vorhaben, die zur Zeit geplant und schon in Realisierung begriffen sind. Sie nehmen einen hohen Stellenwert ein, da in überschaubaren Zeiträumen Schutzwirkungen zu erwarten sind. In der Regel werden hierfür kleinere Gebiete (Einzugsgebiete, Gemeinden, Betriebe u.s.w.) betrachtet und Projekte erarbeitet.

• **Kurzfristige Schutzstrategie**

Kurzfristige Schutzkonzepte beziehen sich vorwiegend auf acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen und müssen immer gemeinsam mit den Landnutzern geplant und realisiert werden.

3.3 Bewertung der Fruchtarten, Anbaufolgen und Bewirtschaftungssysteme

Die Bodenbedeckung stellt einen Schlüsselfaktor zur Bewertung der aktuellen Erosionsgefährdung in potentiell wasser- und winderosionsgefährdeten Gebieten dar, da einerseits eine gute Erkennungsmethode mittels verschiedener Hilfsmittel möglich ist und weil andererseits dieser Faktor in Landnutzungssystemen gesteuert werden kann.

Eine gleichmäßig verteilte Bedeckung der Bodenoberfläche zu mehr als 50 % durch Pflanzen und Pflanzenreste bietet einen wirksamen Schutz vor Bodenabtrag durch Oberflächenabfluss und ist die beste Vorsorge gegen Wasser- und Winderosion. Der Schutz beginnt bereits bei 20-30 %, ist dann aber zumindest auf Flächen mit Wassererosionsrisiko noch nicht ausreichend (Tab. 3.1).

Mehrjähriger Futterbau schützt den Boden optimal, während andere Fruchtarten, wie z. B. Zuckerrüben

und Mais, als erosionsfördernde Fruchtarten einzuordnen sind. Daher konzentriert sich die Bewertung der zeitlichen und räumlichen Dynamik der Bodenbedeckung vorrangig auf intensiv ackerbaulich genutzte Flächen. Abgeleitet aus dem jährlich wechselnden Anbauverhältnis und aus dem Bewirtschaftungsmanagement für die einzelnen Fruchtarten ergibt sich zwischen den Jahren und innerhalb eines Jahres eine wechselnde aktuelle Gefährdung.

Deshalb ist die Einschätzung der Fruchtarten hinsichtlich ihrer Schutzwirkung durch Bodenbedeckung ein entscheidender Faktor für Entscheidungshilfen. Auf der Grundlage langjähriger Feldversuche und Schadenskartierungen wurde zur Einschätzung der Fruchtarten eine auf 5 Kriterien basierende Bewertungsmatrix mit 3 Schutzkategorien entwickelt (Tab. 3.2). Neben einzelnen Fruchtarten können

damit Fruchtfolgen und Schutzfruchtfolgen mit erhöhtem Schutzwert von den Landwirten selbst bewertet werden.

Für Schutzfruchtfolgen zur Erosionsminderung resultiert die Bedeckung der Bodenoberfläche nicht nur aus der Blattmasse, sondern auch aus den Rückständen der Vorfrucht oder aus abgefrorenen oder abgetöteten Zwischenfruchtrückständen.

Der Vorteil dieser Methode ist, daß jede Fruchtart so in eine Anbaufolge eingepaßt werden kann, daß ihr Schutzwert erkennbar verbessert wird.

Tab. 3.1: Einfluss der Bodenbedeckung auf den Abfluss und Bodenabtrag (Relativwerte auf der Basis 10-jähriger Messungen) (FRIELINGHAUS ET AL., 1999)

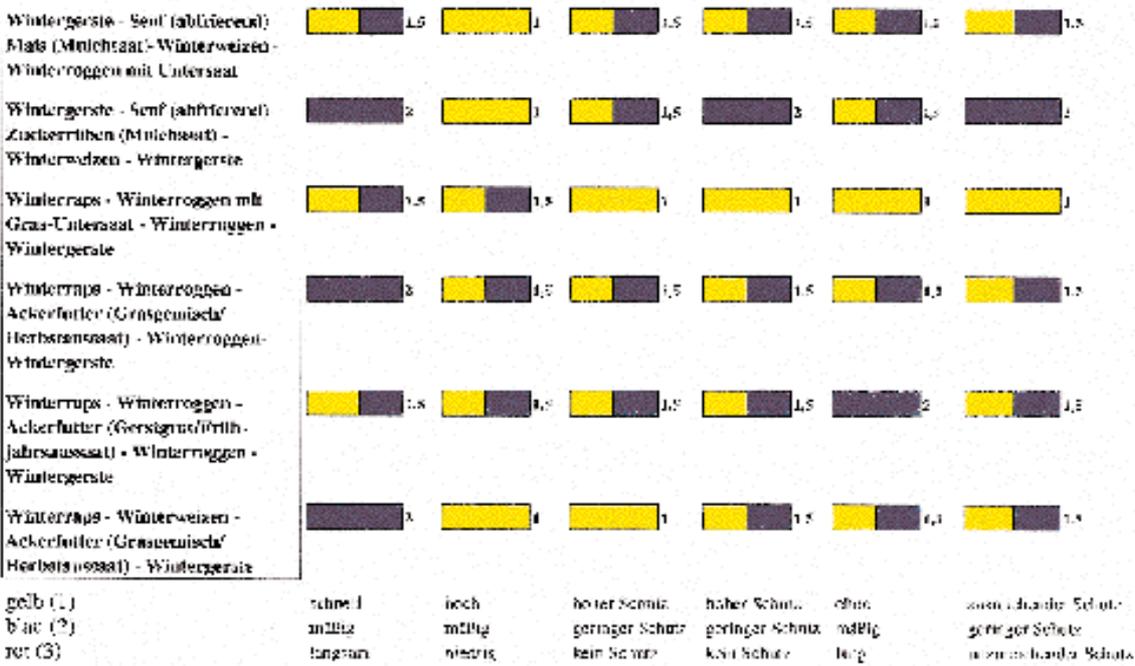
Bodenbedeckung	Pflanzenrückstände in der Trockenmasse	Oberflächenabfluss	Bodenabtrag Wassererosion	Bodenabtrag Winderosion
%	t/ha	%	%	%
0	0	45	100	100
>25 – ca. 30	0,5	40	25	15
>30 – ca. 50	2	< 30	8	3
>50 – ca. 70	4	< 30	3	<1

Tab.3. 2: Bewertung von Fruchtarten und Beispielsanbaufolgen hinsichtlich ihrer Schutzwirkung durch Bodenbedeckung

	Bewertungskriterien					
	Geschwindigkeit der Pflanzenentwicklung	Grad der Bedeckung (Standraumverteilung)	Bedeckung während des Sommerhalbj. (1.4. bis 30.9.)	Bedeckung während des Winterhalbj. (1.10. bis 31.3.)	Technologisch bedingte Zeitspanne u. Bodenbedeckung	Gesamtbewertung
Teil I						
Fruchtarten						
Dauerbegrünung						
Mehrfährige Futterpflanzen Lucerne, Klee, Gras (Hauptproduktjahre)						
Wintergerste						
Winterweizen Aussaat vor 1. Oktober						
Aussaat nach 10. Oktober						
Winterroggen Aussaat vor 1. Oktober						
Aussaat nach 10. Oktober						
Wintererbsen						
Sommergerste						
Kartoffeln						
Zuckerrüben						
Lupine						
Ölrettich/Isorhiza						
Maïs						
Sonnenblumen						
(Zwischenfrüchte)						
(Örtreide)			-			
(Phacelia)			-			
(Senf)			-			
(Getreidestoppel)			-			
(Getreidestoppel) mit Kirschenholz			-			
Brache						
Teil II						
Anbaufolgen						
Dauerbegrünung/Mehrfährige Futterbau						
Maïs - Winterweizen - Sommergerste						
Wintererbsen - Winterroggen - Ackerfrüchte (Leguminosen) - Winterroggen - Wintergerste						
Wintererbsen - Winterweizen - Ackerfrüchte (Kleinspeise) - Herbstsaat - Wintergerste						
Zuckerrüben - Winterweizen - Wintergerste						

Teil III

Erhöhte Bodenbedeckung
Anbaufolgen



Um die Bewertung noch zu vereinfachen, kann eine quartalsweise Untergliederung erfolgen, die dann zu einer Jahres- und Anbaufolgenschätzung zusammengefügt werden sollte (Tab. 3.3 und 3.4).

Tab. 3.3a: Fruchtartenbewertung Wassererosion bei Einhaltung der Bestellnormen (ordnungsgemäße Landbewirtschaftung)

Fruchtart	I. Quartal	II. Quartal	III. Quartal	IV. Quartal
Mehrj. Futterbau (ab 2. J.)	1	1	1	1
Winterweizen	2	1	1,5	2
Wintergerste	1	1	1,5	1
Winterraps	1,5	1,5	1,5	1,5
Mais	3	2,5	2	3
Sommergerste	3	1,5	1,5	3
Zuckerrüben	3	2,5	2	3

Tab. 3.3b: Fruchtartenbewertung Wassererosion bei Abweichung von den Bestellnormen (z. B. Verschiebung Bestelltermin)

Fruchtart	I. Quartal	II. Quartal	III. Quartal	IV. Quartal
Mehrj. Futterbau (ab 2. J.)	1	1	1	1
Winterweizen	3	1	1,5	3
Wintergerste	1,5	1	1,5	2
Mais	3	3	2,5	3
Sommergerste	3	2	2	3
Winterraps	2,5	2	1,5	2,5
Zuckerrüben	3	3	2	3

Tab. 3.3c: Fruchtartenbewertung Wassererosion bei Fahrspuren durch Arbeitsgänge im Herbst (z. B. PS oder Düngung)

Fruchtart	I. Quartal	II. Quartal	III. Quartal	IV. Quartal
Mehrj. Futterbau (ab 2. J.)	1,5	1,5	1,5	1,5
Winterweizen	3	2	2	3
Wintergerste	2	1,5	2	2
Winterraps	2,5	2,5	2	2,5

Tab. 3.4a: Fruchtfolgebewertung Wassererosion (konventionelle Bestellung)

Fruchtfolge	I. Quartal	II. Quartal	III. Quartal	IV. Quartal
Silomais / Winterweizen / Wintergerste				
1. Jahr	3	2,5	2	2
2. Jahr	2	1	1,5	1
3. Jahr	1	1	1,5	3
Zuckerrüben / Winterweizen / Wintergerste				
1. Jahr	3	2,5	2	3
2. Jahr	3	1	1,5	1
3. Jahr	1	1	1,5	3
Silomais / Winterweizen / Sommergerste				
1. Jahr	3	2,5	2	2
2. Jahr	2	1	1,5	2
3. Jahr	3	1,5	1,5	3
Winterraps / Winterweizen / Ackerfutter (Leguminosen) / Wintergerste				
1. Jahr	1,5	1,5	1,5	2
2. Jahr	2	1	1,5	3
3. Jahr	3	2	1,5	1
4. Jahr	1	1	1,5	1,5

Nachfolgend wird ein weiteres Bewertungsbeispiel für eine Erhöhung der Bodenbedeckung in kritischen Zeiten durch konservierende Bodenbearbeitungsverfahren dargestellt (Tab. 4b).

Tab. 3.4b: Fruchtfolgebewertung Wassererosion (konservierende Bestellung)

Fruchtfolge	I. Quartal	II. Quartal	III. Quartal	IV. Quartal
(Stoppelrückstände der Vorfrucht) Mais / Winterweizen / Wintergerste (Stoppelrückstände)				
1. Jahr	1,5	1,5	2	1,5
2. Jahr	1,5	1	1,5	1
3. Jahr	1	1	1,5	1,5
(Abgefrorene Stoppelfrucht) Zuckerrüben / Winterweizen / Wintergerste (Stoppelfrucht Senf)				
1. Jahr	2	2	2	3
2. Jahr	3	1	1,5	1
3. Jahr	1	1	1,5	1,5
Winterraps / Winterroggen / Ackerfutter (Grasgemisch - Herbstaussaat) / Winterroggen / Wintergerste				
1. Jahr	1,5	1,5	1,5	1
2. Jahr	1	1	1	1,5
3. Jahr	2	1,5	1,5	1
4. Jahr	1	1	1	1
5. Jahr	1	1	1,5	1,5

Auch hier gilt, daß die Beispiele durch weitere Varianten ergänzt werden können.

Treffen bei der Bewertung hohe Bodengefährdungsklassen mit einer geringen Schutzwirkung durch Fruchtarten zusammen, müssen erosionsvermindernde Maßnahmen ergriffen werden.
Ein Beispiel ist die Fruchtfolge Mais - Winterweizen - Sommergerste.

3.4 Schutzverfahren in der Landwirtschaft

Es gibt eine Reihe von Schutzverfahren, die fast alle in bestimmten Regionen zur Auswahl stehen und auch für die Jungmoränenstandorte Mecklenburg-Vorpommerns geeignet sind.

Die Schutzverfahren lassen sich in 4 Komplexe zusammenfassen, die nachfolgend dargestellt werden (Tab. 3.5-8):
1) Verbesserung der Infrastruktur
2) Anbaugestaltung zur Erhöhung

der Bodenbedeckung
3) Konservierende Bewirtschaftung zur Erhöhung der Bodenbedeckung
4) Verminderung von Schadverdichtungen und Fahrspuren.

Tab. 3.5: Komplex 1 - Verbesserung der Infrastruktur zur Verkürzung der Transportwege sowie der Fließ- und Wehstrecken

Maßnahme	Beschreibung / Wirkung	Bewertung der Realisierungsmöglichkeiten
Flurneueordnung/Flurgestaltung	<ul style="list-style-type: none"> - Form und Größe optimieren - Befestigung von „Thalwegen“ und Tiefenlinien zur Oberflächenabflußregulierung - Optimierung der Transport- und Fahrstrecken zur Entlastung von Überfahrten <p>Ziel: Verkürzung oder Befestigung der Fließ- und Wehstrecken</p>	<ul style="list-style-type: none"> - regional sehr verschieden * Wechsel in den Eigentums- und Produktionsformen * langandauernder, gesetzlich geregelter Vorgang, Flächentausch/-kauf geregelt, sehr teuer, nicht immer Erhaltung wirksamer Strukturelemente * schleppender Beginn wegen ungeklärter Eigentumsfragen und neuer Betriebsformen
Nutzungsänderung	<ul style="list-style-type: none"> - Anpassung der Nutzung an potentielle Wasser- und Winderosionsgefährdung (oberflächenschützende Winterkulturen statt erosionsfördernde Sommerkulturen, ggf. mehrjährige Futterkulturen, Dauergrünland, Flächenstillegung, Aufforstung) <p>Ziel: Großflächige Erhöhung der geschützten und wenig gefährdeten Flächen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - mäßig * aus marktwirtschaftlichen Gründen und Regelungen der EU * Eingriff über Vertragsnaturschutz möglich, wenn Eintrag in Biotope erkannt wird
Wege- und Straßenbau	<ul style="list-style-type: none"> - Gute Wasserableitung an Verkehrswegen, um Sammelwirkung zu verringern (Kanalisation, funktionsfähige Gräben, Neigung bergseitig, ausreichende Zufahrt- und Wendemöglichkeiten) - Erschließung quer zur Fließ- oder Hauptwindrichtung - Anpflanzen von Windhindernissen an den Trassen und quer zur Hauptwindrichtung <p>Ziel: Ausnutzung aller linearen Flurelemente zur Unterbrechung von Fließ- und Wehstrecken</p>	<ul style="list-style-type: none"> - z. Z. gering * weil teuer * weil Wechsel in Besitzverhältnissen
Feldraine, Gewässerrandstreifen, Saumbiotope, Filterstreifen	<ul style="list-style-type: none"> - Begraste Feldraine an Verkehrswegen zwischen Schlägen - Filterstreifen ausreichender Breite an Gewässern und gefährdeten Biotopen <p>Ziel: Schaffung ausreichender Filterbereiche zwischen agrarisch genutzten Flächen und Biotopen in erosionsgefährdeten Landschaften</p>	<ul style="list-style-type: none"> - regionale Unterschiede * bezahlbar bei Realisierung aller Anforderungen von Natur-, Gewässer- und Bodenschutz * Leitbilder und Nutzungskonzepte Voraussetzung für abgestimmtes Vorgehen * Isolierte Maßnahmen (z. B. Gewässerrandstreifen) ohne gewünschten Erfolg * bessere Förderpolitik notwendig

Tab. 3.6: Komplex 2 - Anbaugestaltung in erosionsgefährdeten Betrieben zur Erhöhung der Bodenbedeckung

Maßnahme	Beschreibung / Wirkung	Bewertung der Realisierungsmöglichkeiten
Fruchtfolgegestaltung	<p>- Mittelfristige Planungs- und Realisierungsmöglichkeit erosionsreduzierender und bodenschonender Nutzung</p> <p>Ziel: Ausnutzung natürlicher Vorteilswirkungen, reduziert Befahrungsbearbeitungshäufigkeit, Voraussetzung für bodenschonende Landnutzungsverfahren</p>	<p>- hoch</p> <p>* in guten Betrieben, Teil „Guter Fachlicher Praxis“</p> <p>* schwierig durch Pacht-, Markt- und Förderungsbedingungen</p> <p>Gehört zu effizientesten Maßnahmen des Bodenschutzes</p>
Fruchtartenauswahl	<p>- Reduzierung/Vermeidung weitreihiger Fruchtarten (Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln, auch Raps und Sonnenblumen)</p> <p>- Wintergetreide statt Sommergetreide, mehrjähriges Futter</p> <p>Ziel: zeitliche und räumliche Erhöhung der schützenden Bodenbedeckung</p>	<p>- gering</p> <p>* entsprechende Markt- u. EU-Regelungen stehen oft entgegen</p>
Zwischenfruchtanbau	<p>- Futter- oder Gründüngungspflanzen, über Winter abfrierende Fruchtarten</p> <p>- möglichst pfluglose Bestellung der Folgefrucht</p> <p>Ziel: Erhöhung der Bodenbedeckung im Winterhalbjahr, Vermeidung negativ wirkender Brachezeiten</p>	<p>- mäßig</p> <p>* mehr Arbeitsgänge, höhere Kosten</p> <p>* förderwürdig (Voraussetzung für Mulchsaat)</p>
Untersaaten	<p>- Gras-Untersaaten in Wintergetreide</p> <p>- Klee- und Klee grasuntersaaten in Mais</p> <p>Ziel: Erhöhung der Bodenbedeckung ohne zusätzliche Arbeitsgänge, guter Einstieg in Stilllegung, Vermeidung von Nährstoffauswaschungen</p>	<p>- mäßig</p> <p>* zu wenig Erfahrungen</p> <p>* förderwürdig</p>
Streifensaaten	<p>- Höhenlinienparallele (ca. 2 m breite) Gras- und Getreidestreifen im Mais</p> <p>- Getreideeinsaat in Einzel- oder Doppelreihen in Mais</p> <p>Ziel: Verkürzung der Fließwege, nur begrenzt wirksam</p>	<p>- gering</p> <p>* nur regional von Bedeutung</p>
Streifenanbau	<p>- Parallele 30 bis 50 m breite Streifen quer zur Gefälle- bzw. Hauptwindrichtung mit erosionsmindernden und erosionsfördernden Fruchtarten im Wechsel</p> <p>Ziel: Verkürzung von Fließwegen bei Beibehaltung größerer Bewirtschaftungseinheiten, möglich bei gleichmäßig gestalteten Hängen und Flächen</p>	<p>- gering</p> <p>* obwohl umfangreiche Erfahrungen in anderen Ländern</p> <p>* schwierig zu realisieren bei ungleichmäßig geformten Hängen</p>

Tab. 3.7: Komplex 3 - Konservierende Bewirtschaftung gefährdeter Ackerflächen zur Erhöhung der Bodenbedeckung

Maßnahme	Beschreibung / Wirkung	Bewertung der Realisierungsmöglichkeiten
Konservierende Bodenbearbeitung und Mulchsaat mit Saatbettbereitung ohne Saatbettbereitung	- Einsaat in Pflanzenreste auf der Bodenoberfläche (abgefrorene Zwischenfrüchte, chemisch/mechanisch behandelte Zwischenfrüchte, Ernterückstände) Wirksamkeit >2 t/ha Trockenmasse Ziel: Erhöhung der räumlichen und zeitlichen Bodenbedeckung durch Reduzierung oder Aufgabe der wendenden Bodenbearbeitung	- regional sehr verschieden * Schlüsselverfahren für Bodenschutz * förderwürdig in erosionsgefährdeten Gebieten ohne Saatbettbereitung
Direktsaat	- Einsaat ohne alle Bodenvorbereitung mit Spezialmaschinen in Stoppeln der Vorfrucht oder Reste der Zwischenfrucht Ziel: Schaffung kleiner Barrieren quer zur Hangrichtung	- gering * Niederschlagsdefizite oder Unkrautdruck oft Grund für geringe Akzeptanz * nach Ernte vielfach lockernde Bodenbearbeitung und Spurenbeseitigung nötig
Höhenlinienparallele Bearbeitung	- Bearbeitung reliefangepaßt quer zum Gefälle Ziel: Erhöhung der Oberflächenrauigkeit quer zur Fließrichtung	- gering, regional verschieden * praktikabel nur bis 10 % Hangneigung * gegenteilige Wirkung bei extremen Niederschlägen
Rauhe Ackeroberfläche	- Schaffung heterogener Bodenoberflächen durch differenzierte Bearbeitung in und zwischen Saatreihen Ziel: Erhöhung des Oberflächen-speichers	- mäßig * technisch noch verbesserungswürdig

Tab. 3.8: Komplex 4 - Verminderung von Schadverdichtungen und Fahrspuren als erosionsverschärfende Faktoren

Maßnahme	Beschreibung / Wirkung	Bewertung der Realisierungsmöglichkeiten
Änderung der Arbeitsverfahren	- Zusammenlegung von Arbeitsgängen - Verkürzung einheitlich bestellter Hanglängen (zeitweilig) Ziel: Transportreduzierung auf den Flächen	- mäßig * Bestandteil der „Guten Fachlichen Praxis“ * Realisierung teuer
Veränderung von Fahrzeugparametern	- Vergrößerung der Aufstandsflächen, Reduzierung des Reifeninnendrucks, Reduzierung der Radlast Ziel: Erhaltung einer hohen Infiltrationskapazität, Vermeidung von Schadverdichtungen und tiefen Spuren	- gering * derzeit unrealistisch, schwere Maschinen werden wegen höherer Leistungsfähigkeit bevorzugt
Erhöhung der Bodentragfähigkeit	- Bodenbedeckung (Wintergetreide, mehrjährige Futterkulturen, Zwischenfrüchte, Stoppelfrüchte, Stoppelrückstände) - Konservierende Bodenbearbeitung Ziel: Stabilisierung der Bodenstruktur und des Makroporensystems, Aufbau eines Stützgefüges	- steigend * sobald bei gleichem Ertrag Bearbeitungskosten sinken * Bestandteil der „Guten fachlichen Praxis“

Fortsetzung Tab. 3.8

<p>Standortabhängige Bodenbearbeitung</p>	<ul style="list-style-type: none"> - keine Bodenbearbeitung bei zu feuchten Bedingungen - Vermeidung von Fahrspuren vor Winter oder im zeitigen Frühjahr - Nachauflauf-Pflanzenschutzbehandlung <p>Ziel: Vermeidung von Verschlammung und Verkrustung sowie potentiellen Erosionsrinnen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - mäßig * zur Sicherung des Ertragspotentials * zwar Bestandteil der „Guten Fachlichen Praxis“, aber nicht immer realisiert * Beratung nicht ausreichend
<p>Extensivierung durch Stilllegung und Brache</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stilllegung von Teilflächen, Extensivierung besonders anfälliger Standorte (Auen, Niedermoore) <p>Ziel: Einleitung der Regeneration durch Bodenruhe</p>	<ul style="list-style-type: none"> - hoch * durch gegenwärtige Förderpolitik, keine optimale Anwendung zum Bodenschutz

Nachfolgend sollen einige besonders erfolgreiche Schutzverfahren näher erläutert werden.

3.4.1 Zwischenfruchtanbau und Untersaaten (Komplex 2)

Die Fruchtarten wie z.B. Mais, Zuckerrüben und Kartoffeln bedecken den Boden nur einen relativ kurzen Zeitraum im Jahr. Beim konventionellen und in Mecklenburg-Vorpommern regional überwiegend praktizierten Anbau dieser Marktfrüchte ist der Boden vor dem Anbau oft mehrere Monate unbedeckt und in dieser Zeit stark gefährdet. Zwischenfrüchte und Untersaaten können in dieser Zeit einen hervorragenden Schutz realisieren.

Zwischenfrüchte sind Fruchtarten, die zum Schließen von Anbaulücken oder Teilbrachen zwischen zwei Hauptfrüchten angebaut werden und damit eine bessere Nutzung der Vegetationszeit ermöglichen. Im Falle der Bodenerosionsgefährdung verlängern sie die Zeit mit schützender Bodenbedeckung.

Sommerzwischenfrüchte / Stoppelfrüchte werden im Frühjahr unter Deckfrucht oder nach der Getreidernte als Stoppelsaat ausgesät. Sie werden in der Regel im gleichen Jahr geerntet, abgeweidet oder zur Grün-

düngung eingepflügt. Als Erosionsschutz verbleiben abfrierende Pflanzenarten über Winter als Bodenschutz stehen.

Winterzwischenfrüchte werden im Spätsommer ausgesät, überwintern und können ab Ende April bis Ende Mai als Futter genutzt werden.

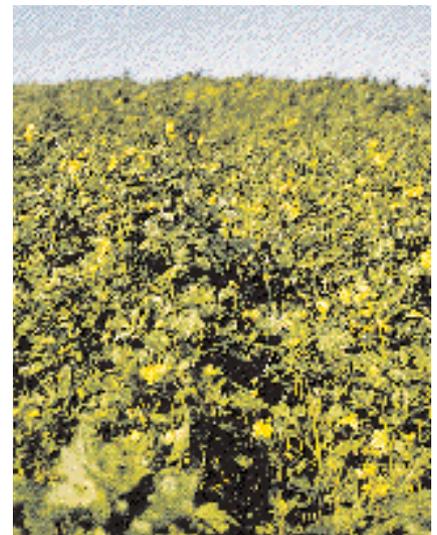
Untersaaten werden mit dem Wintergetreide im Herbst oder in einem zweiten Arbeitsgang im Frühjahr ausgesät. Sie entwickeln sich nach der Ernte der Hauptfrucht.



Abb. 3.2: Stoppelfrüchte, Phacelia



Örettich



Senf

3.4.1.1 Sommerzwischenfrüchte/ Stoppelfrüchte

Sommerzwischenfrüchte und Stoppelfrüchte stellen eine Möglichkeit des Bodenschutzes zwischen Hauptfrüchten dar. Die Abbildung 3.2 zeigt einen Phacelia-, einen Ölrettich- und einen Senfbestand im Herbst. Alle Arten sind für Mecklenburger Standortverhältnisse geeignet und bedecken den Boden etwa 4 Wochen nach der Aussaat, wenn sie zu einem optimalen Termin bestellt werden. Die früheste Aussaat muß bei Phacelia bereits im Juli erfolgen, spätestens Anfang August. Bis zum 15. August kann Ölrettich bestellt werden, während Senf als spätsaatverträgliche Zwischenfrucht bis zum 5. September noch einen deckenden Bestand entwickelt (Tab. 3.9). Möglichen Auflaufproblemen, die durch die Sommertrockenheit bedingt sein können, sollte mit wassersparenden Bestelltechnologien vorgebeugt werden.

Dichte Bestände vermindern nicht nur den Bodenabtrag, sondern unterdrücken auch Unkräuter und sind in der Lage, Nährstoffüberhänge bis zum Vegetationsende wirksam abzuschöpfen.

Bei Frösten unter $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ frieren Phacelia und Senf in allen Jahren sehr sicher ab, während Ölrettich nur bei stärkerem und länger anhaltendem Frost vollständig abfriert.

Der aus den Rückständen der Pflanzen entstehende „Teppich“ bedeckt den Boden ausreichend, wenn die Trockenmasse mehr als 2 t je Hektar beträgt. Die positive Wirkung wird durch das günstige Mikroklima für Mikroorganismen sowie das Sproß-

und Stengelsystem, das den Boden durchlöchert und festhält, verstärkt. Die Vorteilswirkung bleibt bis über die Bestellung der folgenden Hauptfrucht erhalten. Durch eine Einsaat der Folgefrucht in die Rückstände (Mulchsaat) besteht z. B. die große Chance, die erosionsmindernde Wirkung der Rückstände in den Zuckerrüben- und Maisbeständen zu erhalten. Eine kostengünstige Variante zur Winterbedeckung, die sich in Zukunft stärker durchsetzen wird, ist die Selbstbegrünung von Getreidestoppelflächen. Sie stellt einen sicheren Schutz dar, verlangt aber eine sorgfältige Unkrautbekämpfung vor der folgenden Hauptfrucht.

Tab. 3.9: Optimale Saatzeiten von Stoppelfrüchten

Stoppelfrüchte	Optimale Saatzeit	Aussaatmenge kg/ha
Phacelia	bis Anfang August	15 bis 18
Ölrettich	bis Mitte August	18 bis 20
Senf	bis Anfang September	18

3.4.1.2 Winterzwischenfrüchte

Winterzwischenfrüchte werden meist nach spätreifendem Getreide angebaut und zeichnen sich durch relativ geringe Temperaturansprüche in der Vegetationszeit sowie gute Frostverträglichkeit aus. Ein erfolgreicher Anbau ist außer in trockenen Lagen und bei fehlendem Grundwassereinfluß (D 1- und D 2-Standorte) möglich.

Gut bekannt ist Futterroggen (Abb. 3.3), der Ende September ausgedrillt, vor dem Winter noch eine gute Ent-

wicklung nimmt und den Boden ausreichend bedeckt. Ebenso geeignet sind alle übrigen winterharten Fruchtarten wie Futterraps, Winterrüben u.a.. Bei diesen Kulturen besteht in verstärktem Maß die schon erwähnte Fähigkeit der Aufnahme und des Verbrauches von Nährstoffüberhängen aus der geernteten Vorfrucht bis zum Ende der Vegetationszeit sowie der Speicherung über Winter. Winterzwischenfrüchte müssen im zeitigen Frühjahr chemisch abgetötet werden, damit keine Wasserkonkurrenz ent-

steht. Die Rückstände bilden einen guten Schutz.

Für die Bestellung aller Zwischenfrüchte gilt:

- *sorgfältige Bodenbearbeitung*, in der Regel Sommerfurche, da sie gleichzeitig die Bearbeitung für die sich anschließende Hauptfrucht ist. Immer mehr wird eine Grubberbearbeitung bevorzugt
- *nicht zu feines Saatbett*, um nach der Bestellung die Erosionsgefahr so gering wie möglich zu halten
- *nicht zu früh aussäen*, damit der Zwischenfruchtbestand nicht zu üppig wird
- *nicht zu spät aussäen*, damit genügend Sproßmasse für den Erosionsschutz gebildet und das Unkraut unterdrückt wird



Abb. 3.3: Futterroggen als Winterzwischenfrucht



Abb. 3.4: Nach der Ernte von Getreide sich entwickelnde Knaulgras-Untersaat

3.4.1.3 Untersaaten

Die Untersaat wird gemeinsam mit der Hauptfrucht Getreide ausgedrillt. Nach der Ernte der Deckfrucht, häufig Getreide, entwickelt sich die Untersaat zügig zu einem flächendeckenden Bestand (Abb. 3.4), der den Boden über Herbst, Winter und Frühjahr bis zur nächsten Hauptfruchtbestellung bedeckt.

Als Untersaaten haben sich besonders Gräser bewährt. Auf allen Standorten mit mehr als 600 mm Niederschlag im Jahr sind Gräser unabhängig von der Bodenart als Untersaat zu befürworten. Der Anbau von Knaulgras (*Dactylis glomerata* L.) ist auf den zur Frühsommertrockenheit neigenden Standorten Mecklenburg-Vor-

pommerns zu empfehlen. Es ist anspruchslos und wird wegen der ausgesprochen langsamen Entwicklung unter der Deckfrucht nicht zum Konkurrenten. Neuerdings gibt es auch schwach wachsende Typen von Weidelgräsern, die bei verringerter Aussaatstärke als Untersaat geeignet sind (Tab. 3.10).

Wird die Untersaat als Einstieg in eine extensive Rotationsbrache angesehen, so liegen auch hierzu gute Erfahrungen vor. Ohne eine erneute Bestellung entwickelt sich eine stabile, sehr gut schützende Bodendecke, die den Boden auch auf Hängen über 15 % Neigung „festhält“. Im Brachejahr erfolgt eine Mahd, um eine nicht erwünschte Samenzufuhr zum Boden zu vermeiden.

Tab. 3.10: Optimale Saatzeiten von Untersaaten

Untersaaten	Optimale Saatzeit	Aussaatmenge kg/ha
Ausdauerndes		
Weidelgras	Aussaat gemeinsam mit Wintergetreide	10 bis 12
Knaulgras	Aussaat gemeinsam mit Wintergetreide	15 bis 20

3.4.1.4 Bieten Zwischenfrüchte nur Vorteile?

Im hier dargestellten Zusammenhang sind Zwischenfrüchte sehr vorteilhaft, weil sie die Bodenbedeckung erheblich erhöhen und über Winter einen sicheren Schutz bieten. Bei der Auswahl sind örtliche Erfahrungen der Landwirte unerlässlich. Die zusätzlichen Kosten für die Bestellung, das Saatgut und die Düngemittel lassen sich bei mittlerer Erosionsgefährdung vertreten, da ein erosionsverminderter Anbau von Mais und Zuckerrüben überhaupt erst möglich wird. Besonders günstig erscheinen abfrierende Stoppelfrüchte. Begrenzungen für den Anbau liegen bei Niederschlägen unter 500 mm/Jahr und bei verkürzter Vegetationszeit in Höhenlagen > 350 m über NN vor. Das trifft allerdings nur für Winterzwischenfrüchte, nicht aber für Untersaaten oder abfrierende Stoppelfrüchte zu. Vielfach ist ein Zwischenfruchtanbau nicht notwendig, wenn ausreichend Rückstände der Vorfrucht auf der Bodenoberfläche verbleiben. Wichtig ist die Einhaltung der optimalen Aussaattermine. Eine zu zeitige Aussaat führt zu einem zu üppigen Bestand, so daß der Boden im Frühjahr langsamer abtrocknet und die Aussaat der folgenden Hauptfrucht erschwert. Erfolgt die Aussaat zu spät, ist infolge eines zu geringen Aufwuchses mit einem erhöhten Unkrautdruck zu rechnen. Als Zielwert sind 2 t Trockenmasse je ha durch die Zwischenfrüchte anzustreben.

3.4.2 Konservierende Bodenbearbeitung (Komplex 3)

Eine intensive agrarische Produktion im konventionellen Sinn ist mit wendenden Bodenbearbeitungsgängen vor jeder Hauptfrucht verbunden. Dadurch entstehen technologisch bedingte Zeiten ohne oder ohne ausreichende Bodenbedeckung mit Pflanzen oder Pflanzenrückständen (Frielinghaus et al., 1996). Das bedeutet eine erhöhte Belastung der Bodenoberfläche durch

Niederschläge sowie einen ständig erneuten Eingriff in den Lebensraum der Bodenflora und -fauna. In erosionsgefährdeten Gebieten stellen die Perioden ohne schützende Bodenbedeckung eine erhöhte aktuelle Gefährdung bei intensiven oder länger anhaltenden Niederschlägen bzw. starkem Wind dar. Die effektivste Möglichkeit zur Schaffung eines gesicherten Bodenschutzes vor Erosion ist die Gewährleistung einer möglichst vollständigen Bodenbedeckung im Verlauf des gesamten Jahres (s. Pkt. 3.).

Unter konservierender Bodenbearbeitung wird im Rahmen des Schutzes vor Bodenerosion (Wasser- und Winderosion) ein Verfahren verstanden, bei dem die Erhaltung möglichst großer Anteile organischer Rückstände abgeernteter oder abgefrorener bzw. abgetöteter Pflanzenreste auf der Bodenoberfläche sowohl in den Nachernteperioden und im Winterhalbjahr als auch nach der Aussaat und während der Jugendentwicklung der Folgefrüchte gewährleistet wird.

Die schematische Darstellung (Abb. 3.5) zeigt die Wirkung einer wendenden Bodenbearbeitung vor der Bestellung im Vergleich zu nicht wendender Bearbeitung auf die Infiltration und den Bodenoberflächenabfluß.

3.4.2.1 Mulchsaatverfahren

Unter Mulchsaat versteht man ein Anbauverfahren, bei dem in eine mit abgestorbenen Pflanzen oder Pflanzenresten bedeckte Bodenoberfläche eingesät wird. Die Rückstände werden vor der Hauptfrucht entweder flach eingearbeitet (Mulchsaat mit Saatbettbereitung) oder vollständig auf der Bodenoberfläche belassen (Mulchsaat ohne Saatbettbereitung).

Für den Bodenschutz ist die Mulchsaat ohne Saatbettbereitung empfehlenswert. Die Skizze (Abb. 3.6) zeigt, wie das System zwischen einer Getreidevorfrucht und einer Zuckerrübensaat funktioniert. Nach der Ernte einer Hauptfrucht, in

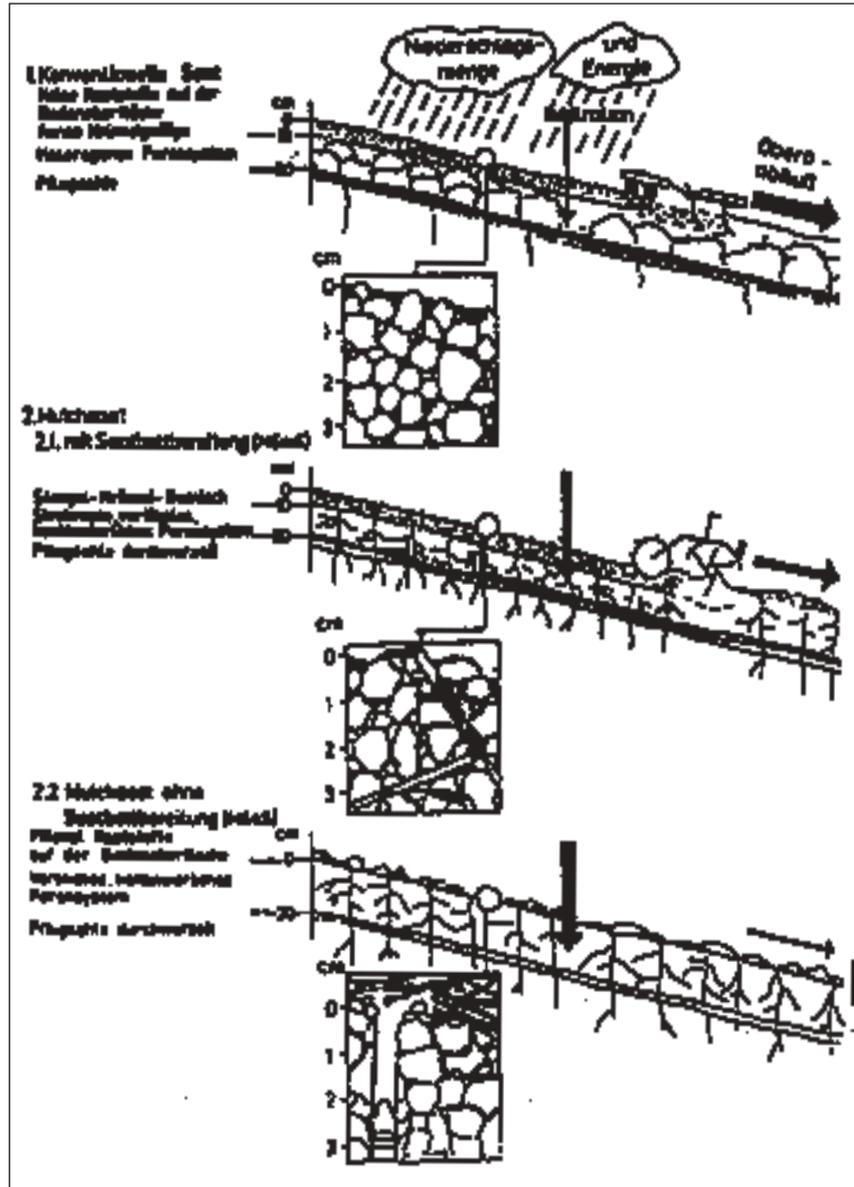


Abb. 3.5: Profilschema über den Einfluß von Porencharakteristik, Bedeckungsgrad und Bodenbearbeitung auf die Infiltration und Oberflächenabfluß bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung (BRUNOTTE; SOMMER, 1994)

der Regel Getreide, wird nach einer Grundbodenbearbeitung eine Zwischenfrucht (Stoppelfrucht) gedreht. Bei früher Bestellung eignet sich besonders Phacelia, bei später Bestellung Senf.

Die Zwischenfrüchte bedecken den Boden im Herbst und über Winter und verhindern eine Verschlammung der Bodenoberfläche. Über Winter friert die Stoppelfrucht ab. Übrig bleibt ein dichter Schutzteppich. In ihn hinein

werden die Früchte wie Zuckerrüben und Mais mit einer Spezialdrillmaschine, ausgerüstet mit Doppelscheiben für die Drillreihen, Schneidscheiben zum Aufschlitzen des Bodens, Säaggregaten und Zudeckscheiben zum Andrücken und Bedecken des Saatgutes sowie Druckrollen, abgelegt. Die Rückstände bleiben zwischen den Reihen liegen und bieten während der gesamten Vegetationszeit einen hervorragenden Schutz.

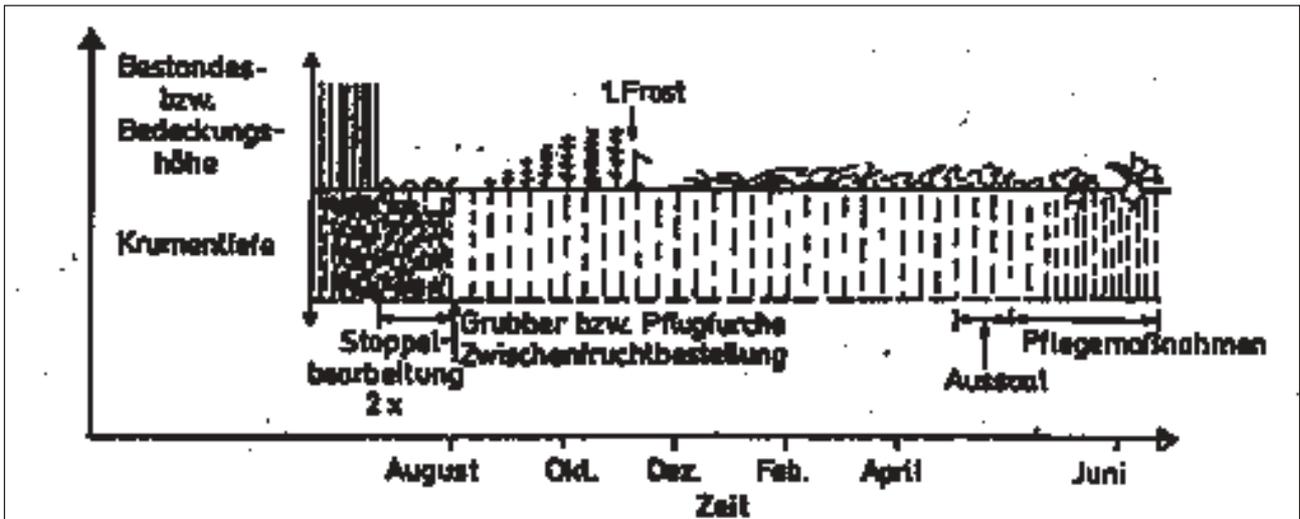


Abb. 3.6: Maßnahmen der Bodenbearbeitung bei Mulchsaat ohne Saatbettbereitung im Laufe der Vegetationsperiode (BRUNOTTE, 1991)

In Abbildung 3.7 wird ein Beispiel für die Bodenbedeckung zur Zeit einer Mulchsaat ohne Saatbettbereitung zu Mais gezeigt.



Abb. 3.7: Mulchsaat ohne Saatbettbereitung von Mais in Rückstände von Senf

Ist der Anbau von Zwischenfrüchten aufgrund ungünstiger Rahmenbedingungen oder fehlender Niederschläge nicht möglich, bietet die Belassung von Stoppelrückständen des abgeernteten Getreides auf der Bodenoberfläche eine praktikable Alternative, die allerdings ein hervorragendes Unkrautmanagement verlangt. Die unterschiedlichen Arbeitsgänge bei konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung werden in den folgenden Abbildungen 3.8 und 3.9 sowie in Tabelle 3.11 verdeutlicht.

Weitere Vorteile der Mulchsaatverfahren:

- Gründungseffekt der Zwischenfrucht auf die Ertragsleistung und die Bodenstruktur
- Einsparung von Umbruch und Neuansaat nach einem die Bodenoberfläche verschlammenden Frühjahrniederschlag (vielfach im Zuckerrübenanbau bekannt)
- Einsparung für Neuausbringung von Dünge- und Pflanzenschutzmittel im Fall von Umbruch und Neuansaat, z. B. Zuckerrüben

Kosten des Verfahrens:

Vielfach werden erhöhte Kosten für Spezialmaschinen und Spezialherbizide sowie für Saatgut zur Zwischenfruchtbestellung als Nachteil herausgestellt. In Tabelle 3.12 werden der konventionelle und konservierende Anbau von Zuckerrüben hinsichtlich des finanziellen Erfolges bei unterschiedlicher Preis-Kosten-Entwicklung verglichen.

Verfahren	Grundbodenbearbeitung	Saatbettbereitung	Saat	Ablauf der Arbeitgänge
Bodenbearbeitung mit Pflug				getrennt
			Bedenfrone oder Rotovage	kombiniert Saatbettbereitung u. Saat zusammengeführt
				alle Arbeitgänge kombiniert
Bodenbearbeitung ohne Pflug -konservierend-				getrennt
				kombiniert Saatbettbereitung u. Saat zusammengeführt
				alle Arbeitgänge kombiniert
	—			ohne Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saat kombiniert
Direktsaat	—	—		Saat ohne Bodenbearbeitung

Abb. 3.8: Verfahrenstechnik und Arbeitsgänge bei konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung (SOMMER; BRUNOTTE, 1994)

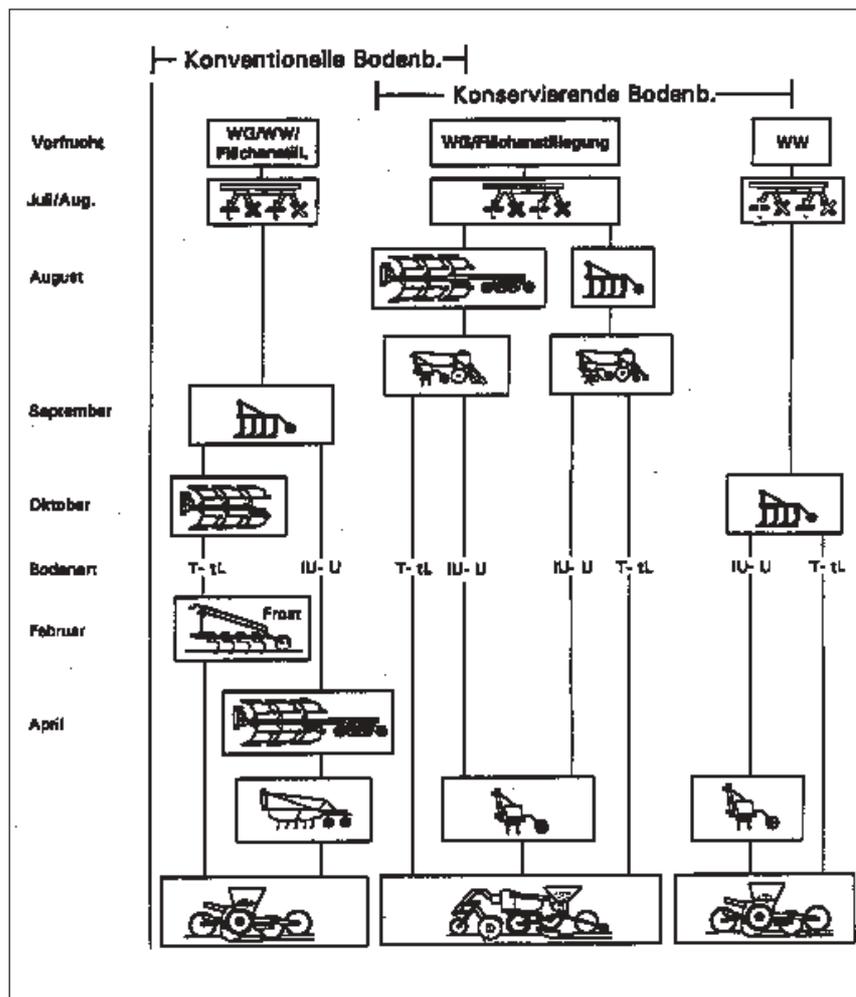


Abb. 3.9: Geräteinsatz bei konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung im Jahresverlauf (SOMMER; BRUNOTTE, 1994)

Tab. 3.11: Beitrag der konservierenden Bearbeitungsverfahren zum Bodenschutz

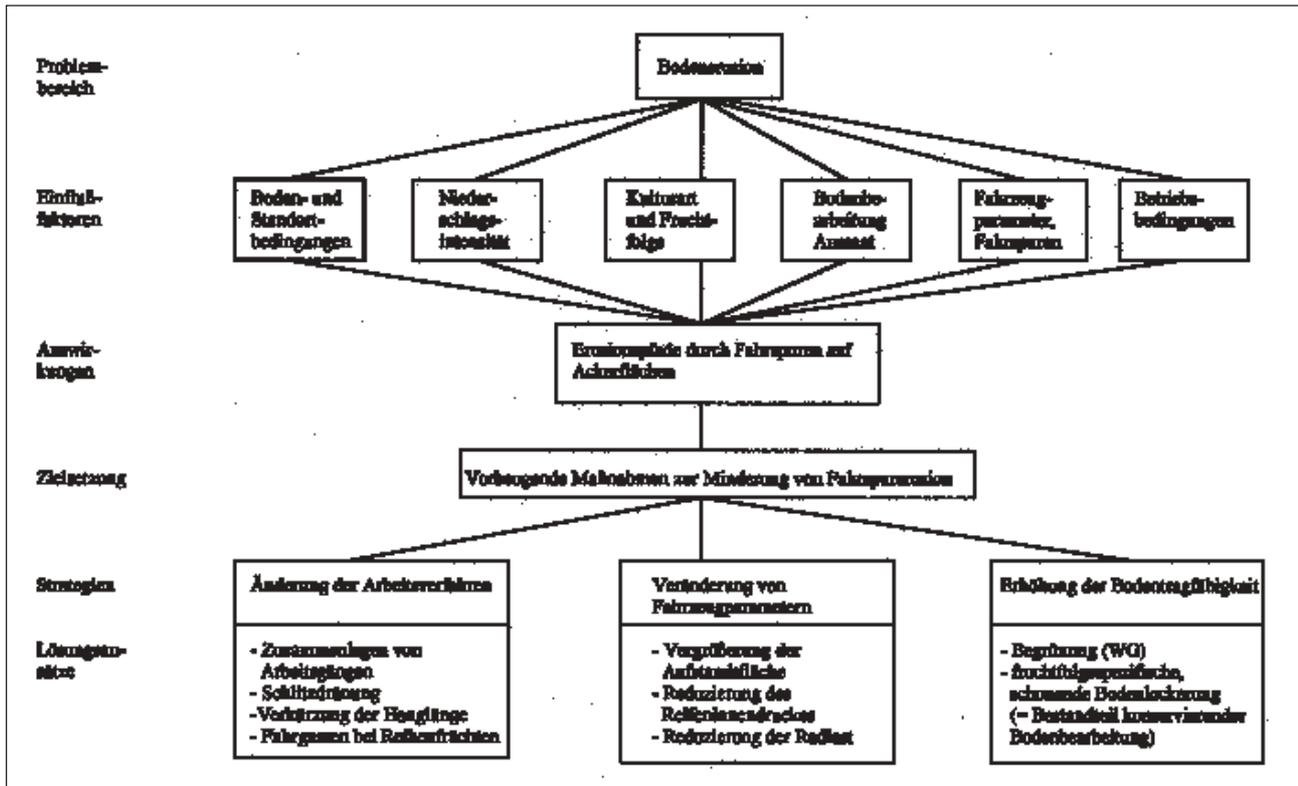
Problembereich	WG / WW / Flächenstilllegung		WG / Flächenstilllegung			WW	
	konventio- nelle Saat ohne Saatbett- bereitung	konventio- nelle Saat mit Saatbett- bereitung	Mulchsaat ohne Saatbett- bereitung	Mulchsaat mit Saatbett- bereitung	Mulchsaat ohne Saatbett- bereitung	Mulchsaat mit Saatbett- bereitung	Mulchsaat ohne Saatbett- bereitung
-Verschlammung	-	-	XX	X	XX	O	X
-Bodenerosion	O	-	XX	X	XX	O	X
-Bodenver- dichtungen	X	-	XX	O	XX	O	X
-Nitrataustrag	-	-	XX	XX	XX	O	O
-Kosten	X	O	O	-	X	X	XX

xx: sehr gut x: gut o: befriedigend -: gering

Tab. 3.12: Konventioneller und konservierender Anbau von Zuckerrüben im Vergleich bezüglich des finanziellen Erfolges bei unterschiedlicher Preis-Kosten-Entwicklung (aus SOMMER et al., 1994)

		Konventionell	Konservierend
Ertrag	dt/ha	604	616
Kosten	DM/ha	1826	1862
Kosten	DM/dt	3	3
Szenario I ¹⁾ (10 DM/dt)			
Marktleistung	DM	6040	6160
- Kosten	DM/ha	1826	1862
Überschuß I	DM/ha	4214	4298
Szenario II ²⁾ (9,50 DM/dt)			
Marktleistung	DM	5738	5852
- Kosten (I x 1,03 ³⁾)	DM/ha	1880.78	1917.86
Überschuß II	DM/ha	3857.22	3934.14
Szenario III ⁴⁾ (8,50 DM/dt)			
Marktleistung	DM	5134	5236
- Kosten (II x 1,03)	DM/ha	1937.20	1975.39
Überschuß III	DM/ha	3196.78	3260.61
¹⁾ Durchschnitt 1988 bis 1992.			
²⁾ 1993			
³⁾ Kosten +3 %			
⁴⁾ 1996			
Quelle: Versuchsergebnisse aus dem BML/F- u. E-Vorhaben 87 UM01; MR-Sätze 1994; Top agrar 4/94			FAL-BW Hollmann (1994)

Dieses Kosten-Nutzen-Verhältnis fällt nicht für alle Standorte gleich aus, eröffnet aber gute Möglichkeiten für eine positive Bewertung.



3.4.3 Bodenschonende Bewirtschaftung (Komplex 4)

Sowohl bei konservierender, aber besonders bei konventioneller Bodenbearbeitung und Bestellung von Hauptfrüchten gewinnen bodenschonende Bearbeitungsverfahren eine besondere Bedeutung. Die Möglichkeiten sind in Komplex 4 (Tab. 3.8) zusammengefaßt.

Erosionsmindernde Bodenbearbeitung umfaßt:

- termingerechte Bodenbearbeitung
- Boden nicht zu fein bearbeiten, denn eine rauhe Oberfläche verschlammst nicht so schnell und bietet einen größeren Abflußwiderstand bzw. bewirkt die Abnahme oberflächennaher Windgeschwindigkeiten
- Verzicht auf das übliche tiefgreifende Wenden, mit dem Ziel, die Pflanzenrückstände an der Bodenoberfläche zu belassen

Die wichtigste Maßnahme zur Ver-

Abb. 3.10: Vorbeugende Maßnahmen zur Minderung von Fahrspurerosion (BRUNOTTE; FRIELINGHAUS, 1994)

minderung von Bodenabtrag und Oberflächenabfluß ist die Reduzierung von Fahrspuren auf den Ackerflächen. In der folgenden Übersicht (Abb. 3.10) werden die verschiedenen Möglichkeiten vorbeugender Maßnahmen zur Minderung von Fahrspuren noch einmal gesondert dargestellt.

3.5 ERGÄNZUNGEN ZUM BODENSCHUTZ IM ZUCKERRÜBENANBAU

3.5.1 Wassererosion auf Zuckerrübenflächen

Verglichen mit überwinterten Fruchtarten oder mehrjährigen Futterpflanzen bedecken Zuckerrüben den Boden im vorhergehenden Winter nicht und auch im Frühjahr sehr spät. Der Reihenschluß, also eine wirksame Bodenbedeckung, wird oft erst Ende Juni erreicht (Abb. 3.11). Bis zu diesem Zeitraum fallen im langjähri-

gen Mittel aber schon erhebliche Niederschlagsmengen (Abb. 3.12). Zuckerrübenflächen sind dadurch besonders gefährdet, daß zur Aussaat des feinkörnigen Saatgutes meistens ganzflächig ein feinkrümeliges Saattbett bereitet und oftmals zusätzlich noch gewalzt wird. Die Oberflächenrauigkeit ist dann zum Zeitpunkt der Aussaat so gering, daß beim ersten Niederschlag Bodenverschlammung und später Verkrustung auftritt, so

daß das Regenwasser nicht mehr schnell genug in den Boden eindringen kann und abfließt. Neben dem Schaden auf dem Acker selbst kann die Erosion für angrenzende Gewässer zu einer Belastung durch den Eintrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln führen. Gerade die zunehmende Nährstoffanreicherung der Gewässer ist in dem gewässerreichen Land Mecklenburg-Vorpommern verstärkt Gegenstand



Abb. 3.11: Wassererosion auf einem Zuckerrübenschlag

Folgende Maßnahmen werden empfohlen:

1) Schaffung einer stabilen Bodenstruktur

Neben dem Kalkzustand, dem Gehalt an Humus und der dadurch länger anhaltenden Bodenfeuchte ist es besonders die Größe der Aggregate und Krümel, die deren Stabilität gegen Niederschläge bestimmt. Je rauher die Bodenoberfläche ist und je größer die darauf liegenden Krümel sind, umso geringer ist die Gefahr von Verschlämmung, Oberflächenabfluß und Bodenabtrag. Der Einsatz von Walzen sollte vermieden werden.

2) streifenweise Saatbettbereitung

Vor der Aussaat werden nur 10 cm breite Bereiche, in deren Mitte die Saatreihe liegt, fein bearbeitet, dazwischen bleibt die Bodenoberfläche grobschollig.

3) Schlageinteilung

Wirksam sind die Verminderung der Schlaglängen in Gefällerrichtung (Verkürzung der Laststrecken, Vermeidung von Transportfahrten auf der Ackerfläche, da jede Fahrspur eine potentielle Erosionsrinne ist), bei geringer Hangneigung Anbau der Zuckerrüben quer zum Hang, die Einsaat von Getreidestreifen quer zum Hang (allerdings nicht sehr verbreitet).

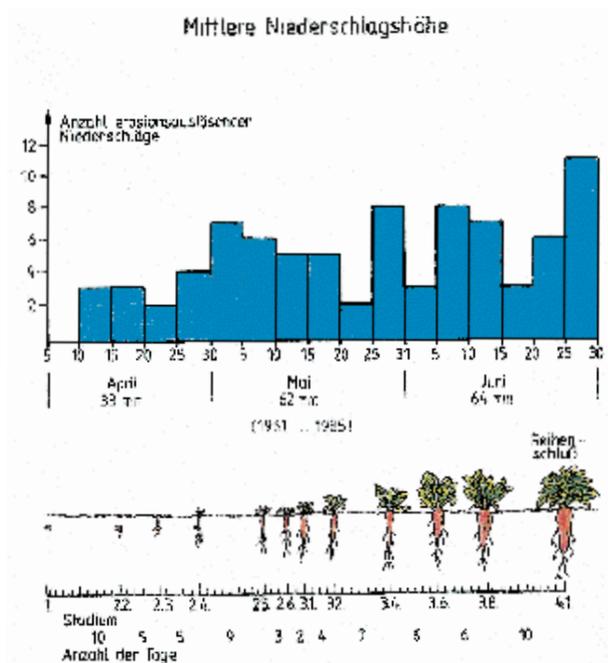


Abb. 3.12: Entwicklungsgeschwindigkeit und Wachstumsstadien der Zuckerrüben sowie die Anzahl erosionsauslösender Niederschläge im Zeitraum April bis Juni

der öffentlichen Diskussion und schadet dem Ansehen der Landwirte. Es gibt daher vielfache Bemühungen, das Erosionsrisiko im Zuckerrübenanbau zu vermindern.

3.5.2 Erosionsverminderung im konventionellen Anbau

Beim konventionellen Anbau, der in Mecklenburg-Vorpommern noch vorwiegend betrieben wird, bleibt der Acker nach einer Herbstfurche über Winter brach liegen. Im Frühjahr wird ein sehr feines Saatbett hergestellt. Bereits nach wenigen Niederschlägen ist diese Bodenoberfläche stark verkrustet. Daher sind beim konventionellen Anbau erosionsvermindernde Maßnahmen notwendig.

3.5.3. Erosionsverminderung durch konservierende Bodenbearbeitung

Mulchsaatverfahren (siehe Pkt. 3.4.2.1)
 Bei Zuckerrüben hat sich die Saat in abgefrorene Zwischenfrüchte bewährt (Abb. 13). Am geeignetsten sind Phacelia und Senf. Die Zwischenfrüchte werden sorgfältig - wie die Hauptfrucht - bestellt und sollen sich zügig, den Boden bedeckend aber nicht zu üppig, entwickeln.



Abb. 3.13: Mulchsaat ohne Saatbettbereitung bei Zuckerrüben

Im Frühjahr ist in der Regel die Unkrautbekämpfung mit einem Spezialherbizid notwendig. Dieses Herbizid sollte nicht zusätzlich verabreicht werden, sondern die Herbizidstrategie ist mittelfristig zu überdenken und zu ändern. Die Zuckerrübensaat in den abgefrorenen Zwischenfruchtbestand ist mit inzwischen vielfach üblichen Sämaschinen mit speziellen Werkzeugen möglich.

3.6 Ergänzungen zum Bodenschutz im Maisanbau

3.6.1 Wassererosion auf Maisflächen

Silo- und Körnermais werden international als besonders erosionsfördernd angesehen (Abb. 3.14) und rangieren gleich nach der Schwarzbrache ohne Bodenbedeckung.

Da der Mais wegen der Kälteempfindlichkeit erst spät gedrillt wird und der Boden während der Pflanzenentwicklung lange Zeit nicht ausreichend bedeckt ist, ist das Risiko besonders hoch (Abb. 3.15).

Die weit auseinander stehenden Maisreihen erreichen bei voller Höhe keine gute Bodenbedeckung. Außerdem kann sich das Regenwasser an den Stengeln sammeln und abfließen oder von den oberen Blättern auf die Bodenoberfläche tropfen und so lokal

Relative Abtragseinstufung verschiedener Fruchtarten

Kleegras	Rotklee	Getreide	Zuckerrüben	Silomais	Schwarzbrache
0,01	0,02	0,1-0,2	0,3	0,5	0,9

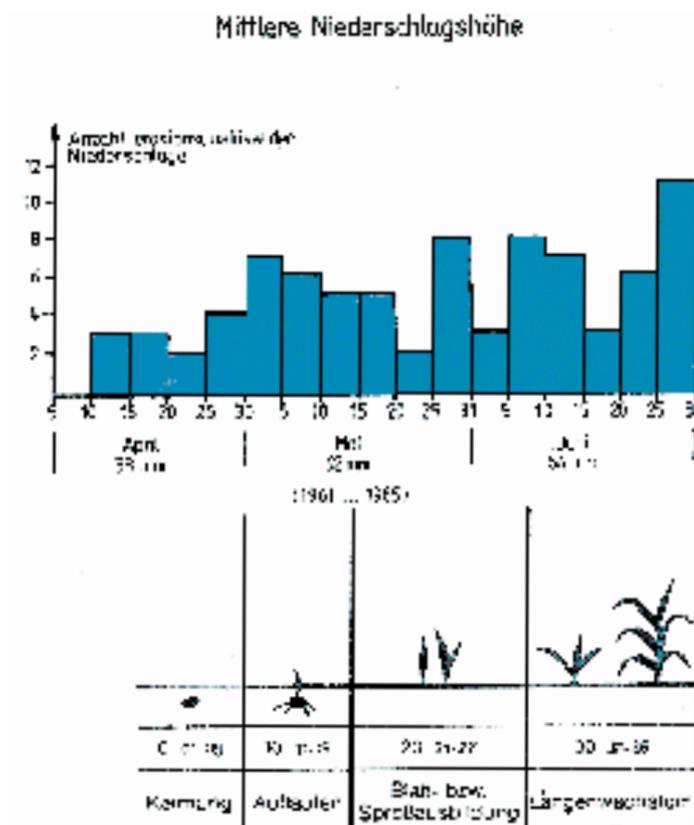


Abb. 3.14: Entwicklungsgeschwindigkeit und Wachstumsstadien des Maises sowie die Anzahl erosionsauslösender Niederschläge im Zeitraum April bis Juni

eine Wasseransammlung bewirken. Dazu kommt noch, daß Mais wegen seiner hohen Ertragsleistung und des Futterwertes oft auf Flächen angebaut wird, die wegen ihrer größeren Hangneigung nicht mehr für den Zuckerrübenanbau geeignet sind oder wo eine hohe Tierkonzentration dazu zwingt. In den vergangenen Jahren wurden bis 40 t Bodenabtrag vom Hektar Maisfläche pro Jahr gemessen. Darin enthalten waren Stickstoff-, Phosphor- und Spuren von Pflanzenschutzmitteln, die teilweise aus den Ackerflächen in die benachbarten Gewässer ausgetragen wurden und dort zur Belastung bzw. Eutrophierung führten.

Die Verminderung von Boden- und Nährstoffabtrag in Fruchtfolgen mit intensivem Maisanbau durch Veränderung in der Produktionstechnik ist daher dringend erforderlich.

3.6.2 Erosionsverminderung im konventionellen Anbau

1) Verkürzung erosiver Hanglängen

• Im Rahmen der Umstrukturierung der Landwirtschaft ist es zweckmäßig, Unterbrechungen sehr langer Hänge durch Feldwege und Wegraine quer zur Hangneigung dauerhaft zu gestalten und Abflußgräben anzulegen (Abb. 3.16a). Das ist besonders wichtig bei solchen Hängen, die mehr als 4 % Gefälle haben. Die geeigneten Schläge sollten nicht länger als 200 bis 300 m sein, bei Hangneigungen über 10 %



Abb. 3.15: Bodenabtrag durch Wassererosion auf einem Maisschlag

auch deutlich darunter.

• Bei langen, gleichmäßigen Hängen sollte ein Streifenanbau von Mais geprüft werden. Die manchmal anzutreffenden 1-2 m breiten Streifen sind allerdings kaum wirksam, da Bodenverlagerungen dadurch kaum gebremst werden. Erfolgreich kann ein streifenweiser Wechsel mit breiten (> 10-15 m) Streifen von Wintergetreide, mehrjährigem Futter oder

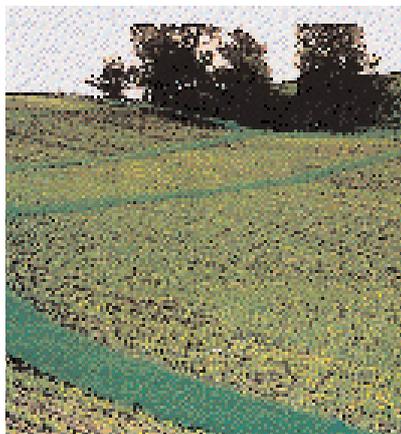
Sommergetreide sein (Abb. 3.16b).

• Die Einsaat von Getreideeinzelreihen (z. B. nach jeder 4. oder 8. Maisreihe oder in die Schlepperspuren) unmittelbar nach der Aussaat des Mais ist eine Notvariante, die bei nicht erfolgter Zwischenfruchtbestellung auf nicht zu stark gefährdeten Flächen Erosionsschutz bieten kann. Gut geeignet ist Wintergerste (Abb. 3.16c). Allerdings hat diese Maßnahme in Nordostdeutschland

Abb. 3.16a-c: Varianten der Hangverkürzung im Maisanbau



a



b



c

kaum Erfolg.

2) Erosionsvermindernde Bewirtschaftung

Dem Bodenabtrag geht immer ein Oberflächenabfluß voraus. Dieser entsteht, wenn das Niederschlagswasser nicht schnell genug in den Boden eindringen kann, weil dieser verschlämmt, verkrustet oder verdichtet ist. Daher sind alle Maßnahmen wichtig, die die Bodenoberfläche offen halten. Dazu zählen:

- Eine ausreichende Humusversorgung in Form von Ernterückständen, Wurzelmasse, Gründüngung, Wirtschaftsdüngern und Komposten - besonders vorteilhaft sind Strohdüngung und Zwischenfruchtanbau.
- Ein guter Kalkzustand wirkt der Verschlämmung entgegen und stabilisiert die Bodenaggregate.
- Bodenschonende Bearbeitung ist besonders auf die Vermeidung von Belastungen gerichtet, durch die der Boden zusammengepreßt und verdichtet wird. Durch die Belastung wird das Infiltrationsvermögen sehr stark reduziert und Niederschlagswasser sammelt sich bereits bei schwachen Regenfällen an. Bodenschonende Bearbeitung heißt Bearbeitung zum richtigen Zeitpunkt,

wenn der Boden eine hohe Tragfähigkeit hat. Weiterhin sollte die Erhaltung oder Schaffung einer rauen Bodenoberfläche, wie der Mais sie gut verträgt, und die Reduzierung von Fahrspuren auf dem Acker als vorgeprägte Abflußbahnen angestrebt werden.

3.6.3 Erosionsverminderung durch konservierende Bodenbearbeitung

Mulchsaatverfahren (siehe Pkt. 3.4.2.1.)

Nichts ist so wirksam wie die Erhöhung der Bodenbedeckung im gesamten Jahresverlauf und in den erosionsanfälligen Fruchtarten selbst. Mais sollte auf mäßig bis stark gefährdeten Standorten immer nach einer Zwischenfrucht angebaut werden. Räumt die Vorfrucht das Feld sehr spät, kann in der Regel Futterroggen noch ausreichend Blattmasse ausbilden, die den Boden über Winter bedeckt. Futterroggen als Winterzwischenfrucht bietet einen absolut sicheren Schutz in den Winter- und Frühjahrsmonaten. Allerdings sind vor der Maisbestellung (Mulchsaat)

eine Saatfurche oder die Abtötung der Pflanzen mit einem Spezialherbizid notwendig, um das Weiterwachsen des Futterroggens zu unterbrechen. Damit wird diese Variante nicht unbedingt zu empfehlen sein.

Für die Standorte Mecklenburg-Vorpommerns wird gegenwärtig in einigen Betrieben mit Erfolg Mulchsaat ohne Saatbettbereitung in abgefrorene Stoppelfrüchte erprobt (Abb. 3.17). Der große Erfolg dieses Verfahrens liegt darin, daß die Pflanzenreste, die bei der Maisbestellung auf der Bodenoberfläche erhalten bleiben, das Aufprallen der Regentropfen verhindern, das abfließende Wasser immer wieder zerteilen und damit seine Schleppkraft vermindern und durch die im Boden steckenden Stengelreste das Wasser schnell in tiefere Bodenschichten ableiten.

Abb. 3.17: Mulchsaat ohne Saatbettbereitung bei Mais



4 Schutz vor Bodenerosion bedeutet Gewässer- und Biotopschutz

4.1 Bodenschutz - Naturschutz - Gewässerschutz

Böden nehmen in der Umwelt eine Schlüsselstellung ein, d.h. sie sind ein zentraler Bestandteil der Landschaften. Böden stellen eine endliche Ressource dar, sind also nicht vermehrbar. Sie fungieren als Senke für einen großen Teil aller Schadstoffemissionen. Akute Probleme wie nutzungsbedingte Bodenerosion, Hochwassergefahr, Waldschäden, Grundwasserbelastung, Gewässereutrophierung, Biotopverluste sowie die schleichende Anreicherung mit toxischen Schadstoffen in Böden verlangen effektive Lösungen zur Erhaltung der Bodenfunktionalität und nachhaltigen Nutzbarkeit. Anderenfalls nehmen andere Teile des Ökosystems wie Wasser und Luft erheblichen Schaden.

Die Enquetekommission des Deutschen Bundestages hat einige Thesen zum Bodenschutz als Bestandteil des Umweltschutzes aufgestellt:

These 1:

Standortgerechte, nachhaltige und umweltschonende Bodennutzung führt zu einer Verminderung der Stoffbelastung von Nachbarsystemen durch die

- Reduktion von Entkopplungsprozessen in genutzten Ökosystemen oder im Betrieb,
- Synchronisation der Aufbau-, Umbau- und Abbauprozesse von lebender und toter Biomasse,
- Minimierung der Bodendegradation.

Daraus wird als Leitsatz abgeleitet: Erhaltung oder Wiederherstellung der Regelungsfunktion von Böden.

These 2:

Standortgerechte, nachhaltige und umweltschonende Bodennutzung führt zu einer Sicherung der Artenvielfalt (pflanzliche, tierische und

mikrobielle Organismen) und damit verbunden zu einer verbesserten Elastizität und Resilienz* durch die

- Vielfalt der Kulturen sowie ihrer räumlichen und zeitlichen Anordnung,
- Integration von Acker-, Vieh- und Holzwirtschaft,
- Einbeziehung von Ausgleichsflächen (Biotopdiversität),
- Einrichtung von Schutzzonen,
- schonende Art der Bodenbearbeitung,
- Reduktion der Anwendung von Agrochemikalien,
- Erhaltung der Bodenstruktur (Habitat).

Daraus wird als Leitsatz abgeleitet: Erhaltung oder Wiederherstellung der Lebensraumfunktion von Böden.

These 3:

Standortgerechte, nachhaltige und umweltschonende Bodennutzung führt zu einer Steigerung der Effizienz des Einsatzes der zur Produktion notwendigen Ressourcen durch die

- Reduzierung von Stoff- und Energieverlusten (Kreislaufwirtschaft),
- Reaktivierung bzw. Förderung der Selbstregulationsprozesse,
- Eliminierung bzw. Ausgleich von Stoffdefiziten (Melioration, Düngung),
- Maßnahmen zum Bodenschutz.

Daraus wird als Leitsatz abgeleitet: Langfristige Erhaltung (Nachhaltigkeitsprinzip) oder Wiederherstellung der Produktionsfunktion von Böden unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer, sozialer und kultureller Gegebenheiten.

These 4:

Standortgerechte, nachhaltige und umweltschonende Bodennutzung

führt zu effizienter Landnutzung und stabilen ländlichen Gesellschaften durch die

- nachhaltige Produktion qualitativ hochwertiger Nahrungsmittel,
- Sicherung eines angemessenen Einkommens der ländlichen Bevölkerung,
- Erhaltung ländlicher Kulturlandschaften,
- Bewahrung des kulturellen Erbes.

Daraus wird als Leitsatz abgeleitet: Erhaltung oder Wiederherstellung der Kulturfunktion von Böden.

Zur Realisierung dieser Leitsätze sind **Umweltziele, Umweltqualitätsziele und Umwelthandlungsziele** für die Schwerpunkte Bodenschutz, Naturschutz und Gewässerschutz gemeinsam festzulegen und daraus abgeleitet ein Komplex von mittel- und langfristigen Maßnahmen zu entwickeln und abzustimmen.



Zur Erklärung:

Umweltziele sind übergreifende Ziele für einen umweltpolitischen Problem- bereich oder für ein Umweltmedium,

* Kapazität eines Ökosystems, sich von Streßwirkungen zu erholen; ** Schadstoffablagerungen

die aus den grundlegenden Regeln unmittelbar abgeleitet werden. Umweltziele sollen sich am Leitbild einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung orientieren. Ein Umweltziel kann durch eines oder mehrere Umweltqualitätsziele konkretisiert werden.

Als übergreifende Umweltziele für den Problembereich Boden wurden formuliert:

„Die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Funktionen der Böden“

„Der sorgsame Umgang mit Böden als endlichen Ressourcen“

Umweltqualitätsziele beschreiben, ausgehend von einem identifizierten ökologischen Problembereich [langfristig] angestrebte, am Leitbild der nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung und am Nachhaltigkeitsziel der Erhaltung der Funktionsfähigkeit des natürlichen Realkapitals orientierte Zustände oder Eigenschaften (= Sollwerte) der Umwelt bezogen auf Systeme, Medien oder Objekte.

Sie streben eine Erhaltung oder Veränderung konkreter Eigenschaften oder Zustände auf globaler, regionaler oder lokaler Ebene an z.B.:

„Vermeidung von Bodenqualitätsminderung durch Bodenerosion“

Umwelthandlungsziele geben die Schritte an, die notwendig sind, um die in Umweltqualitätszielen beschriebenen Zustände oder Eigenschaften der Umwelt zu erreichen. Dazu bedarf es der Formulierung quantifizierter und meßbarer oder anderweitig überprüfbarer Ziele, die sich an verschiedenen Belastungsfaktoren orientieren und Vorgaben für notwendige Entlastungen (Belastungsminderung) enthalten. Bei der Formulierung der dazugehörigen Zeitvorgaben sind die sozialen und ökonomischen Rahmenbedingungen und Wirkungen zu beachten.

In Tabelle 4.1 sind die Umweltqualitäts- und Umwelthandlungsziele für den Schutz vor Bodenerosion und vor damit in Zusammenhang stehender Bodenverdichtung aufgeführt.

Indikatoren geben den angestrebten Qualitätsbereich bzw. zu vermeidende Veränderungen an. Indikatoren können Zahlenwerte, wie z. B. Grenzwerte (critical load concept), enthalten. Sie können auch beschreibend sein, wenn sie z. B. die Gefährdung von Pflanzen- und Tierarten nach Gefährdungsklassen der Roten Liste oder schutzwürdige Biotope nach § 20 c BNatSchG angeben.

Vor dem Hintergrund des Umweltzieles einer nachhaltig stabilen Landschaft werden gegenwärtig in der agrarumweltpolitischen Diskussion folgende alternative Strategien der Bodennutzung vertreten:

- „flächendeckende Extensivierung“ oder
- „standortangepaßte Flächennutzung“

Voraussetzung für eine umweltgerechte Landbewirtschaftung ist die Verbesserung der Landschafts- und Kulturpflegeleistung einschließlich der Entwicklung von Kriterien für die Erbringung dieser Leistungen

Tab. 4.1: Umweltqualitäts- und Umwelthandlungsziele

Umweltqualitätsziele	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schutz des Bodens und der Gewässer / Atmosphäre vor nutzungsbedingten Stoffverlagerungen durch Wasser- oder Winderosion 2. Schutz des Bodens vor nutzungsbedingten Schadverdichtungen, weil erosionsfördernd
Umwelthandlungsziele	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Regionsspezifische Ermittlung der potentiellen Gefährdung und aktuellen Risiken der Wasser- und Winderosion für die Funktionen der Böden 1.2. Regionsspezifische Ermittlung der potentiellen Gefährdung und aktuellen Risiken wassererosionsbedingter Stoffeinträge in Gewässer 1.3. Regionsspezifische Ermittlung der potentiellen Gefährdung und aktuellen Risiken der Winderosion für die Funktionen der Böden 1.4. Regionsspezifische Ermittlung der potentiellen Gefährdung und der aktuellen Risiken winderosionsbedingter Stoffeinträge in die bodennahe Atmosphäre und Eintrag in benachbarte und entfernte Flächen und Gewässer 1.5. Empfehlung und Kontrolle adäquater und daher akzeptabler Landnutzungskonzepte einschl. geeigneter Gestaltung zur Verminderung der Bodenerosion 2.1. Regionsspezifische Ermittlung der potentiellen Verdichtungsgefährdung 2.2. Landnutzungsspezifische Bewertung der notwendigen und vermeidbaren Lasteneinträge auf die Böden 2.3. Reduzierung der Lasteneinträge durch Begrenzung der Radlasten auf eine Obergrenze von 3-4 t je Rad 2.4. Reduzierung der Überrollhäufigkeiten durch Begrenzung der Schlaglängen zur Vermeidung von Last- und Leerfahrten von Transportfahrzeugen und Bunkererntemaschinen

Aufgrund seiner eiszeitlichen Entstehung verfügt das Land über eine seen- und biotopreiche Landschaft (Abb. 4.2). Besonders schützenswert sind viele Binnengewässer, Sölle,

Feuchtbiotope und die Mooregebiete (Nieder- und Hochmoore). Da eine nachhaltige ökonomisch und ökologisch verträgliche Landnutzung angestrebt werden sollte, ergibt sich

die Notwendigkeit, bestimmte Schutzzonen und Filterbereiche anzulegen, um Gewässerbelastungen weitestgehend auszuschalten (Abb. 4.3 und 4.4).

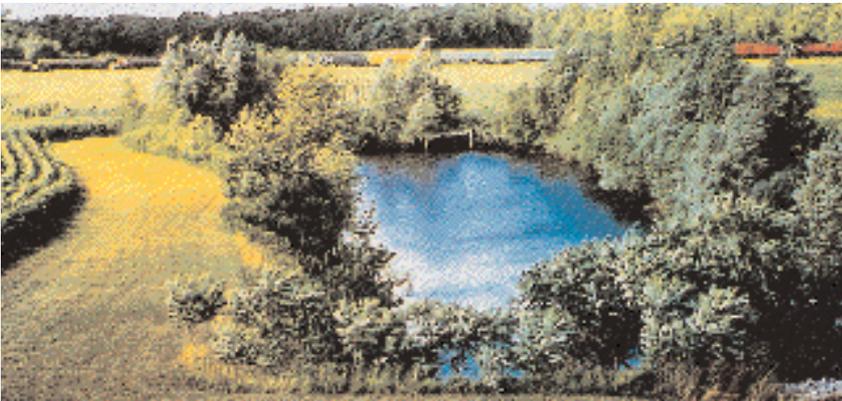
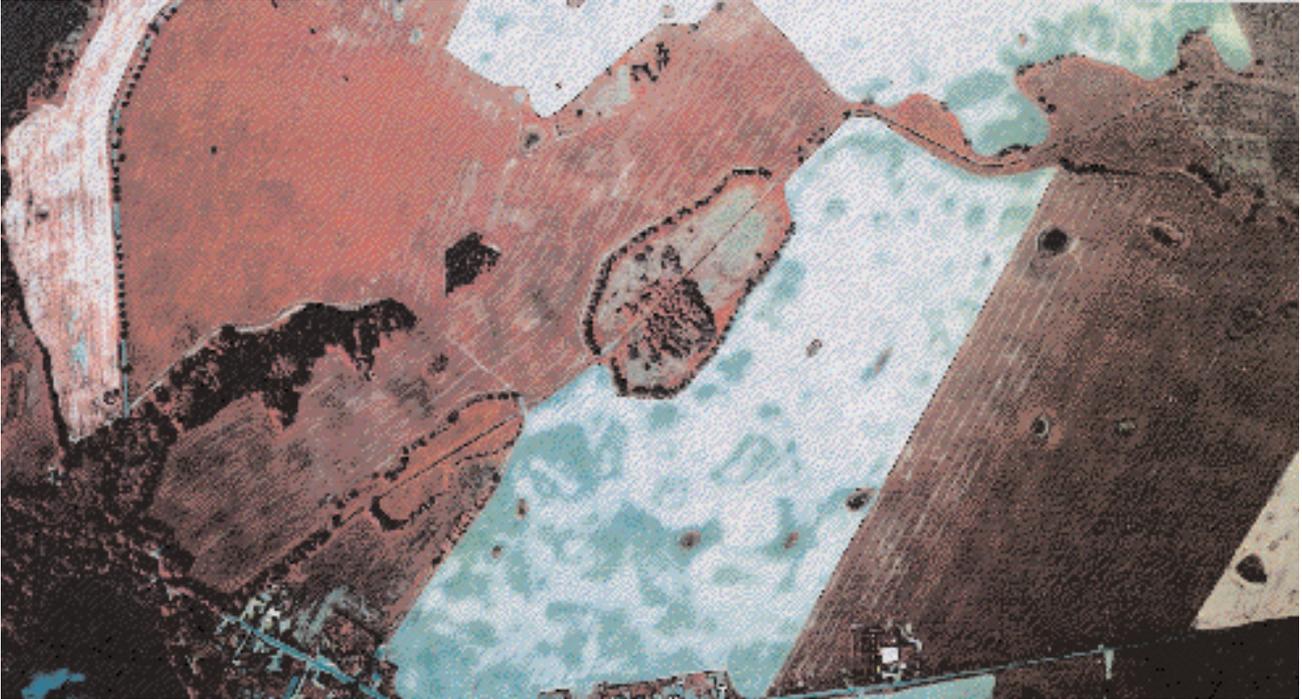


Abb. 4.2: Strukturierte Landschaft mit schützenswerten Biotopen

Abb. 4.3: Schutz eines Solls durch Anlegen von Filterzonen aus gemähten Grasstreifen, Bäumen und Sträuchern



Abb. 4.4: Gewässerrandstreifen zum Schutz des Fließgewässers

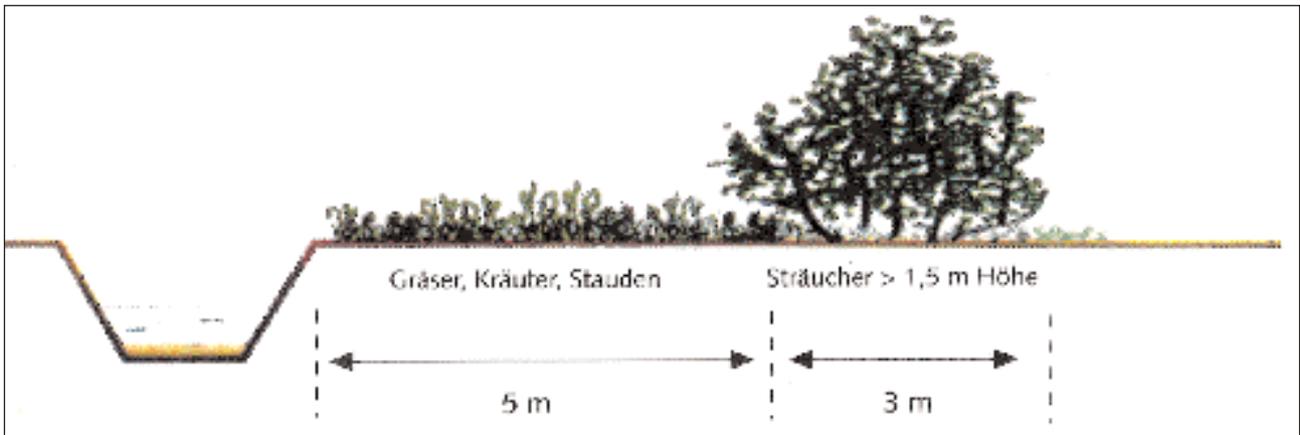


Abb. 4.5: Empfehlung für die Gestaltung von Filterstreifen für Ackerflächen

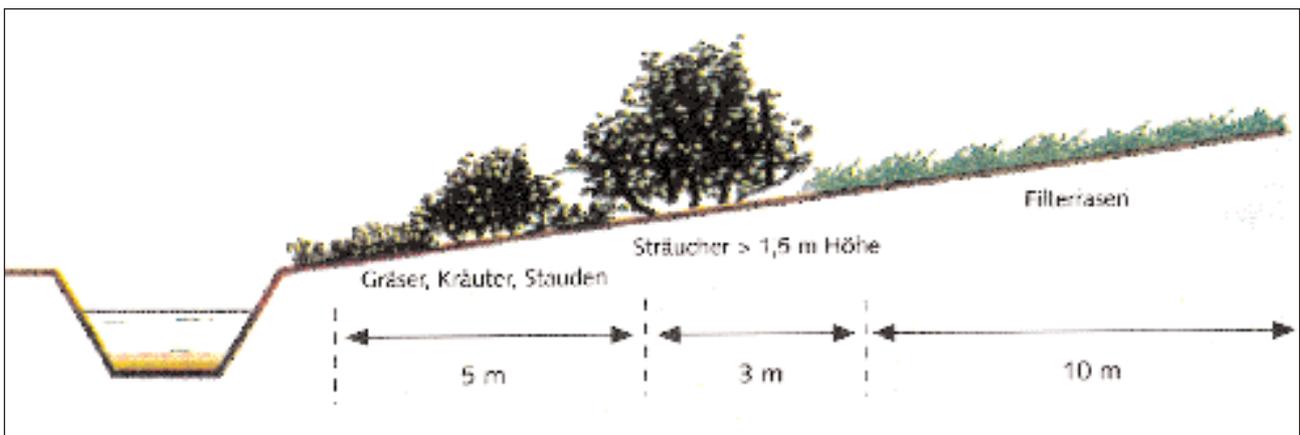


Abb. 4.6: Empfehlung für die Gestaltung von Filterstreifen für geneigte Ackerflächen

Diese Filterbereiche können eine Reihe von Funktionen erfüllen:

für die Biotope

- Distanzfunktionen
- Windschutzwirkungen
- Uferschutz
- Beschattung
- Habitatfunktion
- Einfluß auf Strömungsdynamik und Selbstreinigung
- Sedimentretention*
- Nährstoffretention**

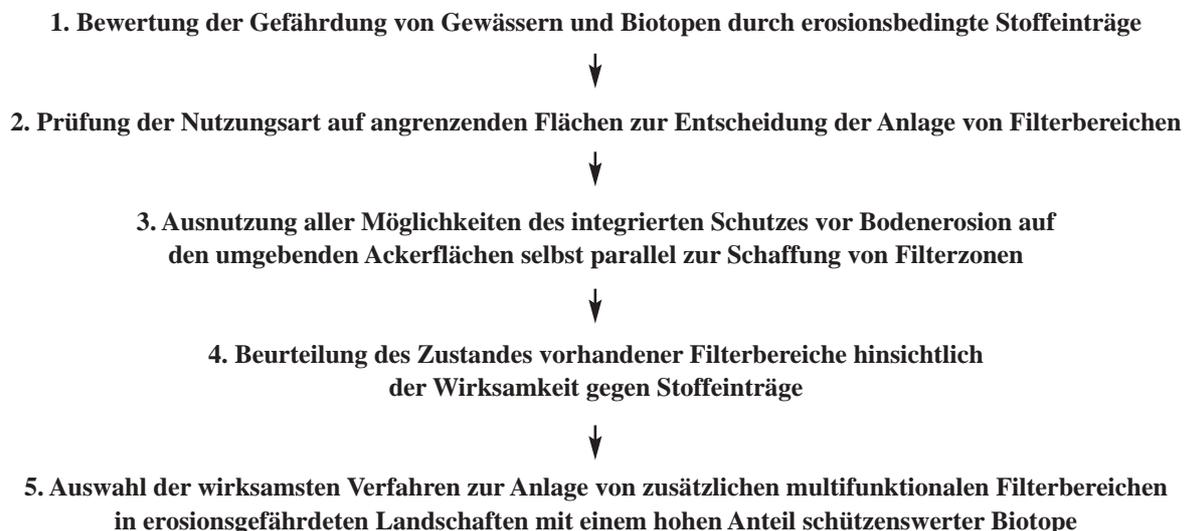
für die angrenzenden Agrarflächen

- Biotopfunktion für Flora und Fauna
 - Unterstützung der Biotopvernetzung
 - Verringerung der Stoffverluste infolge erosionsbedingter Stoffausträge
 - Einfluß auf das Mikroklima und landschaftsästhetische Aspekte
- Die Abbildungen 4.5 und 4.6 zeigen Beispiele für den Aufbau von Gewässerrandstreifen, die bei Anpassung an

die naturräumlichen Gegebenheiten eine Vielzahl der genannten Funktionen erfüllen können.

* Zurückhalten von Ablagerungen; ** Zurückhalten von Nährstoffen

Als Entscheidungshilfe zur Anlage von Filterbereichen um sensible Gewässer oder Biotope in erosionsgefährdeten Landschaften wird folgende Schrittfolge empfohlen:



1. Schritt:

Bewertung der Gefährdung durch erosionsbedingte Stoffeinträge

Im 1. Schritt soll geklärt werden, inwieweit die morphologischen Verhältnisse des unmittelbaren Einzugsgebietes auf eine Wassererosionsgefährdung hinweisen. Hierzu können die in Kapitel 5 dargestellten Methoden zur Ermittlung der potentiellen Wassererosionsgefährdung sowie eine Schadenskartierung herangezogen werden. Nach Einschätzung der Topologie der angrenzenden Nutzfläche und Aufnahme sichtbarer Schäden können entsprechend des Gefährdungspotentials verschiedene, in Tabelle 4.2 dargestellte, Maßnahmen eingeleitet werden.

Tab. 4.2: Bewertung der erosionsbedingten Eintragsgefährdung in Biotope und Ableitung potentieller Schutzmaßnahmen

Gefährdungsbewertung	Entscheidungsvorschlag
potentielle Gefährdung sehr hoch	detaillierte, parzellenscharfe Beurteilung, Nutzungsänderung Hang
potentielle Gefährdung mittel	detaillierte, parzellenscharfe Beurteilung, Neuanlage Randstreifen mit dichtem Grasunterwuchs
Eintrag wahrscheinlich	genaue Beurteilung des Uferstreifens, dann Entscheidung
Eintrag ist erfolgt	Randstreifen anlegen von 15 bis 20 m Breite mit dichtem Grasunterwuchs
mäßiger flächiger Eintrag	genaue Beurteilung des Uferstreifens, evtl. wiederholte Kartierung, Entscheidung
sehr massiver örtlicher Eintrag	Nutzungsänderung im gesamten „Thalwegbereich“ durch Ausweitung der Randstreifen und Bestellung mit dicht wachsendem Gras oder Umstellung des Ackerbaues

2. Schritt:

Prüfung der Nutzungsart auf angrenzenden Flächen zur Entscheidung der Anlage von Filterbereichen

Die Bildung von Oberflächenabfluß sowie von Bodenabtrag werden wesentlich von der Landnutzung geprägt. Folgende Reihung der verschiedenen Nutzungsformen kann hinsichtlich der Gefährdung und der Notwendigkeit von zusätzlich breiten und filternden Gewässerrandstreifen zur Verminderung erosionsbedingter Stoffeinträge in ein Gewässer vorgenommen werden (Tab. 4.3):

Tab. 4.3: Nutzungsbedingte Erosionsgefährdung und mögliche Schutzmaßnahmen für die Gewässer

Nutzungsart	Gefährdung	integrierter Schutz möglich?	Neuanlage von breiten Filterstreifen notwendig?
Wald	gering	entfällt	nein
Dauerbrache, Sukzession	gering	entfällt	nein
intensive Grünlandnutzung	gering	Überweidung vermeiden	nein
intensiver Ackerbau	hoch	ja	nach weiterer Prüfung ja
dar. Schwarzbrache/ Sommerkulturen	sehr hoch	Bodenbedeckung schaffen	nein
dar. Winterweizen	teilweise hoch	Spuren vermeiden, Aussaatzeit beachten	erst Bewirtschaftung ändern
dar. Zuckerrüben, Mais, Kartoffeln, Sonnenblumen	sehr hoch	ja, bis zu einem gewissen Grad durch Mulchsaat	ja, nach Ausnutzung ackerbaulicher Reduzierungsmaßnahmen
extensiver Ackerbau	mäßig, gering	ja	selten
dar. mehrj. Futterpflanzen	gering	Umbruchzeiten beachten	nein
dar. Rotationsbrache	mäßig	Ansaat notwendig, z.B. Untersaat, Umbruchzeiten beachten	nein
Sonderkulturen	hoch	kaum möglich	ja

3. Schritt:

Ausnutzung aller Möglichkeiten des integrierten Schutzes vor Bodenerosion auf den umgebenden Ackerflächen selbst parallel zur Schaffung von Filterzonen

Für alle in Tabelle 4.2 genannten Fruchtarten sind Verfahren vorhanden, die zu einer Verbesserung der Bedeckungssituation führen (Tab. 4.4).

Tab. 4.4: Acker- und pflanzenbauliche Möglichkeiten zum Schutz vor Wassererosion

Ackerland	Schäden kartiert?	Möglichkeiten des Schutzes
Schwarzbrache	ja	Anbauablauf oder Bodenbearbeitung ändern, Bodenbedeckung durch Rückstände erhalten
Brache mit Pflanzenrückständen	ja	Nutzung ändern, Umwidmung
Mais / Zuckerrüben / Kartoffeln	ja	Mulchsaat, andererseits Anbau vermeiden
Wintergetreide, Winterraps	ja	Intensität ändern, Spuren reduzieren
Sommergetreide, Sonnenblumen, Leguminosen	ja	Anbau ändern, Hanglänge reduzieren, Spuren vermeiden
Feldfutter, Klee gras, Luzerne	ja	Nutzung ändern, Umwidmung
Sonderkulturen	ja	Nutzung auf Teilflächen ändern oder breite Randstreifen über 20 m anlegen.

Aus der Sicht des Erosionsschutzes kann eine Neuanlage oder Verbreiterung von Gewässerrandstreifen mit hoher Filterfunktion zum Schutz der Gewässer erst nach Ausnutzung der in Tabelle 4.3 beschriebenen acker- und pflanzenbaulichen Möglichkeiten empfohlen werden. Da ein wirksamer Erosionsschutz auf der Fläche beginnen muß, ist diesem stets der Vorrang zu geben gegenüber einem neuen Randstreifenkonzept, wenn nicht Naturschutzziele im Vordergrund stehen.

4. Schritt:

Beurteilung des Zustandes vorhandener Filterbereiche hinsichtlich der Wirksamkeit gegen Stoffeinträge

Bei Vorhandensein eines Randstreifens wird durch eine Begehung vor Ort das vorhandene Potential funktional wirksamer Vegetation an den Gewässerabschnitten eingeschätzt (s. Kapitel 5). In der folgenden Tabelle 4.5 ist die prinzipielle Wirksamkeit der Randstreifenvegetation gegen Wasser- und Winderosion aufgeführt.

Tab. 4.5: Vegetationsformen an Gewässerrandstreifen und ihre Filterwirkung gegen Wasser- und Winderosion

Art der Filterstreifenvegetation	wirksam gegen Wassererosionseintrag*	wirksam gegen Winderosionseintrag**
Ackernutzung reicht an Gewässer?	nein	nein
Flächen mit Mahdnutzung	gut	nein
Stauden ,Hochstauden, Laubgebüsche < 1,5m Höhe	mäßig	gering
Laubgebüsche >1,5m Höhe mit Unterwuchs	nein gut	mäßig mäßig
Gehölze	nein	nein-mäßig
vereinzelt	nein	nein
mehrzeilig	nein	gut
mit Unterwuchs	gut	gut
Unterwuchs (Gräser, Stauden) mit winterharten, dichtem Grasbestand	mäßig gut	nein nein
Wege oder Fahrspuren	nein	nein
mit funktionsfähigen Straßengräben	gut	nein
mit mehrzeiligen Randbepflanzungen	nein	ja

* Der Einschätzung liegt eine Bodenbedeckung mit mehr als 2 t je ha Trockenmasse zugrunde.

** Die Einschätzung ist abgeleitet aus den Anforderungen an Flurgehölze hinsichtlich ihrer windvermindernden Wirkung (FRIELINGHAUS et al., 1994)

5. Schritt:

Auswahl der wirksamsten Verfahren zur Anlage von multifunktionalen Filterbereichen in erosionsgefährdeten Landschaften mit einem hohen Anteil schützenswerter Biotope

Die nachfolgende Übersicht (Tab. 4.6) stellt eine wichtige Entscheidungshilfe für die Auswahl der effektivsten, gegen Stoffeinträge wirksamen Gestaltung von Filterbereichen dar. Natürlich müssen alle Naturschutz- und Gewässerschutzziele sowie standörtliche Entscheidungen in die mittelfristigen Planungen aufgenommen werden.

Tab. 4.6: Gestaltung von Gewässerrandstreifen und die von ihnen potentiell erfüllbaren Funktionen (RADERSCHALL, 1997)

Funktionen	Ungelenkte Sukzession	Wiese, Böschungsrasen	Gräser, Kräuter, Stauden	Sträucher >1,5 m Höhe	Gehölze + Unterwuchs	Lückenlose mehrreihige Gehölze	Makrophyten	Extensiv genutztes Grünland	Faschinen, Quersperren
Typische Breite [m]	5	10	5	5	10	20	1	30	1
Schutz gegen Direkteinträge	x	-	-	xx	xx	xx	-	-	-
Windschutz	x	-	x	x	xx	xx	x	-	-
Uferschutz	x	x	x	-	xx	xx	x	-	xx
Beschattung	-	-	-	x	xx	xx	x	-	-
Habitatbildung	xx	-	x	x	xx	xx	xx	x	-
Biotopvernetzung	xx	-	x	x	xx	xx	x	x	-
Sedimentretention	xx	xx	xx	x	xx	xx	-	xx	xx
Nährstoffretention	x	xx	x	-	x	xx	-	xx	-
Selbstreinigung des Gewässers	-	-	-	-	-	-	xx	-	-
Landschaftsästhetik	x	-	x	x	xx	x	xx	xx	-

- = ungenügende Wirksamkeit

x = mittlere Wirksamkeit

xx = hohe Wirksamkeit

5 Planungshilfen für Bodenschutzkonzepte - Wassererosion

5.1 Grundlagen für die Planung von Boden- und Gewässerschutzkonzepten

In agrarstrukturellen Vorplanungen und Umweltschutzkonzepten sollte der Schutz vor Bodenerosion fester Bestandteil sein, weil es ausreichend Verfahren und Möglichkeiten gibt, ihn bei entsprechender Landnutzung und Landschaftsstrukturierung unter mitteleuropäischen

Bedingungen zu realisieren. Für die agrarstrukturellen Konzepte ist ein konformes Vorgehen, das die Ziele des Boden-, Landschafts-, Natur- und Gewässerschutzes integriert und ökologische sowie ökonomische Lösungen für die Landnutzung anbietet, gegenüber Einzel-

lösungen unbedingt zu bevorzugen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, lang-, mittel- und kurzfristige Konzepte anzubieten und zu planen. Für alle Regionen werden Landschaftsleitbilder erstellt, in denen Schutzziele ein wesentlicher Bestandteil sind (Abb. 5.1).

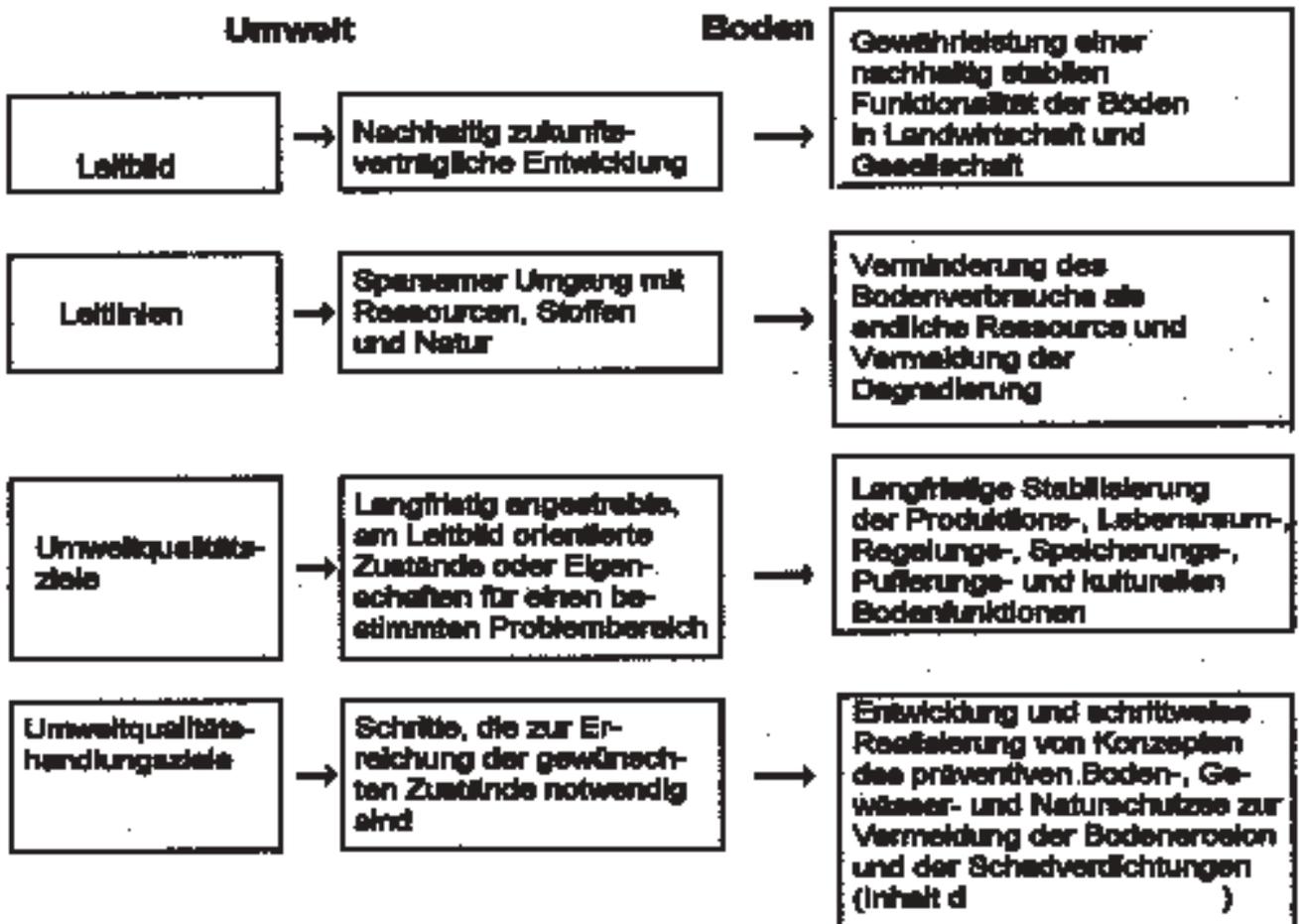


Abb. 5.1: Schema zur Entwicklung von Bodenqualitäts- und -handlungszielen

5.2 Begründung für die erosionsvermindernden Schutzstrategien im Peeneinzugsgebiet



Die potentielle und aktuelle Erosionsgefährdung konzentriert sich im Land Mecklenburg-Vorpommern auf vorwiegend agrarisch genutzte Gebiete. Eine intensive, nicht immer standortangepasste ackerbauliche Nutzung aller verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzflächen im Jungmoränengebiet der ehemaligen DDR hat dort, wo Hängigkeit und oftmals Erosionsgefährdung in Gewässereinzugsgebieten vorlag, zu einer Zunahme von Erosionsschäden (flächeninterne Schäden) auf den Flächen selbst (Abb. 5.2) und in benachbarten Vorflutern und Gewässern (flächenexterne Schäden) geführt. Besonders Stickstoff- und Phosphorverbindungen werden mit dem oberflächlich abfließenden Wasser und dem darin transportierten Sediment verlagert. Daraus resultiert oftmals die starke Eutrophierung der Peene und ihrer Nebenflüsse.

Abb. 5.2: Erosionsschäden auf einem Schlag im Einzugsgebiet der Kittendorfer Peene

Umweltqualitätsziel:

Schutz des Peenetalmoores

Die Peenetalmoore erfüllen alle Voraussetzungen, die an ein schützenswertes Moorgebiet von internationaler Bedeutung (Größe, Natürlichkeit, Diversität, Komplexität usw.) zu stellen sind. Die grundsätzliche Zielstellung für den Moorschutz besteht darin, 1. die relativ guten Bestandteile des Peenetales zu erhalten und 2. Moore für eine langfristig einzuleitende Renaturierung und Regeneration vorzubereiten, um die durch intensive Nutzung und Entwässerung stark geschädigten Moorfunktionen wieder zu aktivieren (vor allem die Wiedererlangung des optimalen Wasserspei-

chervermögens, Verhinderung bis zu weitgehender Einschränkung der Torfmineralisation, Wiederetablierung artenreicher botanischer Feuchtwiesengesellschaften und der jeweiligen faunistischen Lebensgemeinschaften).

Die damit für den Naturraum Peenetal gesetzten Ziele sind nur erreichbar, wenn Landwirtschaft und Forstwirtschaft, Fischerei u.a. menschliche Lebensbereiche sich auf die Schutzziele einstellen und diese befolgen. Parallel zur Einleitung gewässerinterner Sanierungsmaßnahmen muß ein wirksamer Boden- und Gewässerschutz erfolgen, wodurch weitere Stoffeinträge in die Peene vermieden

werden. Dazu ist eine standortspezifische Bewertung und Ausgrenzung der Gefährdungspotentiale wichtig.

Am Einzugsgebiet der Kittendorfer Peene sollen beispielhaft die für die Erarbeitung von Boden- und Gewässerschutzkonzepten notwendigen **Algorithmen** zur Abschätzung der potentiellen und der aktuellen Wassererosionsgefährdung sowie der tatsächlichen Stoffeintragsformen und -pfade erläutert werden. Gleichzeitig werden die **Ergebnisse** des jeweiligen Bewertungsschrittes dargestellt. Anschließend können daraus abgeleitete **Schutzkonzepte** als Entscheidungshilfen für eine erosionsvermindernde Landnutzung dienen.

5.3 Vorhandene Planungsunterlagen für die Erarbeitung von bodenschützenden Flurgestaltungskonzeptionen

Folgende Karten sind für Planungen vorhanden:

Topographische Karten*	1: 25.000 und 1:10.000
Bodenschätzungskarten**	1: 25.000 und 1:10.000
Hangneigungskarten**	1:10.000 (schrittweise durch digitale Höhenmodelle ersetzen)
Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung**	1:100.000
Geologische Karten**	1: 200.000 und 1:25.000
Luftbildaufnahmen*	1:10.000 (Archiv, auf Anforderung entzerrt und mit gewünschtem Maßstab)
Luftbildaufnahmen**	1:10.000 (aktuelle Befliegung zur Biotopkartierung 1991)
Biotop- und Nutzungstypenkartierung**	1:10.000
Grundlagenkarte Landwirtschaft***	1:10.000 (nicht flächendeckend erhältlich)
Archivkarten von 1826 bis 1934	(nicht flächendeckend vorhanden)
Geografische Informationssysteme des Landes Mecklenburg-Vorpommern*/**	Digitalisierte Karten

* Landesvermessungsamt Mecklenburg-Vorpommern
Lübecker Straße 289
19059 Schwerin

** Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
Goldberger Straße 12
18273 Güstrow

*** Betriebe, Landwirtschaftsämter

5.4 Schrittfolgen zur Entwicklung von Schutzkonzepten für das Peene-einzugsgebiet

Die Ermittlung erosionsbedingter diffuser Stoffausträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen erfolgt nach dem in Abbildung 5.3 dargestellten Algorithmus.

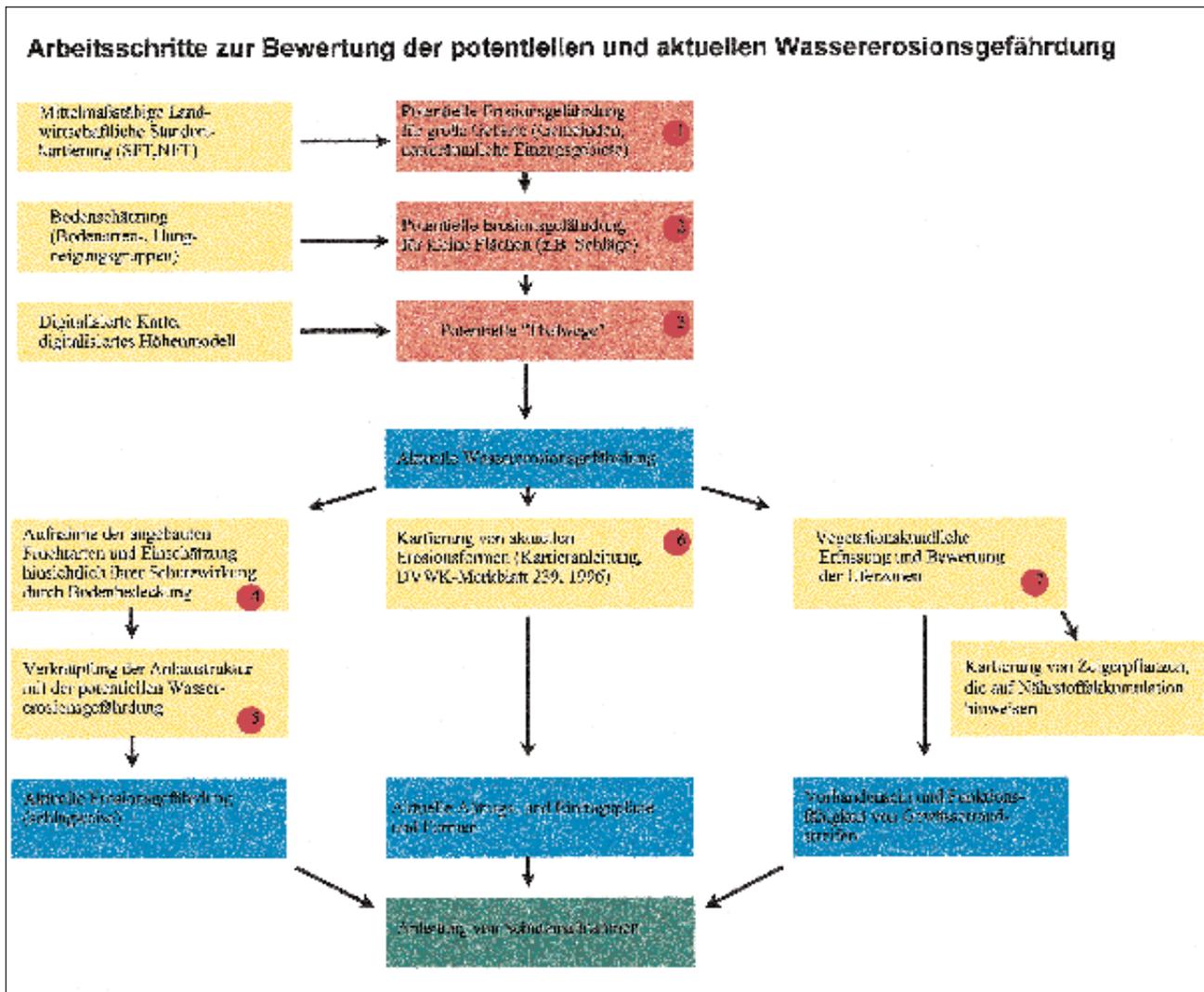


Abb. 5.3: Arbeitsschritte zur Bewertung der potentiellen und aktuellen Wassererosionsgefährdung zur Ableitung von Schutzkonzepten

5.4.1 Methode zur Bestimmung der potentiellen Wassererosionsgefährdung auf der Basis der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung ①

Unter Nutzung der Algorithmen der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (LIEBEROTH et al., 1983) können nach Modifizierung aus Substrat- (SFT)

und Neigungsflächentyp (NFT) die Wassererosionsgefährdung der Standorte abgeleitet werden. Durch die konkrete flächenmäßige Verknüpfung von SFT und NFT werden 5 Gefährdungsklassen zur Beurteilung herangezogen (Tab. 5.1).

Um im 2. Schritt die Erosionsgefährdung für größere Einheiten zu aggregieren, kann mit Hilfe eines Indexes zum Vergleich von Gebieten oder

Flächen nach einer Methodik von THIÈRE et al. (1991) die potentielle Wassererosionsgefährdung für die Mecklenburg-Vorpommern ermittelt werden.

Im Ergebnis wurde die Erosionsgefährdung in ha und % der LN für Mecklenburg-Vorpommern bestimmt (Abb. 2.24). Für das Kleineinzugsgebiet der Kittendorfer Peene ist das Ergebnis in Abbildung 5.4 auf Gemeindebasis dargestellt.

Tab. 5.1: Bestimmung der potentiellen Wassererosionsgefährdung für Flächentypen und Bodenarten der Jungmoränenstandorte auf der Basis der MMK

Substrat- flächentyp		Neigungsflächentyp						
		01	03	05	07	09	11	13
Bodensubstrat mit Angabe der Korngrößen < 0,0063 mm	Schlüssel- nummer nach MMK	eben	flach	flach mit mäßig geneigten Anteilen	flach mit stark geneigten Anteilen	mäßig geneigt mit stark geneigten Anteilen	stark geneigt	sehr stark geneigt
Ton; > 38%	18, 19	1	1	1	2	2	3	4
Sand; ≤ 7 %	1, 2, 28, 33, 36, 39, 42, 43, 92, 94	1	1	2	2	3	4	5
Lehm- u. Schlufflehm; > 25...≤ 38 %	11, 14..17, 20	1	2	3	3	4	4	5
lehmige Sande u. sandige Lehme; > 7...≤ 25 %	3..10, 12, 13, 21..27 44	1	2	3	4	4	5	5

- 1 sehr geringe Gefährdung 4 starke Gefährdung
 2 geringe Gefährdung 5 sehr starke Gefährdung
 3 mäßige Gefährdung

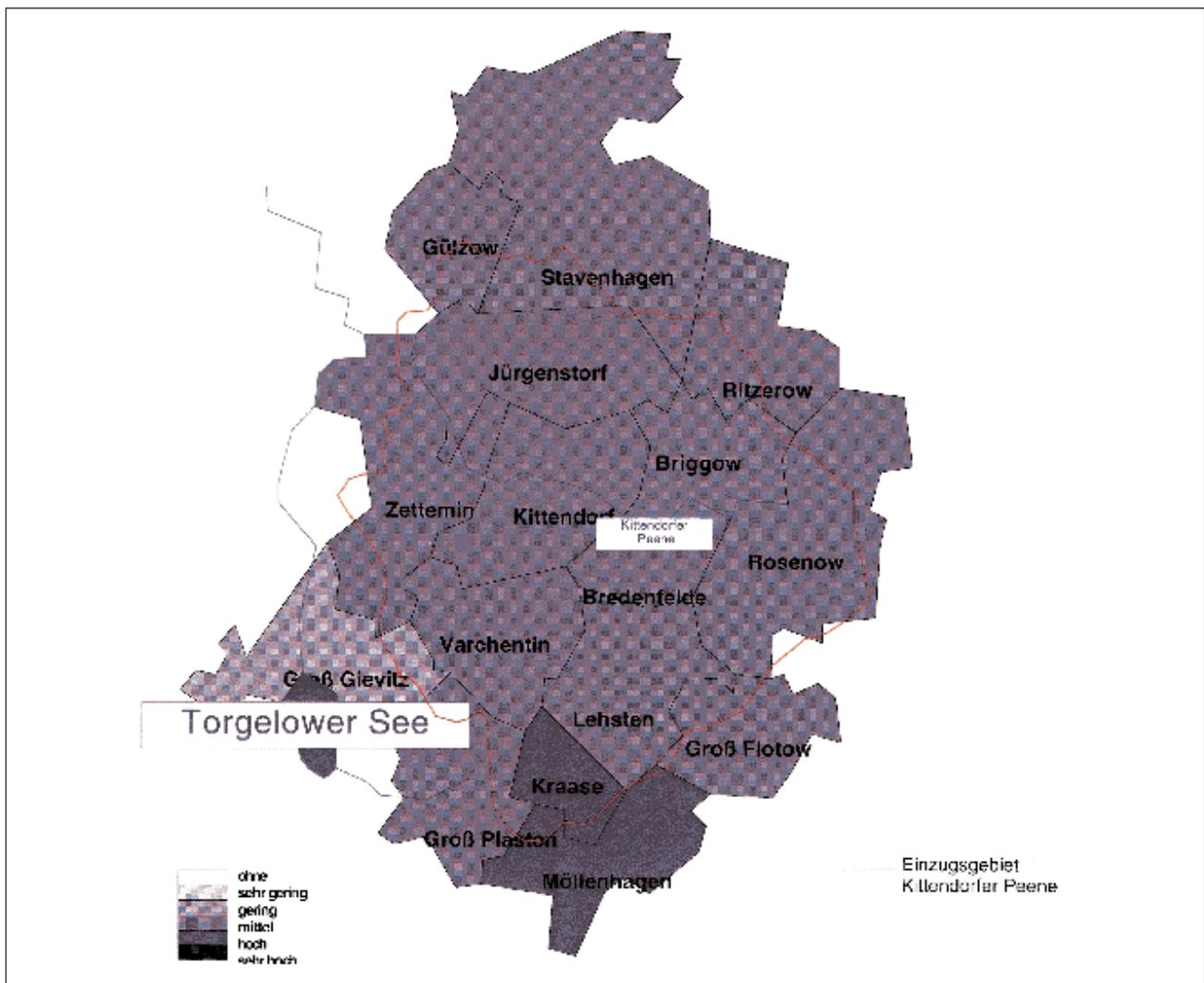


Abb. 5.4: Potentielle Wassererosionsgefährdung im Kleineinzugsgebiet der Kittenborfer Peene

5.4.2 Methode zur parzellenscharfen Bestimmung der potentiellen Wassererosionsgefährdung ②

Die potentielle Gefährdungsabschätzung einzelner Ackerflächen ist notwendig, um beispielsweise daraus Schlüsse für die Einleitung ackerbaulicher Maßnahmen oder Teilflächenumwidmung o.ä. zu ziehen. Die Bestimmung erfolgt aus der Verknüpfung der Bodenartengruppen der Bodenschätzungskarten mit den Hangneigungsgruppen der Hangnei-

gungskarten nach FLEGEL. Folgende Vorgehensweise wird gewählt:

1. Schlagweise Einschätzung der Anteile an den Bodenarten und Ableitung der vorherrschenden Bodenart für den Schlag
2. Schlagweise Einschätzung der prozentualen Anteile der Hangneigungsgruppen für den einzelnen Schlag
3. Verknüpfung der Bodenartenkarten mit der Karte der Hangneigungsgruppen entsprechend der Matrix zur Bestimmung der potentiellen

Wassererosionsgefährdung auf der Basis der Bodenschätzung (Tab. 5.2, Abb. 5.5)

Die Verwendung der Hangneigungskarten nach FLEGEL ist wegen ihrer Ungenauigkeit nur solange zu nutzen, bis die genaueren topographischen Karten digitalisiert vorliegen und dann Hangneigungsgruppen abgeleitet werden können. In Zukunft können die Informationen aus den Fachinformationssystemen Boden entnommen werden.

Tab. 5.2: Matrix zur Bestimmung der potentiellen Wassererosionsgefährdung auf der Basis der Bodenschätzung

		Hangneigungsgruppen						
Bodensubstrat mit Angabe der Korngrößen < 0,0063 mm	Bodenartengruppen	0 < 4 % < 2 °	1 4...9 % 2...5 °	2 9...11 % 5...6 °	3 11...14 % 6...8 °	4 14...18 % 8...10 °	5 18...23 % 10...13 °	>=6 >23 % >13 °
Ton; > 38 %	Ton (uT, sT, IT, T)	0	1	1	2	2	3	4
Sand; ≤ 7 %	Sand (S)	0	1	2	2	3	4	5
Lehm- u. Schlufflehm; > 25...≤ 38 %	Sandiger Lehm (sL) Schluff (U, IU, UL)	0	2	3	3	4	4	5
lehmige Sande u. sandige Lehme; > 7...≤ 25 %	Lehmsand (uS, Sl, SL, lS)	0	2	3	4	4	5	5

0 keine Gefährdung

2 geringe Gefährdung

4 starke Gefährdung

1 sehr geringe Gefährdung

3 mäßige Gefährdung

5 sehr starke Gefährdung

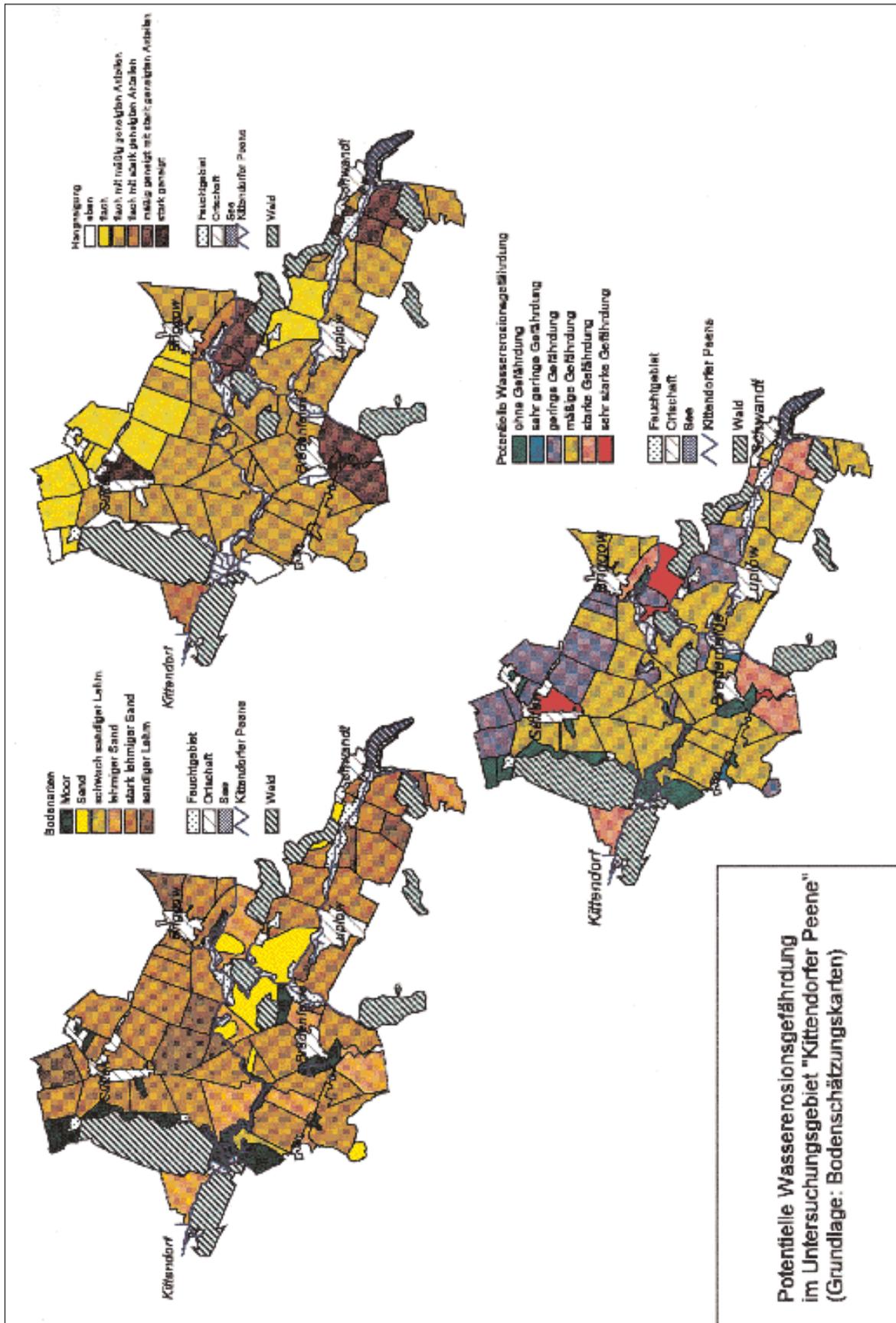


Abb. 5.5: Flächenscharfe Präzisierung der potentiellen Wassererosionsgefährdung auf der Basis der Bodenschätzungsunterlagen im Untersuchungsgebiet „Kitzendorfer Peene“

Abb. 5.6: Beispiele für „Thalwegerosion“
(nach PRASUHN, 1991)

5.4.3 Bestimmung potentieller Erosionspfade („Thalwege“) als bevorzugte Abflußbahnen ③

„Thalwege“ sind bevorzugte Erosionsbahnen, die sich aus der Geländemorphologie ergeben (Abb. 5.6).

Durch die Ermittlung der „Thalwege“ kann eine weitere Eingrenzung der aktuell gefährdeten Flächenabschnitte und potentiellen Eintragspfade in Gewässer vorgenommen werden.

Die Grundlage für die Erfassung der „Thalwege“ sind Topographische Karten im Maßstab 1:10.000, aus denen die Höheninformationen (Isolinien und Punkte) digitalisiert werden. Mit Hilfe eines Höhenmodells erfolgt die GIS-gestützte Analyse von Reliefstrukturen, für die bevorzugte Bedingungen für die Ausbildung signifikanter linearer Erosionsformen vorliegen. Die Ausweisung der „Thalwege“ erfolgt in Abhängigkeit von der Hangneigung und der wachsenden Größe des jeweiligen „Einzugsgebietes“ für den Oberflächenabfluß. Im vorliegenden Beispiel wurden dafür Grenzbereiche der Hangneigung $> 2\%$ sowie der Einzugsgebietsgröße $> 1\text{ ha}$ festgelegt, die sich aus Standortgrunddaten ableiten.

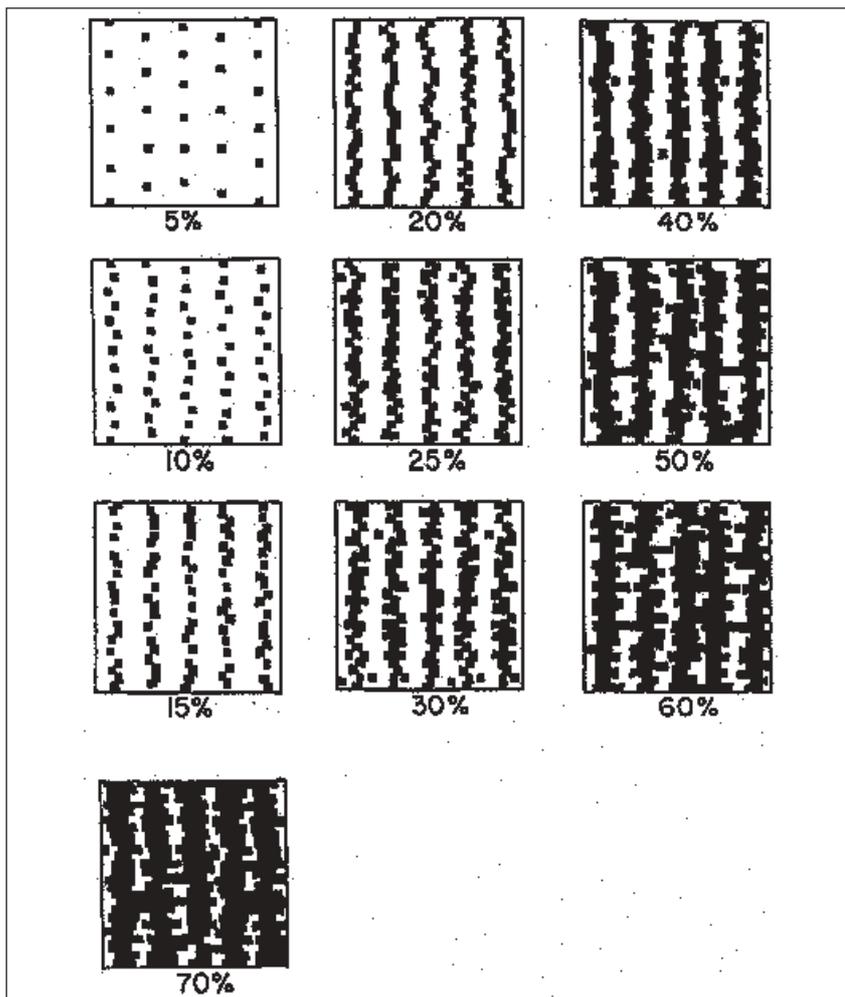
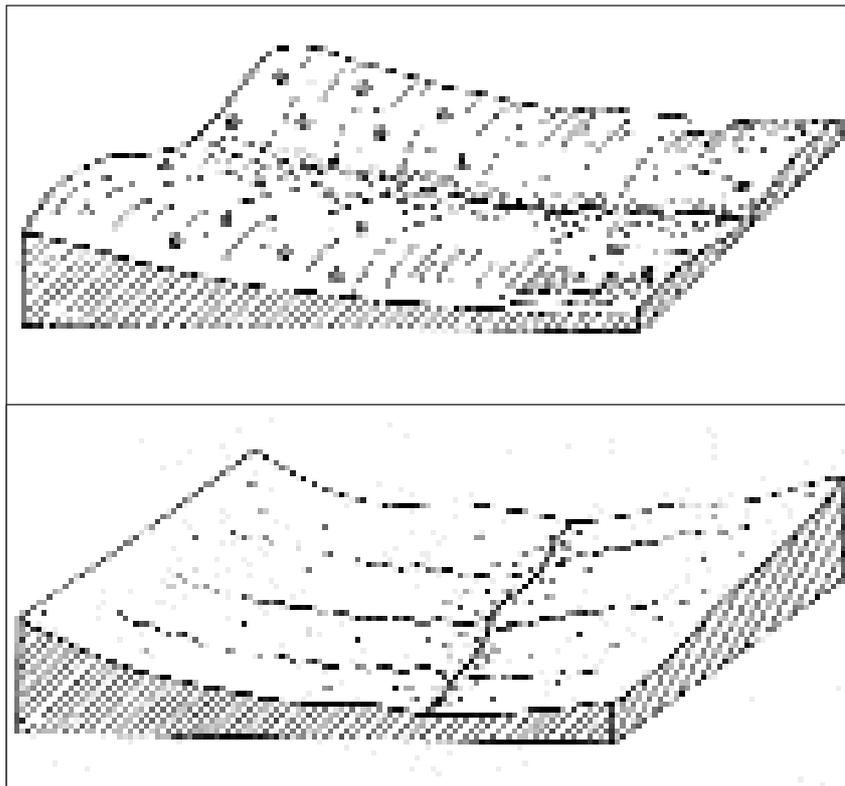


Abb. 5.7: Vergleichsbilder zur Abschätzung des Bedeckungsgrades der Bodenoberfläche durch ackerbauliche Kulturen

5.4.4 Aufnahme der aktuellen Anbaustruktur und Einschätzung der Schutzwirkung der angebauten Fruchtarten ④

Die Bodenbedeckung ist der Schlüsselfaktor zur Bewertung der aktuellen Erosionsgefährdung in potentiell gefährdeten Gebieten, da einerseits eine gute Erkennungsmethode mittels verschiedener Hilfsmittel vorhanden ist und andererseits dieser Faktor in Schutzkonzepten über die Landnutzung gesteuert werden kann.

Für ein Untersuchungsgebiet müssen die angebauten Fruchtarten und der Bodenbedeckungszustand aufgenommen werden (Abb. 5.7).

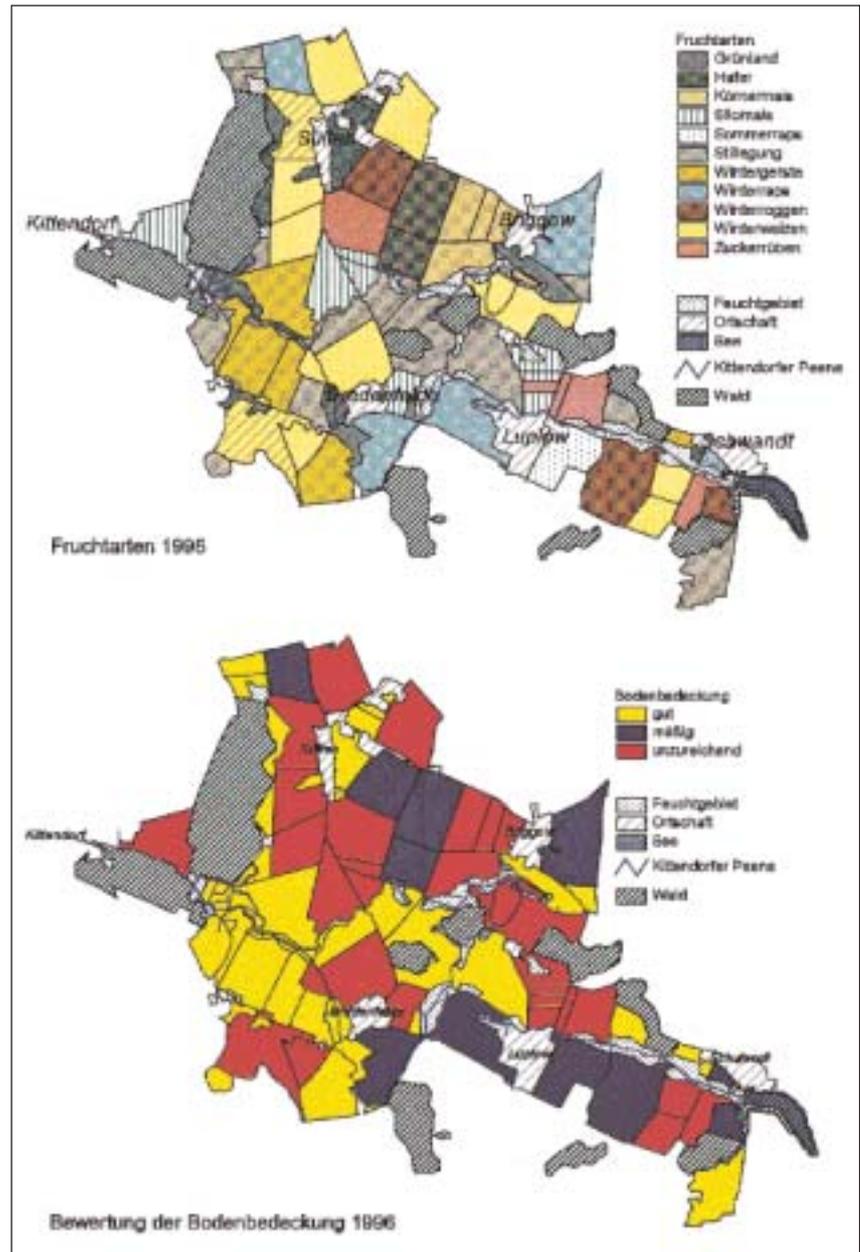
Anschließend erfolgt die Einschätzung der angebauten Fruchtarten hinsichtlich ihrer Schutzwirkung aufgrund der Bodenbedeckung. Auf der Grundlage langjähriger Feldversuche und Schadenskartierungen wurde für die Bewertung der Fruchtarten hinsichtlich ihrer Schutzwirkung ein Schema entwickelt in dem die Bodenbedeckung als Kriterium verwendet wird. Die Einschätzung jeder einzelnen Fruchtart bzw. ihrer Anbaufolgen ist nach 5 Kriterien möglich (Kapitel 3).

Das Ergebnis für das Beispielsgebiet ist in Abbildung 5.8 dargestellt.

5.4.5 Ableitung der aktuellen Wassererosionsgefährdung ⑤

Schadenskartierungen haben gezeigt, daß bereits auf Böden, die potentiell als mäßig erosionsgefährdet eingestuft werden, erhebliche Abträge auftreten können, wenn Fruchtarten angebaut werden, die den Boden zu Zeiten der größten Wassererosionsgefährdung nicht ausreichend bedecken.

Daher sind alle potentiell mäßig, stark und sehr stark gefährdeten Flächen grundsätzlich als aktuell stark gefährdet einzustufen, wenn sie mit Fruchtarten bestellt werden, die den Boden nicht ausreichend bedecken.



5.4.6 Präzisierung der aktuellen Erosionsgefährdung durch Aufnahme von sichtbaren Wassererosionsformen mittels Schadenskartierung ⑥

5.4.6.1 Notwendigkeit einer Schadenskartierung

Da die Boden- und Schadstofftransporte durch Wassererosion auf den strukturaltern Sand-, lehmigen Sand- und sandigen Lehmböden vorrangig linear und nicht flächenhaft erfolgen, ist eine Prognose der aktuellen Einträge in angrenzende Gewässer oder Ökotope

Abb. 5.8: Einschätzung der Fruchtarten hinsichtlich ihrer Schutzwirkung vor Wassererosion im Untersuchungsgebiet „Kittendorfer Peene“

nur über eine Kartierung möglich. Deshalb wird eine zielorientierte Formen- und Schadenskartierung empfohlen, bei der besonderer Wert auf die Dokumentation der Emissions*- und Immissionsbereiche** der Wassererosion (Übertrittsbereiche) gelegt wird.

* Ablagerungen an den Feldrändern; ** Sedimentausttrag auf benachbarte Flächen oder Gewässer

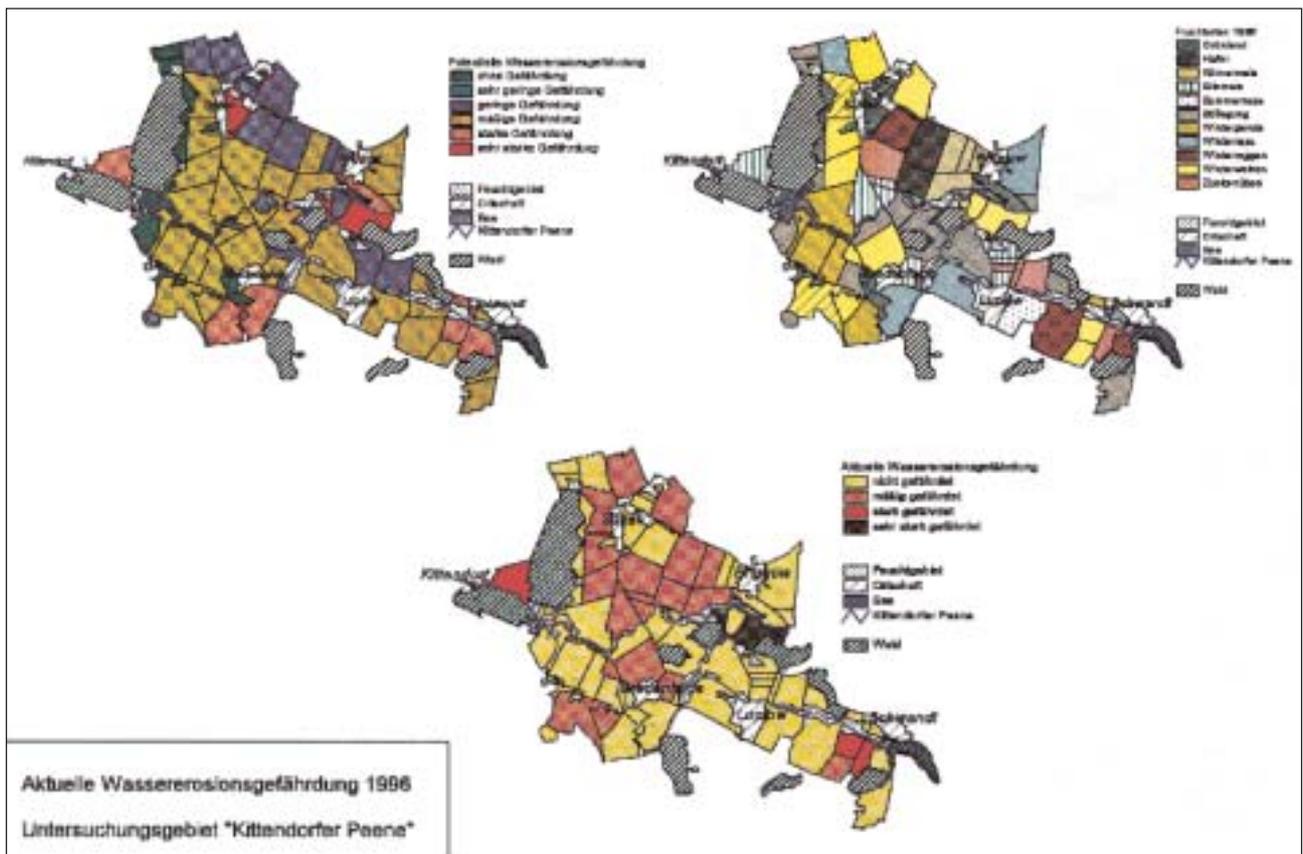


Abb. 5.9: Aktuelle Wassererosionsgefährdung im Untersuchungsgebiet „Kittendorfer Peene“

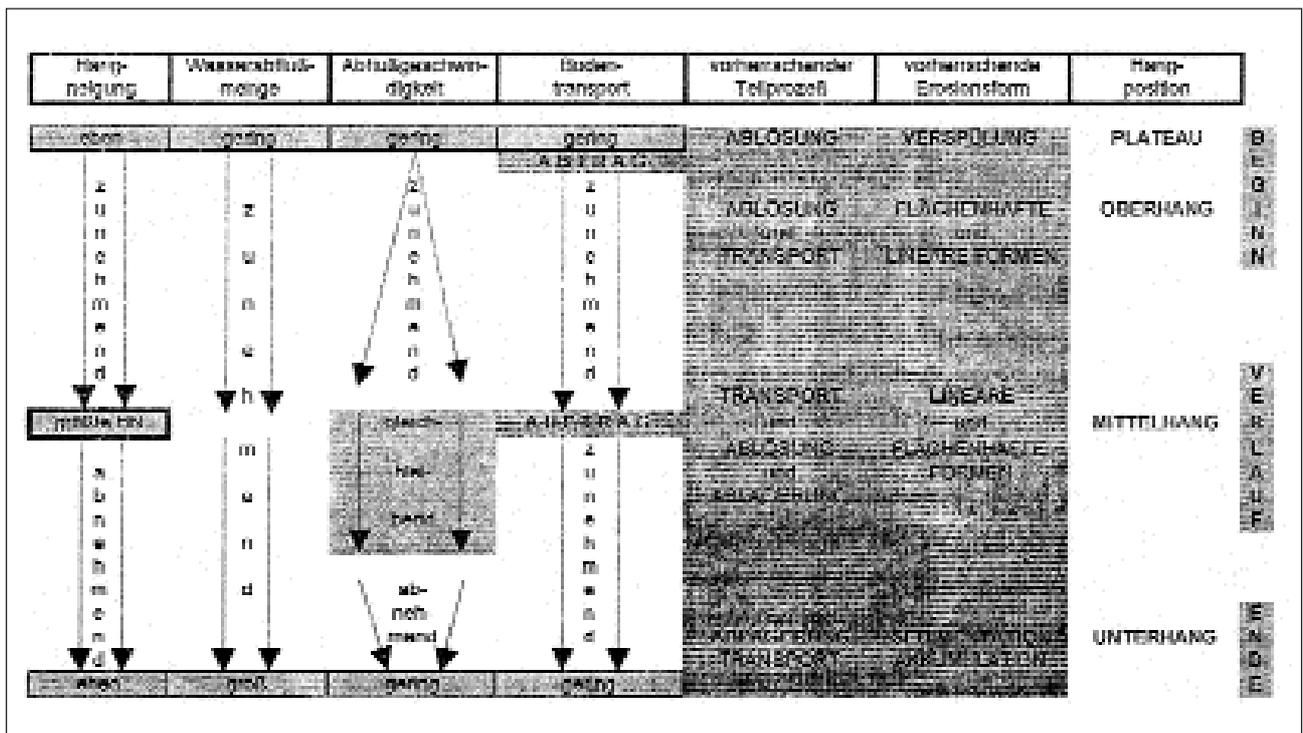


Abb. 5.10: Flächeninterne Erosionssysteme

5.4.6.2 Vorgehensweise beim Kartieren

- Die Kartierung erfolgt nach der Kartieranleitung zur Erfassung aktueller Erosionsformen, erarbeitet vom Fachausschuß „Bodenerosion“ des DVWK. Eine standortspezifische Untersetzung und Modifizierung der Kartieranleitung ist möglich.
- Kartiert wird zum Ausgang niederschlags- und schneereicher Winter und nach Niederschlägen mit hoher Intensität oder mehr als 10 bis 20 mm Menge, auf potentiell gefährdeten, gewässernahen Flächen mit unzureichender Bodenbedeckung.
- Im Vordergrund stehen bei der Kartierung die Erosionsformen Bodenablösung, Bodentransport, Akkumulation und Austrag (Abb. 5.10). Abgetragener, umgelagerter und aufgetragener Boden wird in Form von Längen-, Flächen- und Raummaßen erfaßt.

- Die Aufnahme des Erosionsverlaufes erfolgte vom Emissionsbereich des angrenzenden Biotops bzw. von der Akkumulationsfläche hangaufwärts.

5.4.6.3 Ausgewählte Erosionsformen (Kartieranleitung)

In der Kartieranleitung „Bodenerosion“ des DVWK werden für die Erosionskartierung entsprechende Symbole vorgegeben und für die Darstellung in thematischen Karten verwendet. (s. Abb. 5.12 u. 5.13)

5.4.6.4 Darstellung und Verwaltung der Kartierergebnisse

Die im Feld aufgenommenen Daten werden in Datendokumentationsblättern (Blatt 1: Grunddaten zum kartierten Gebiet, Blatt 2: Daten zum Erosionssystem Abb. 5.11) übernommen

und in Datenbanken abgelegt. Ziel ist der Aufbau einer Erosionsdatenbank, um wiederholt auftretende Erosionschäden klarer diagnostizieren und interpretieren zu können.

Anschließend können die Kartierergebnisse unter Verwendung der in der Kartieranleitung vorgegebenen Symbole in digitalisierten Karten unterschiedlichen Maßstabes dargestellt werden.

Im Kartiermaßstab 1:2.000 bzw. 1:5.000 ist es möglich, ein einzelnes Erosionssystem genau zu beschreiben und deren Lage in der Karte zu bestimmen. Dies ist insbesondere zur Aufnahme konkreter Schadensfälle notwendig. In mittel- und kleinmaßstäbigen Karten (1:25.000 und kleiner) werden der Verlauf der Erosion, die Anzahl der Erosionssysteme und die betroffenen Areale wie Fließgewässer, Standgewässer, Feuchtbiotope und Schutzgebiete dargestellt.

Datendokumentation zur Einfügung der Kartierergebnisse in Bodeninformationssysteme

Kartier-Nr. 0001-001
 Gemeinde Biedersteine Biedersteine-Nr. _____
 Gewässer-Nr. _____ Flurstück-Nr. _____
 polynomierte Gewässerkilometerzahl (GK) _____
 Leuchtschichtvermessungsnr. _____
 Thematische Karte vorhanden zu _____ Jahr _____
 Kartierdatum 18.08.2008 Kartierer _____

Blatt 1: Grunddaten

Block 1: Landschaft	Code	ja	nein	Lager*
1.1. Wald	WAD			
1.2. Grünland	GRL			
1.2.1. Intensiv (Wiesen, Mähwiesen, mehrschichtige Wiesen)	GRI			
1.2.2. extensiv (Streuweiden, Wiesen, Hutungen)	GRE			
1.3. Ackerland	ACK			
1.3.1. Intensiv (Wintergetreide, Getreidekulturen)	ACI	x		0
1.3.2. extensiv (mehrschichtige Feldfrucht, Ackerbrache, bestenfalls Grünland)	ACE			
1.4. Bruchwälder	BRU			
Block 2: Angrenzende Landschaftselemente				
2.1. Hochwasserschutz	WA			
2.2. Hochwasserschutz	V	x		U
2.3. Stein	SD			
2.4. Feuchtbiozön	FB			
2.5. Abgrenzung	MIR			
2.6. Abgrenzung (Stellen, Wege, verlässliche Flächen)	GF			
2.7. Ackerbrache	ACK			
2.8. Grünland	GRL			
2.9. Wald	WAD			
2.10. Sonstiges	SON			
3. Bemerkungen:				

* oberhalb der kartierten Fläche
 = unterhalb der kartierten Fläche

Blatt 2: Kartierung des Erosionssystems

Kartierdatum: 18.08.2008
 Nr. des Systems: 1.01000
 Lage des Systems in der TOP-400/100:
 Beginn zur Oberrand: H=594000 H=594200
 Ende von Unterrand oder Feldmaß: H=594100 H=594300
 Maßstab der Kartierung: 1:1.000 x 1:10.000 x 1:100.000 x

Block 1: Abtragformen	Code	ver-	Länge	Breite	Tiefe	Fläche	Volumen
1.1. Sichere Formen		handet	m	m	m	m ²	m ³
1.1.1. Sichere Formen	FW						
	FP						
	FL						
1.2. Inaktive Formen	I						
(Föhren, Gräben)	LWB						
	LFB						
	LFB						
	LFB						
	LFB						
	LFB						
1.3. Nichtaktive Formen	FL						
	FLP	x	40	80	0,30	3200	
	FLF						
	FLC						
Block 2: Auftragsformen							
Bedingungen							
	A						
	AV						
	AM						
	AV	x	4	80	0,15	320	68,70
	AV						
Block 3: Ausprägungsformen							
Ergebnis							
	E						
	EP						
	EP						
	EP						
Block 4: Erosionsformen/Überströmungen							
Ergebnis							
	E						
	W						
	W	x					
Bemerkungen							

Abb. 5.11: Datendokumentationsblätter



Abb. 5.12: Lieare Abtragungsformen
a: Rille (Tiefe 2-<10 cm)



b: Rinne (Tiefe 10-<40 cm)



c: Graben (Tiefe <40 cm)



5.4.6.5 Nutzung der Kartierer- gebnisse

Anhand der Kenntnis und Dokumentation der Erosionsformen und -pfade ist die Einleitung gezielter Schutzmaßnahmen auf den Flächen und in den Randbereichen möglich.

Die in den Erosionsdatenbanken gespeicherten Daten können in die Fachinformationssysteme Boden, Gewässer und Naturschutz Mecklenburg-Vorpommerns integriert werden und stehen somit für alle Auswertungen und Planungen zur Verfügung. Die Ergebnisse der Kartierung können die Grundlage für Entscheidungen zur Flurgestaltung, zum Gewässerschutz, zum Schutz von Biotopen und für die Einleitung bodenschützender Landnutzungsverfahren bilden.

5.4.7 Vegetationskundliche Erfassung und Bewertung der Uferzonen hinsichtlich ihrer Fil- terwirkung ⑦

5.4.7.1 Notwendigkeit einer Kar- tierung

Im Gesamtkomplex Reduzierung der diffusen Stoffeinträge ist die Einrichtung von Gewässerrandstreifen sowie deren Erhaltung und Pflege eine mögliche Maßnahme.

Die Filterstreifen bzw. -bereiche können durch ihre hohe Infiltrationskapazität oberflächige Abflüsse nach

mäßigen Niederschlägen und die flächenhafte Abschwemmung von Bodenbestandteilen, Nährstoffen und Rückständen von Pflanzenschutzmitteln in die Gewässer vermindern. Sie üben aber in der Regel nur eine Bremswirkung für gröbere Sedimentteilchen aus.

Die Erfahrungen bei der Anlage von Gewässerrandstreifen in anderen Bundesländern zeigen aber klar, daß ihre Wirksamkeit von der Anpassung der Ausstattung und Bemessung an die aktuelle Erosionsgefährdung abhängt. Erst nach Abarbeitung der Schritte 1 - 6 können Entscheidungen zur Notwendigkeit von Randstreifen zum Schutz vor Wassererosion getroffen werden. Im Interesse eines wirksamen Schutzes der Gewässer und eines effektiven Einsatzes der notwendigen finanziellen Mittel ist es danach erforderlich, die vorhandenen Randstreifen zu kartieren und deren Breite und Ausstattung in Abhängigkeit von den naturräumlichen Faktoren einzuschätzen, mit dem Ziel der optimalen Gestaltung der Gewässerrandstreifen bei gleichzeitiger Beachtung der Interessen des Naturschutzes (Abb. 5.14).

5.4.7.2 Vorgehensweise beim Kartieren

- Grundlage für die Erfassung der einzelnen Biotope des Untersuchungsgebietes ist die Biotoptypenkartie-

rung im Maßstab 1:10.000. Die Biotoptypenkartierung beruht auf der Grundlage von Colorinfrarot (CIR)-Luftbildern. Die Luftbilder wurden in den Jahren 1990 und 1991 flächendeckend für Mecklenburg-Vorpommern aufgenommen. Die Luftbilder liegen derzeit allen staatlichen Naturschutzbehörden für ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereich vor.

- Neben der Auswertung der Biotoptypenkartierung ist zur Einschätzung der Filterwirkung eine Begehung vor Ort notwendig.

Die Zustandsanalyse umfaßt:

- **den Bewuchs des Gewässerbodens in Ufernähe** - es soll geklärt werden, inwieweit der Stoffhaushalt und die Strömung des Gewässers durch Makrophyten beeinflusst sein können
- **die topologische Struktur des Uferstreifens** - es soll geklärt werden, ob der Uferstreifen topologisch betrachtet erosive Prozesse aus seinem angrenzenden Einzugsgebiet hemmen kann und welcher Böschungstyp zur Zeit vorliegt
- **den aktuell vorhandenen Vegetationsaufbau des Uferstreifens** - Erfassung der Nutzung des zur Zeit existierenden Uferstreifens inklusiv einer eventuell vorhandenen Böschung, Erfassung des vorhandenen Potentials an funktional wirksamer Vegetation
- **die Nutzung des an den Uferstreifen angrenzenden Landes** - Klassifikation in Anlehnung an die Biotoptypenkartierung
- **die aktuelle Eintragsgefährdung** - es soll geklärt werden, inwieweit die topologischen Verhältnisse des unmittelbaren Einzugsgebietes auf eine Wassererosionsgefährdung des Gewässerabschnittes hinweisen

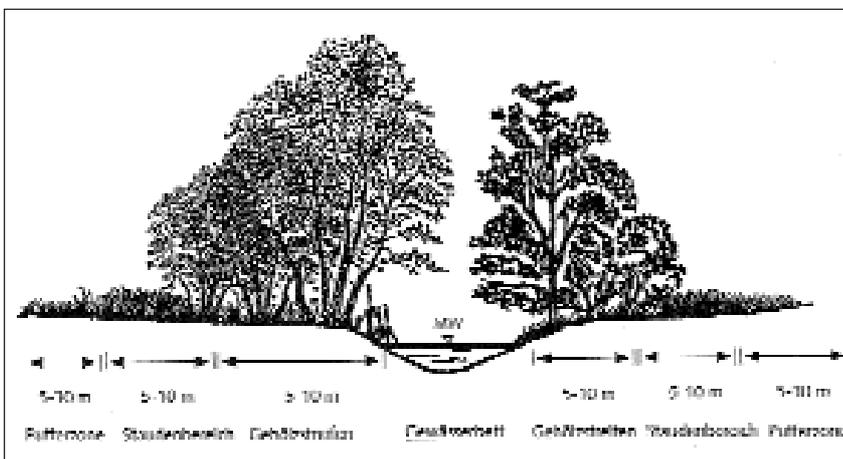


Abb. 5.14: Typische Zonierung von strukturierten Gewässerrandstreifen

Es wird die Breite und Länge des Randstreifens erfaßt. Die Bonitur der Dichte der Bodenvegetation dient zur Einschätzung der zu erwartenden Filterwirkung.

5.4.7.3 Darstellung und Verwaltung der Kartiererergebnisse

Die Flächendaten der Gewässerrandstreifenkartierung werden digitalisiert und für ArcInfo aufbereitet. Durch entsprechende Angaben der Koordinaten (Rechts- und Hochwert) der Biotope ist jederzeit eine Kompatibilität zu anderen Kartengrundlagen oder Datenbanken und somit weiteren Fragestellungen gewährleistet (Abb. 5.15). Die Sachdaten zu den Uferstreifen und angrenzenden Biotopen werden unter Nutzung des Interpretationsschlüssels für die CIR-Luftbilddauswertung verschlüsselt und in Datenbanken aufgenommen. Sie können somit in die Fachinformationssysteme Boden, Gewässer und Naturschutz Mecklenburg-Vorpommerns aufgenommen werden.

5.4.7.4 Nutzung der Kartiererergebnisse

Die Ergebnisse der Kartierung sind ein wichtiges Kriterium bei der Erarbeitung bodenschützender Flurgestaltungskonzepte. Sie sind Grundlage für die Entscheidung zur Neuanlage bzw. Aufwertung von Gewässerrandstreifen. Es ist jedoch vorher zu prüfen, ob nicht ein geeigneter Bodenschutz oder eine Umstellung/Extensivierung der konventionellen Landwirtschaft für den Gewässerschutz sinnvoller wäre.

5.4.7.5 Zeigerpflanzen, die auf Nährstoffpfade hinweisen

Als Hinweis auf erosionsbedingte Nährstofftransporte aus Erosionsflächen hinaus und in Gewässer oder Nachbarbiotope hinein können bedingt folgende Zeigerpflanzen dienen:

Zeigerpflanzen, die auf Nährstoffakkumulation hinweisen

Acker-Hundskamille	<i>Anthemis arvensis</i>
Gemeine Melde	<i>Atriplex patula</i>
Acker-Winde	<i>Convolvulus arvensis</i>
Schierlings-Reiherschnabel	<i>Erodium cicutarium</i>
Kletten-Labkraut	<i>Galium aparine</i>
Acker-Gänsedistel	<i>Sonchus arvensis</i>
Gemeine Pestwurz	<i>Petasites hybridus</i>
Große Brennessel	<i>Urtica dioica</i>
Klette	<i>Arctium spp.</i>
Rote Taubnessel	<i>Lamium purpureum</i>
Kriechender Hahnenfuß	<i>Ranunculus repens</i>

5.5 Zusammenstellung der Entscheidungshilfen für eine Abtrags- und Austragsvermindernde Landnutzung im Einzugsgebietes der Kittendorfer Peene

Die Kittendorfer Peene ist eine der Peenequellflüsse mit einem ausschließlich landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet. Es zeichnet sich durch mäßige Wassererosions- und durchschnittliche Eintragsgefährdung aus. Die Fließgewässer im Einzugsgebiet sind in überwiegendem Maße in ihrer Gewässerstruktur deutlich beeinträchtigt. Die Quelle der Kittendorfer Peene, der Schwandter See, ist ein polytrophes Gewässer. Dadurch gehört die Kit-

tendorfer Peene bereits im Quellgebiet der Beschaffenheitsklasse 3 (stark belastet) an. Die diversen kleinen landwirtschaftlichen Zuflüsse zur Kittendorfer Peene sind so belastet, daß auch in den nächsten Jahren noch keine wesentliche Veränderung der Wasserbeschaffenheit erwartet werden kann, wenn nicht konsequent mit Schutzmaßnahmen begonnen wird. Für die Erarbeitung von Boden- und Gewässerschutzkonzepten im Unter-

suchungsgebiet wurden mit Hilfe der unter Punkt 5.4 dargestellten Algorithmen die potentielle und aktuelle Gefährdung sowie Informationen zu den tatsächlichen Stoffeintragsformen und Pfaden über mehrere Jahre ermittelt. Durch die Verknüpfung der einzelnen Ergebnisse ist es möglich, erosionsdisponierte Schläge und Teilflächen (z. B. „Thalwege“) herauszufiltern (Abb. 5.16), um entsprechend der Gefährdung gezielt Schutzmaßnahmen durchführen zu können.

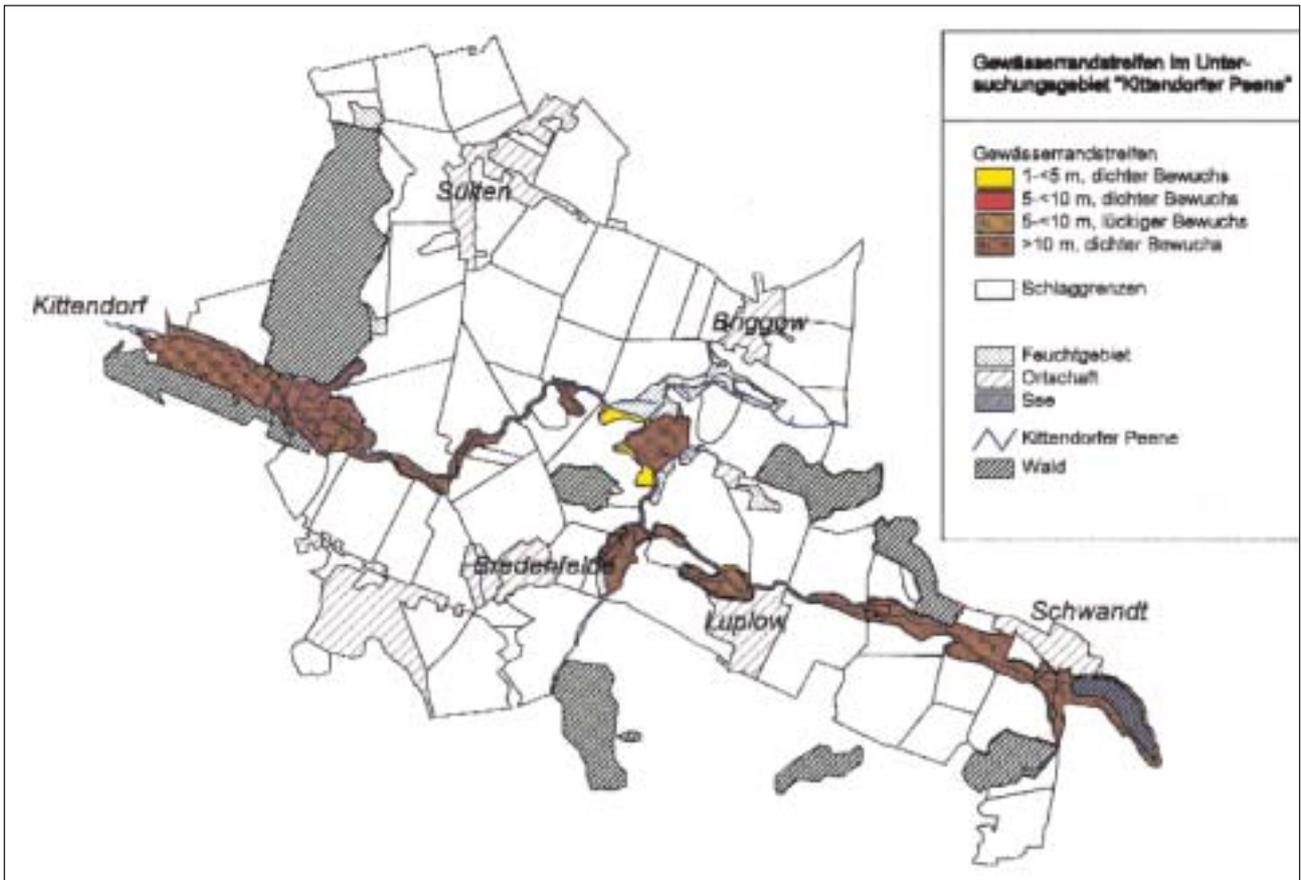


Abb. 5.15: Kartenbeispiel Gewässerrandstreifen (Untersuchungsgebiet „Kittendorfer Peene“)

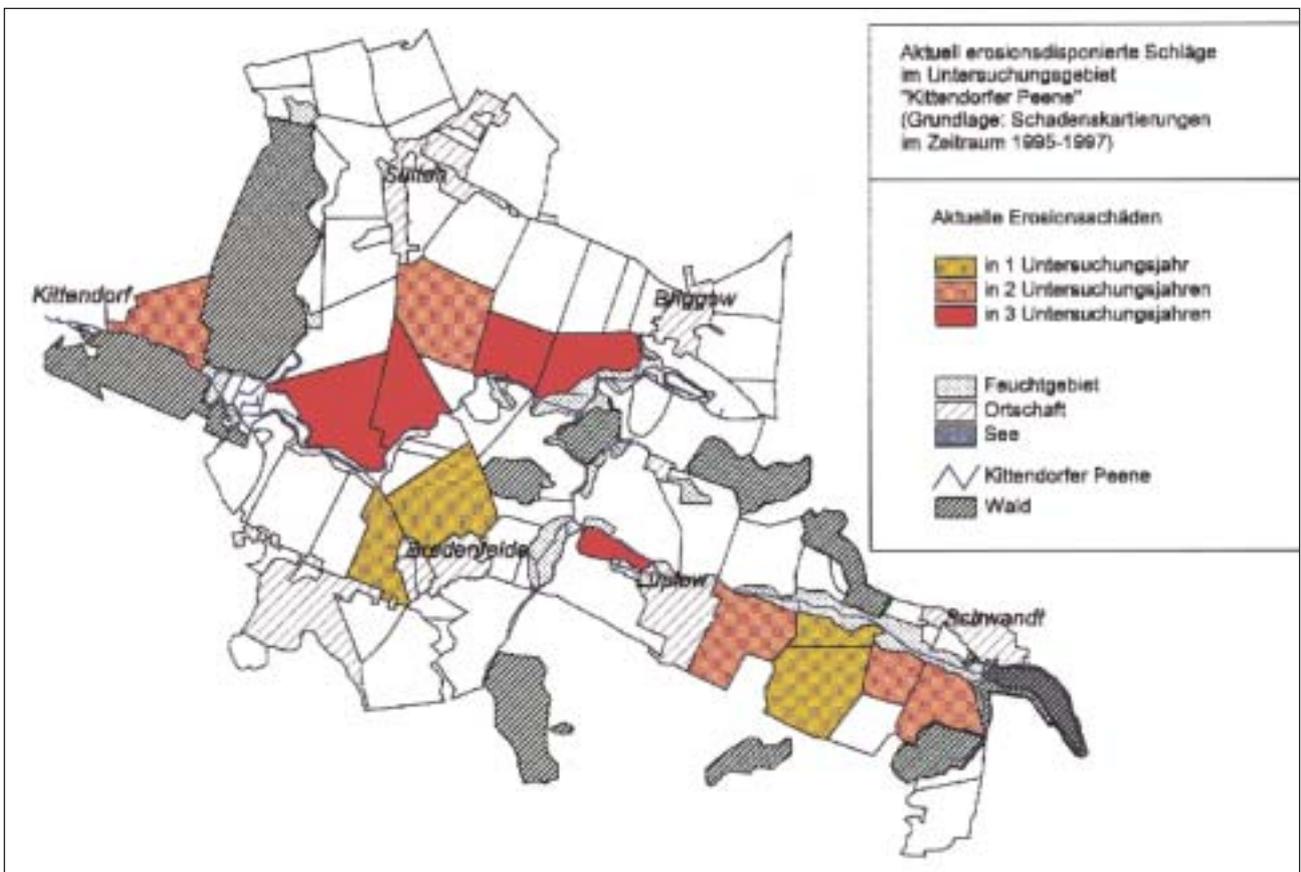


Abb. 5.16: Besonders erosionsdisponierte Schläge im Untersuchungsgebiet „Kittendorfer Peene“

5.5.1 Empfehlungen für eine bodenschützende Flurgestaltung und Vorschläge für eine ergänzende Anbaugestaltung im Einzugsgebiet

Die potentielle Erosionsdisposition der betroffenen Ackerschläge ist nicht veränderbar, daher muß sie bei einer standortangepaßten Landnutzung beachtet werden. Während auf den stark und sehr stark gefährdeten Flächen (Abb. 5.5) eigentlich nur durch eine konsequente Nutzungsänderung ein ausreichender Bodenschutz gewährleistet werden kann, sollen auf den mäßig gefährdeten Flächen bodenschonende Maßnahmen und ein Anbauverhältnis

mit hohem Anteil bodenbedeckender Fruchtarten die aktuelle Erosionsgefährdung vermindern. Im Vordergrund stehen für das Gebiet Verfahren zur Erhöhung der Bodenbedeckung im Winter und Frühjahr durch Zwischenfruchtanbau und Mulchsaatverfahren bei Zuckerrüben und Mais. Ziel der Anbaugestaltung muß es sein, räumlich gut verteilt das ganze Jahr über einen hohen Anteil bedeckter Flächen zu haben.

Ein weiterer Schwerpunkt muß in der Verminderung von Fahrspuren auf den Flächen in Gewässernähe gesehen werden. Jede hangabwärts gerichtete Fahrspur ist eine potentielle Erosionsrinne. Abbildung 5.17 zeigt einen Vorschlag für

eine bodenschützende Flur- und Anbaugestaltung im Untersuchungsgebiet. Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über mögliche bodenschützende Maßnahmen im gesamten Peeneinzugsgebiet.

Schwerpunkte sind:

1. Anbaugestaltung zur Erhöhung der Bodenbedeckung
2. Konservierende Bewirtschaftung zur Erhöhung der Bodenbedeckung und Oberflächenrauigkeit
3. Verminderung von Schadverdichtungen und Fahrspuren als erosionsverschärfende Faktoren
4. Verbesserung der Infrastruktur zur Verkürzung der Transportwege sowie der Fließstrecken

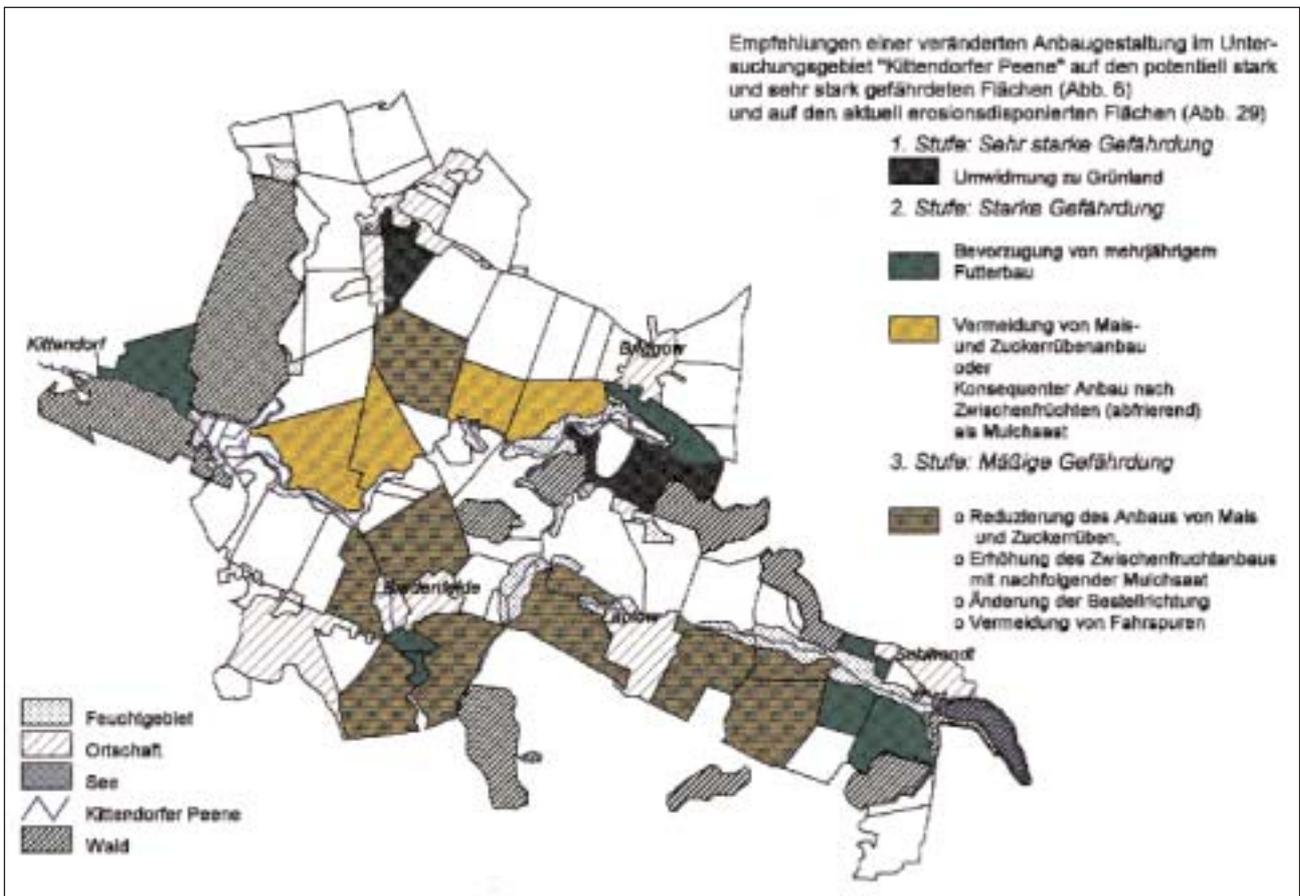


Abb. 5.17: Veränderte Flur- und Anbaugestaltung im Untersuchungsgebiet „Kittendorfer Peene“

5.5.1.1 Anbaugestaltung zur Erhöhung der Bodenbedeckung

Folgende Maßnahmen sind kurz- bzw. mittel- und langfristig für das Peeneinzugsgebiet zu empfehlen:

Anbaugestaltung in erosionsgefährdeten Regionen (aus Tab. 3.6 in Kapitel 3.4)

Maßnahme	Beschreibung / Wirkung
Fruchtartenauswahl	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzierung/Vermeidung weitreihiger Fruchtarten (Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln, auch Raps und Sonnenblumen) - Wintergetreide statt Sommergetreide, mehrjähriges Futter <p>Wirkung: zeitliche und räumliche Erhöhung der schützenden Bodenbedeckung</p>
Zwischenfruchtanbau	<ul style="list-style-type: none"> - Futter- oder Gründüngungspflanzen, über Winter abfrierende Fruchtarten - möglichst pfluglose Bestellung der Folgefrucht <p>Wirkung: Erhöhung der Bodenbedeckung im Winterhalbjahr, Vermeidung negativ wirkender Brachezeiten</p>
Untersaaten	<ul style="list-style-type: none"> - Gras-Untersaaten in Wintergetreide - Klee- und Kleegrasuntersaaten in Mais <p>Wirkung: Erhöhung der Bodenbedeckung ohne zusätzliche Arbeitsgänge, guter Einstieg in Stilllegung, Vermeidung von Nährstoffauswaschungen</p>
Fruchtfolgegestaltung	<ul style="list-style-type: none"> - Mittelfristige Planungs- und Realisierungsmöglichkeit erosionsreduzierender und bodenschonender Nutzung <p>Wirkung: Reduziert Agrochemikalienbedarf durch natürliche Vorteilswirkung, reduziert Befahrungs- und Bearbeitungshäufigkeit, Voraussetzung für bodenschonende Flächenstilllegung</p>

5.5.1.2 Konservierende Bewirtschaftung zur Erhöhung der Bodenbedeckung und Oberflächenrauigkeit

Insbesondere beim Anbau von Mais und Zuckerrüben sind für das Peeneinzugsgebiet die folgenden Anbauverfahren zu empfehlen (siehe Tab.).

Konservierende Bewirtschaftungsmöglichkeiten (aus Tab. 3.7 in Kapitel 3.4)

Maßnahme	Beschreibung / Wirkung
Konservierende Bodenbearbeitung und Mulchsaat mit Saatbettbereitung ohne Saatbettbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Einsaat in Pflanzenreste auf der Bodenoberfläche (abgefrorene Zwischenfrüchte, chemisch/mechanisch behandelte Zwischenfrüchte, Ernterückstände) <p>Einmulchen der Rückstände kein Einmulchen der Rückstände, da Wirksamkeit >2 t/ha Trockenmasse gegeben</p>
Direktsaat	<ul style="list-style-type: none"> - Einsaat ohne alle Bodenvorbereitung mit Spezialmaschinen in Stopplern der Vorfrucht oder Reste der Zwischenfrucht <p>Wirkung: Erhöhung der räumlichen und zeitlichen Bodenbedeckung durch Reduzierung oder Aufgabe der wendenden Bodenbearbeitung</p>

5.5.1.3 Verminderung von Schadverdichtungen und Fahrspuren als erosionsverschärfende Faktoren

Wenn eine konservierende Bodenbearbeitung und Bestellung von Hauptfrüchten nicht möglich ist, gewinnen bodenschonende Bearbeitungsverfahren eine besondere Bedeutung. Die wichtigste Maßnahme zur Verhinderung von Oberflächenabfluß und Bodenabtrag ist die Reduzierung von Fahrspuren.

Präventive Maßnahmen zur Verminderung von Schadverdichtungen und Fahrspuren als erosionsverschärfende Faktoren (aus Tab. 3.8 in Kapitel 3.4)

Maßnahme	Beschreibung / Wirkung
Änderung der Arbeitsverfahren	- Zusammenlegung von Arbeitsgängen - Verkürzung einheitlich bestellter Hanglängen (zeitweilig) Wirkung: Transportreduzierung auf den Flächen
Erhöhung der Bodentragfähigkeit	- Bodenbedeckung (Wintergetreide, mehrjährige Futterkulturen, Zwischenfrüchte, Stoppelfrüchte, Stoppelpflückstände) - Konservierende Bodenbearbeitung Wirkung: Stabilisierung der Bodenstruktur und des Makroporensystems, Aufbau eines Stützgefüges
Standortabhängige Bodenbearbeitung	- Keine Bodenbearbeitung bei zu feuchten Bedingungen - Vermeidung von Fahrspuren vor Winter oder im zeitigen Frühjahr - Nachauflauf-Pflanzenschutzbehandlung Wirkung: Vermeidung von Verschlammung und Verkrustung sowie potentiellen Erosionsrinnen
Höhenlinienparallele Bearbeitung	- Bearbeitung reliefangepaßt quer zum Gefälle Wirkung: Schaffung kleiner Barrieren quer zur Hangrichtung
Extensivierung durch Stilllegung und Brache	- Stilllegung von Teilflächen, Extensivierung besonders anfälliger Standorte (Auen, Niedermoore) Wirkung: Einleitung der Regeneration der Bodenruhe

5.5.1.4 Verbesserung der Infrastruktur zur Verkürzung der Transportwege sowie der Fließstrecken

Die nachfolgend dargestellten Empfehlungen sind vorwiegend mittel- bzw. langfristige Schutzmaßnahmen vor Wassererosion, die nach Ausschöpfung möglicher erosionsmindernder Anbaugestaltung in Betracht gezogen werden müssen.

Verbesserung der Infrastruktur zur Verkürzung der Transportwege sowie der Fließstrecken (aus Tab. 3.5 in Kapitel 3.4)

Maßnahme	Beschreibung / Wirkung
Änderung des Anbauverhältnisses und der Fruchtarten/ Nutzungsänderung	- Anpassung der Nutzung an potentielle Wassererosionsgefährdung (oberflächenschützende Winterkulturen statt erosionsfördernde Sommerkulturen, ggf. mehrjährige Futterkulturen, Dauergrünland, Flächenstilllegung, Aufforstung)
Feldraine, Gewässerrandstreifen, Saumbiotope, Filterstreifen	- Begraste Feldraine an Verkehrswegen und zwischen Schlägen - Filterstreifen ausreichender Breite an Gewässern und gefährdeten Biotopen
Flurneuordnung/ Flurgestaltung	- Form und Größe optimieren - Befestigung von „Thalwegen“ und Tiefenlinien - zur Oberflächenabflußregulierung - Optimierung der Transport- und Fahrstrecken zur Entlastung von Überfahrten

5.5.2 Empfehlungen für die Gestaltung von Gewässerrandstreifen in erosionsgefährdeten Gebieten des Peeneinzugsgebietes

Im Gebiet der Kittendorfer Peene hat der Schutz vor Einträgen in das

Gewässer und damit der Schutz des Peenetalmoores Priorität. Damit besteht langfristig die Notwendigkeit, Filter- und Schutzzonen zwischen den gefährdeten Ackerflächen und dem Gewässer anzulegen. Da die Anlage von Gewässerrandstreifen

sehr kostenintensiv ist, kann eine Neuanlage oder Verbreiterung von Gewässerrandstreifen mit hoher Filterfunktion zum Schutz der Gewässer vor erosionsbedingtem Eintrag jedoch erst nach Ausnutzung von acker- und pflanzenbaulichen

Möglichkeiten empfohlen werden (Tab. 5.3 und 5.4). Die Erfahrungen zeigen klar, daß Gewässerrandstreifen, deren Ausstattung und Bemessung nicht die morphologischen Standortverhältnisse berücksichtigen, praktisch keinerlei Verminderungswirkung haben. Um zu verhindern, daß mit erheblichen Aufwand Standard-Uferstreifen eingerichtet werden, die z. B. in ihrer Filterfunktion uneffektiv sein können, ist eine konzeptionelle Vor-

gehensweise notwendig. Dabei müssen die unterschiedlichsten Funktionen von Uferstreifen auf ihre Notwendigkeit hin überprüft und effektiv aufeinander abgestimmt werden (Tab. 5.5). Der Aufbau und die Breite von Gewässerrandstreifen setzt immer eine eingehende Analyse der gegebenen Standortverhältnisse und Zielfunktionen des Gewässerrandstreifens voraus (s. Pkt. 5.4.7.). Liegt der funktionale Schwerpunkt

darin, die aus der Bewirtschaftung herrührenden Stoffeinträge auf geneigten Ackerflächen zu verringern, sollte der Gewässerrandstreifen z. B. wie in Abb. 5.18 aufgebaut sein. Der 10 m breite Filterstreifen sollte die mit dem Oberflächenabfluß angeschwemmten Sedimentfrachten wirksam vermindern. Der gesamte Randstreifen könnte in der Lage sein, Nitrat- und Phosphatkonzentrationen des Oberflächenabflusses um 70-80 % zu verringern.

Tab. 5.3: Nutzungsbedingte Erosionsgefährdung und mögliche Schutzmaßnahmen für die Gewässer

Nutzungsart	Gefährdung	integrierter Schutz möglich?	Neuanlage von breiten Filterstreifen notwendig?
Wald	gering	entfällt	nein
Dauerbrache, Sukzession	gering	entfällt	nein
intensive Grünlandnutzung	gering	Überweidung vermeiden	nein
intensiver Ackerbau	hoch	ja	nach weiterer Prüfung ja
dar. Schwarzbrache/ Sommerkulturen	sehr hoch	Bodenbedeckung schaffen	nein
dar. Wintergetreide	teilweise hoch	Spuren vermeiden, Aussaatzeit beachten	erst Bewirtschaftung ändern
dar. Zuckerrüben, Mais, Kartoffeln, Sonnenblumen	sehr hoch	ja, bis zu einem gewissen Grad durch Mulchsaat	ja, nach Ausnutzung ackerbaulicher Reduzierungsmaßnahmen
extensiver Ackerbau	mäßig, gering	ja	selten
dar. mehrj. Futterpfl.	gering	Umbruchzeiten beachten	nein
dar. Rot.brache	mäßig	Ansaat notwendig, z.B. Untersaat, Umbruchzeiten beachten	nein
Sonderkulturen	hoch	kaum möglich	ja

Tab. 5.4: Ackerbauliche Möglichkeiten, die bei Erosionsgefährdung vor der Entscheidung über die Neuanlage von Gewässerrandstreifen ausgeschöpft sein sollten

Ackerland	Möglichkeiten des Schutzes
Schwarzbrache	Anbauablauf oder Bodenbearbeitung ändern, Bodenbedeckung durch Rückstände erhalten (s. Komplex 2 und 3 - Kapitel 3)
Brache mit Pflanzenrückständen	Nutzung ändern, Umwidmung (s. Komplex 2 - Kapitel 3)
Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln	Mulchsaat oder Anbau vermeiden (s. Komplex 2 und 3 - Kapitel 3)
Wintergetreide, Winterraps	Intensität ändern, Spuren reduzieren (s. Komplex 2 und 4 - Kapitel 3)
Sommergetreide, Sonnenblumen, Leguminosen	Anbau ändern, Hanglänge reduzieren, Spuren vermeiden (s. Komplex 2 und 4 - Kapitel 3)
Feldfutter, Klee gras, Luzerne	Nutzung ändern, Umwidmung (s. Komplex 2 - Kapitel 3)
Sonderkulturen	Nutzung auf Teilflächen ändern oder breite Randstreifen über 20 m anlegen (s. Komplex 1 und 2 - Kapitel 3)

Tab. 5.5: Vegetationsformen am Ufer und Uferrandstreifen und ihre Filterwirkung gegen Wassererosion

Art der Vegetation	wirksam gegen Wassererosionseintrag
Flächen mit Mahdnutzung	gut
Stauden ,Hochstauden, Laubgebüsche < 1,5m Höhe	mäßig
Laubgebüsche >1,5m Höhe	nein
mit Unterwuchs s. u.	gut
Gehölze	nein
vereinzelt	nein
mehrzeilig	nein
mit Unterwuchs s. u.	gut
Unterwuchs (Gräser, Stauden)	mäßig
mit winterharten, dichtem Grasbestand	gut
Wege oder Fahrspuren	nein
mit funktionsfähigen Straßengräben	gut
mit mehrzeiligen Randbepflanzungen	nein

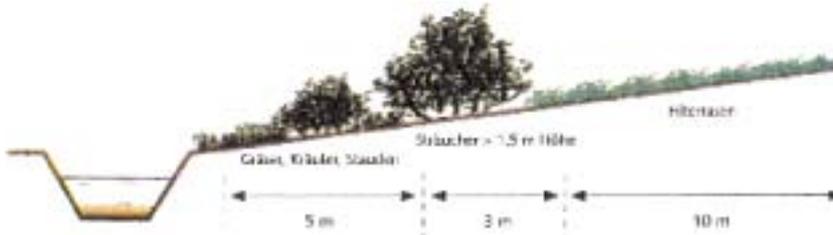


Abb. 5.18: Distanz- und Erosionsschutzstreifen für geneigte Ackerflächen bei potentieller Erosionsgefahr

5.6 Monitoring von Erosionsbedingten Bodenveränderungen

Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) werden eingerichtet, um die Bodenfunktionen *Regelungsfunktion* (Pufferung, Filterung, Transformation), *Lebensraumfunktion* (Lebensraum für

Bodenlebewesen, Standort für Pflanzen), *Produktionsfunktion* (Bodenfruchtbarkeit) in ihren langfristigen Veränderungen beurteilen und bewerten zu können. Anhand von kontinuierli-

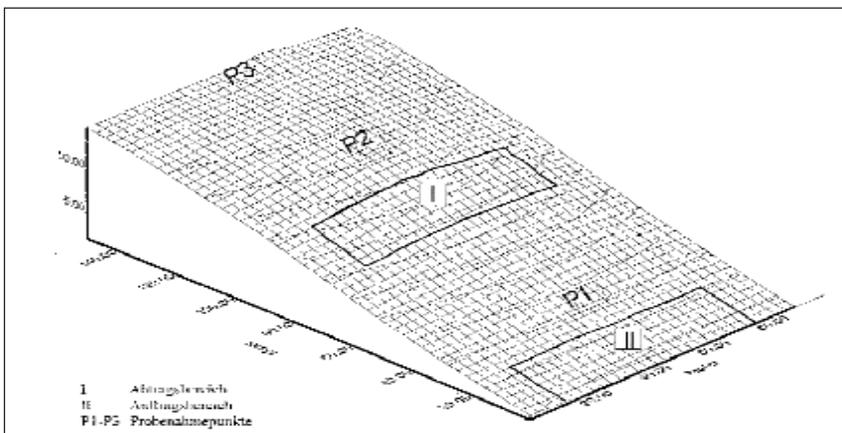


Abb. 5.19: Dauerbeobachtungsflächen, Bredenfelde – Schlag 310.1

chen Untersuchungen des Bodenzustandes unter Berücksichtigung der Nutzung und atmosphärischer Einträge sind Degradierungserscheinungen rechtzeitig festzustellen, die zur Beeinträchtigung der Bodenfunktionalität führen können.

Geklärt werden sollen:

- die gegenwärtigen Merkmale und Eigenschaften sowie Belastungen (Ersterfassung des Ausgangszustandes)
- die langfristige Bodenveränderung infolge standort-, belastungs- und nutzungsspezifischer Einflüsse (periodische Untersuchung der Bodenzustände)
- Schaffung von Referenzflächen für regionale Belastungen, Eichstandorte u. ä.

(Über die Einrichtung von Bodendauerbeobachtungsflächen in Mecklenburg-Vorpommern (siehe Beiträge zum Bodenschutz in M-V, Heft 2/97) Das Geologische Landesamt Mecklenburg-Vorpommern hat die Verantwortung für die Einrichtung und den Betrieb der BDF auf Acker- und Grünlandstandorten übernommen. Im Untersuchungsgebiet „Kittendorfer Peene“ wurden zwei Dauerbeobachtungsflächen (1. Abtragsbereich, 2. Auftragsbereich) eingerichtet (Abb. 5.19). Die ausgewählte Fläche repräsentiert eine erosionstypische Catena* für wassererosionsgefährdete Standorte Mecklenburg-Vorpommerns.

* Bodenabfolge in Richtung des Hanggefälles

Literaturverzeichnis

- BACH, M.; FABIS, J.; FREDE, H.-G.; HERZOG, I. (1994): Kartierung der potentiellen Filterfunktion von Uferstreifen. 1. Teil: Methodik der Kartierung. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landesentwicklung 35, 148-154.
- BEHRENDT, H.; RADERSCHALL, R. U.A. (1996): Studie zur Erarbeitung von Grundlagen für die Ausweisung von Gewässerrandstreifen. Studien und Tagungsberichte Band 10. Landesumweltamt Brandenburg.
- BERGER, G.; KRETSCHMER, H. (1991): Zwischenfruchtanbau - immer eine Maßnahme der Verminderung der Nitratauswaschung? Feldwirtschaft 32, 462-464.
- BLUME, H.-P. (1990): Handbuch zum Bodenschutz. Landsberg.
- BMVEL (2001): Bund-Länder-Papier „Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion“, Teil „Vorsorge gegen Bodenerosion“. im Druck.
- BORK, H.-R. (1988): Bodenerosion und Umwelt. Landschaftsgenese und Landschaftsökologie, H. 13, S. 155.
- BRUNOTTE, J. (1990): Landtechnische Maßnahmen zum bodenschonenden und bodenschützenden Zuckerrübenanbau.
- BRUNOTTE, J. (1991): Maßnahmen zum Bodenschutz im Zuckerrübenanbau KTBL - Arbeitspapier 159, 101 S. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG) 183, 205 S.
- BUCHNER, W.; APEL, B. (1989): So bauen Sie Zwischenfrüchte für die Mulchsaat richtig an. top agrar 6/1989.
- BUSCH, M.; FAHNING, I. (1992): Mindestanforderungen an gute landwirtschaftliche Praxis aus Sicht des Bodenschutzes. UBA-Texte 1/92, Teil 1/2, Berlin.
- DAF - Dachverband Agrarforschung (1993): Belastungen der Oberflächengewässer aus der Landwirtschaft - gemeinsame Lösungsansätze zum Gewässerschutz. Schriftenreihe agrarspectrum, Band 21, Bonn.
- DANN, T.; LEMKE, E. (1997): Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern - Boden-Dauerbeobachtungsflächen; Heft 2/1997 - Geologisches Landesamt M-V.
- DEUMLICH, D.; FRIELINGHAUS, MO. (1994): Eintragungspfade Bodenerosion und Oberflächenabfluß im Locker-gesteinsbereich. In: Werner, W. & H.-P. Wodsak (Hrsg.): Regional differenzierter Stickstoff- und Phosphat-eintrag in Fließgewässer im Bereich der ehemaligen DDR unter besonderer Berücksichtigung des Lockergesteinsbereichs; agrarspectrum, Bonn, H. 22.
- DÜRR, H.-J. (1995): Literaturstudie „Bodenverdichtung“. Forschungsbericht 107 02 004/09, UBA-FB 95-036, Umweltbundesamt.
- DVWK (1996): Bodenerosion durch Wasser - Kartieranleitung zur Erfassung aktueller Erosionsformen. DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft, 239/1996, 62 S.
- EWALD, D. (2001): Landwirtschaftlicher Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern: Situation, Möglichkeiten und nächste Aufgaben bei der ackerbaulichen Bodennutzung. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Heft 24, S. 1-6.
- FRIELINGHAUS, M., D. DEUMLICH, R. FUNK, K. HELMING, B. WINNIGE U.A. (1994): Bewertung und Kartierung der Wasser- und Winderosionsgefährdung sowie bereits eingetretener Schäden und Ausarbeitung von vorbeugenden und sanierenden Bewirtschaftungsstrategien für erosionsgefährdete Landschaften Brandenburgs. Projekt im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Endbericht FM/H/91-339.18/39-20.
- FRIELINGHAUS, M., R. ROTH, U. RATZKE & E. STANG (1984): Schutz des Bodens vor Wassererosion durch Pflanzenbedeckung und Anbaugestaltung auf Moränenstandorten. - Wiss. Seminar Leipzig, AdL d. DDR, 59 - 60, Berlin.
- FRIELINGHAUS, M.; FUNK, R. U.A. (1994): Risikoabschätzung der Winderosion für das Land Mecklenburg-Vorpommern als Grundlage für Schutzstrategien. Studie im Auftrag des Umweltministeriums des Landes Mecklenburg-Vorpommern, unveröffentlichtes Manuskript. ZALF Müncheberg, Institut für Bodenlandschaftsforschung.
- FRIELINGHAUS, MO. (1988): Wissenschaftliche Grundlagen für die Bewertung der Wassererosion auf Jungmoränenstandorten und Vorschläge für die Einordnung des Bodenschutzes. In: Diss. AdL, Berlin.
- FRIELINGHAUS, MO. (1997): Bodenerosion und Bodenschadverdichtungen im Bundesbodenschutzgesetz, Mitt. d. Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 83, S. 79-82.
- FRIELINGHAUS, MO.; HÖFLICH, G.; JOSCHKO, M.; ROGASIK, H. U.SCHÄFER, H. (1997): Auswirkungen eines Langzeitexperimentes zur konservierenden Bodenbearbeitung von Sandböden und Einschätzung des Erfolges. Arch. Acker-Pflanzenbau Bodenkunde, Vol. 41, nr. 5, S. 383-402.
- FRIELINGHAUS, MO. ET AL. (1997): Merkblätter zur Bodenerosion in Brandenburg. ZALF-Berichte Nr. 27, Müncheberg.

- FRIELINGHAUS, MO. ET AL. (1997): Maßstäbe bodenschonender landwirtschaftlicher Bodennutzung - Erarbeitung von Beurteilungskriterien und Meßparametern als Grundlagen für fachliche Regelungsansätze. Bericht zum Teil 1 des Forschungsvorhabens Nr. 107 02 009 des Umwelt-Bundesamtes.
- FRIELINGHAUS, MO. (1999): Schutz des Bodens. Umweltschutz - Grundlagen und Praxis. Hrsg. K. Buchwald u. W. Engelhardt. Bonn, Economica Verlag, Band 4 - Schutz des Bodens.
- FUNK, R.; FRIELINGHAUS, M.; THIÈRE, J. (1996): Risikosabschätzung der Winderosion für das Land Mecklenburg-Vorpommern als Grundlage für Schutzstrategien. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 79, 379-382.
- FÜRST, D., KIEMSTEDT, H. ET.AL. (1989): Umweltqualitätsziele für die ökologische Planung. UBA-Texte 34/92, Berlin.
- GEOLOGISCHES LANDESAMT MECKLENBURG-VORPOMMERN (Hrsg.) (1998): Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern - Bodenerosion. Schwerin. 80 S.
- HELMING, K. UND BRUNOTTE, J. (1992): Rauhe Ackeroberfläche - Technische Verwirklichung und Bedeutung für Verschlammung und Erosion. Deutsche Zuckerrübenzeitung 27 (2): 7.
- KRAUSE, M. (1996): Mulchsaatverfahren zu Zuckerrüben unter praktischen Bedingungen. Diplomarbeit Humboldt-Universität zu Berlin. 63 S.
- KRETSCHMER, H.; PFEFFER, H. U.A. (1995): Strukturelemente in Agrarlandschaften Ostdeutschlands. ZALF-Bericht Nr. 19, Müncheberg.
- LIEBEROTH, I.; DUNKELGOD, P.; GUNIA, W.; THIÈRE, J.: Auswertungsrichtlinie MMK Stand 1983. AdL, FZB Müncheberg (1983) 55 S.
- LOSCH, S. (1992): Sparsame und schonende Flächeninanspruchnahme - ein unerfüllbares Ziel?. Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, Jg. 5, H. 1, S. 90-102.
- LÜTTKE-ENTRUP, N. (1991): Zwischenfrüchte im integrierten Pflanzenbau - AID Bonn, Heft 1060 Maisbroschüre der Landesforschungsanstalt Paulinenaue. 1993 .
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND NATURSCHUTZ MECKLENBURG-VORPOMMERN (1997): Leitlinien zur ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung.
- RADERSCHALL, R. (1997): Richtlinie zur Bemessung von Gewässerrandstreifen im Land Brandenburg. Entwurf. Projekt im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg.
- RATZKE, U., FRIELINGHAUS, MO. (1992): Berücksichtigung von Wassererosionsfolgen in der Bodenschätzung. Mitteilung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 62, S. 241-244.
- RICHTER, G. (1997): Bodenerosion und Bodenschutz. Wissenschaftliche Buchgemeinschaft. Darmstadt (im Druck).
- SCHMIDT, R. (1991): Genese und anthropogene Entwicklung der Bodendecke am Beispiel einer typischen Bodencatena des Norddeutschen Tieflandes. Petermanns Geographische Mitteilungen, 133, Gotha 1991, 1, S. 29-37.
- SCHMIDT, W.; STAHL, H.; EIKENBUSCH, J. (1996): Bodenerosion durch Wasser - Ein Maßnahmenkatalog. Hrsg. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden.
- SCHWEDER, P.; PÖPLAU, R. (2001): Bodenschutz als eine Arbeitsaufgabe in der Beratung. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Heft 24, S. 7-16.
- SCHWERTMANN, U., VOGL, W, KAINZ, M. (1987): Bodenerosion durch Wasser - Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. 8 Schwarzweißabbildungen, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- SOMMER, C. (1987): Konservierende Bodenbearbeitung - die pflanzenbaulichen Lösung einiger Bodenschutzprobleme. Agrar-Übersicht 38 (12): 12-16.
- SOMMER, C.; BRUNOTTE, J.; ORTMEIER, B. (1994): Einführung von Verfahren der Konservierenden Bodenbearbeitung in die Praxis. Institut für Betriebswirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode. FuE-Vorhaben 87 uM 01, Nr. 222/1994.
- SOMMER, C.; BRUNOTTE, J. (1996): Fachliche Einführung zur Konservierenden Bodenbearbeitung. Konservierende Bodenbearbeitung auf Sandböden. Barnimer Agrartechnische Berichte. Heft 9.
- STEINER (1996): Causes of Soil Degradation and development Approaches to Sustainable Soil Management. GTZ.[engl. version].- Weikersheim: Markgraf.
- THIÈRE, J.; ALTERMANN, M.; LIEBEROTH, I.; RAU, D. (1991): Zur Beurteilung landwirtschaftlicher Nutzflächen nach technologisch wirksamen Standortbedingungen. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenk.; Berlin 35 3, 171-183.
- WERNER, D. (1991): Ursachen für das Entstehen von Schadverdichtungen. Agrartechnik Berlin 41, 2, S. 51-54.
- WOLFGARTEN, H. J.; FRANKEN, H.; ALTENDORF, W. (1987): Mulchsaat oder Direktsaat. In: DLG, Mitt. Frankfurt (Main) 102, 5.; 242 - 244 S.

Bodenabträge in den Sommerhalbjahren 1982-1990 im nordostdeutschen Tiefland auf Testflächen von 50 bis 2500 m² Größe (nach RICHTER, 1998)

Standort Boden/Meißlänge	Hangneigung %	Meßzeitraum	Anzahl Niederschläge	Fruchtart	Bodenabtrag t/ha
Normbraunerde [Luvic Arenosols (M)] Plotlänge 50 m	9 bis 10	V bis IX 82	4	Kartoffeln	18
		V bis IX 83	3	Silomais	4
		VI bis IX 84	6	Kartoffeln	7
		V bis IX 85	6	Silomais	6
		V bis IX 86	6	Kartoffeln	16
		V bis IX 87	18	Silomais	32
		V bis IX 88	5	Kartoffeln	10
		V bis IX 89	6	Silomais	42
		VI bis IX 90	5	Silomais	18
		V bis IX 91	6	Silomais	11
		VI bis VIII 92	6	Mais	2
		VI bis VIII 93	3	Mais	6
		VI bis VIII 94	6	Mais	1
		VI bis VIII 95	6	Mais	3
Parabraunerde [Orthic Luvisols (D)] Plotlänge 20 m	11 bis 14	IV bis IX 83	4	Mais	<1
		V bis IX 84	10	Mais	2
		IV bis IX 85	5	Mais	<1
		IV bis X 86	4	Brache*	1
		V bis X 87	8	Brache	23
				Silomais	9
		IV bis IX 92	2	Silomais	<1
		IV bis IX 93	10	Brache	5
				Winterroggen	<1
		IV bis IX 94	5	Brache	15
				Winterroggen	<1
		Brache	9		
		Winterroggen	<1		
Tieflehm-Fahlerde [Albic Luvisols (M)] Plotlänge 30 m		IV bis X 92	4	Brache	<1 bis 2
		IV bis X 93	7	Brache	<1 bis 2
		IV bis X 94	19	Brache	14 bis 72
		IV bis X 95	12	Brache	<1 bis 5
Parabraunerde aus Geschiebelehm [Calcic Luvisols (B)] Hanglänge 250 m Hanglänge 200 m	5 bis 6	IV 84	1	Zuckerrüben	170
	9 bis 12	VI bis VIII 86	3	Kartoffeln	12
		VI bis VIII 87	6	Zuckerrüben	90

* Brache immer saattetbereite Schwarzbrache M = Müncheberg D = Dedelow B = Bruch

