



Bodenerosion durch Wasser

**Ursachen, Bedeutung
und Umgang in der
landwirtschaftlichen Praxis
von NRW**

Das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz förderte durch finanzielle Unterstützung die von der Landwirtschaftskammer NRW durchgeführte Erosionsschutzberatung durch die spezielle Entwicklung

- des GIS-gestützten Erosionsschutzberatungsinstrumentes EMiL (Erosionsmanagement in der Landwirtschaft)
- die Erarbeitung NRW-spezifischer C-Faktoren für die ABAG
- die Ausarbeitung und den Druck der vorliegenden Broschüre.

Inhalt

1	Einführung	4
2	Boden – ein Medium mit vielfältigen Funktionen	6
3	Bedeutung der Bodenerosion	7
4	Typische Abtragsformen durch Erosion	9
4.1	Grabenerosion	9
4.2	Rinnenerosion	10
4.3	Flächen- und Rillenerosion	11
5	Ursachen der verstärkten Erosion von Ackerflächen	12
5.1	Schäden durch Erosion auf dem Feld selbst (onsite-Schäden)	13
5.2	Schäden durch Erosion außerhalb des Feldes (offsite-Schäden)	14
6	Erosionsschutzberatung in NRW	15
6.1	Die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG)	15
6.2	NRW-Datengrundlagen zur Ableitung der ABAG- Faktoren	17
6.3	Einstufung der Erosionsgefährdung	21
6.4	Anwendung von EMiL in NRW	22
7	Möglichkeiten des Landwirts zur Minderung der Bodenerosion	29
7.1	Acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen	30
7.1.1	Konservierende Bodenbearbeitung in Kombination mit Mulchsaat- und Direktsaatverfahren	30
7.1.2	Fruchtfolge und Zwischenfruchtanbau	31
7.2	Erosionsmindernde Hang-, Flur- oder Schlag- gestaltung	33
7.2.1	Verkürzen der Hanglänge	33
7.2.2	Begrünen des Vorgewendes	34
7.2.3	Änderung der Bearbeitungsrichtung	35
	Impressum	37

1 Einführung

Der Boden ist – zusammen mit den Medien Wasser und Luft – die wichtigste Grundlage für das Dasein des Menschen auf der Erde. Hinzu kommt, dass die zur Nahrungsmittelerzeugung geeigneten Böden begrenzt sind und deren Fläche durch andere Nutzungen (Abb. 1) zunehmend knapper wird.

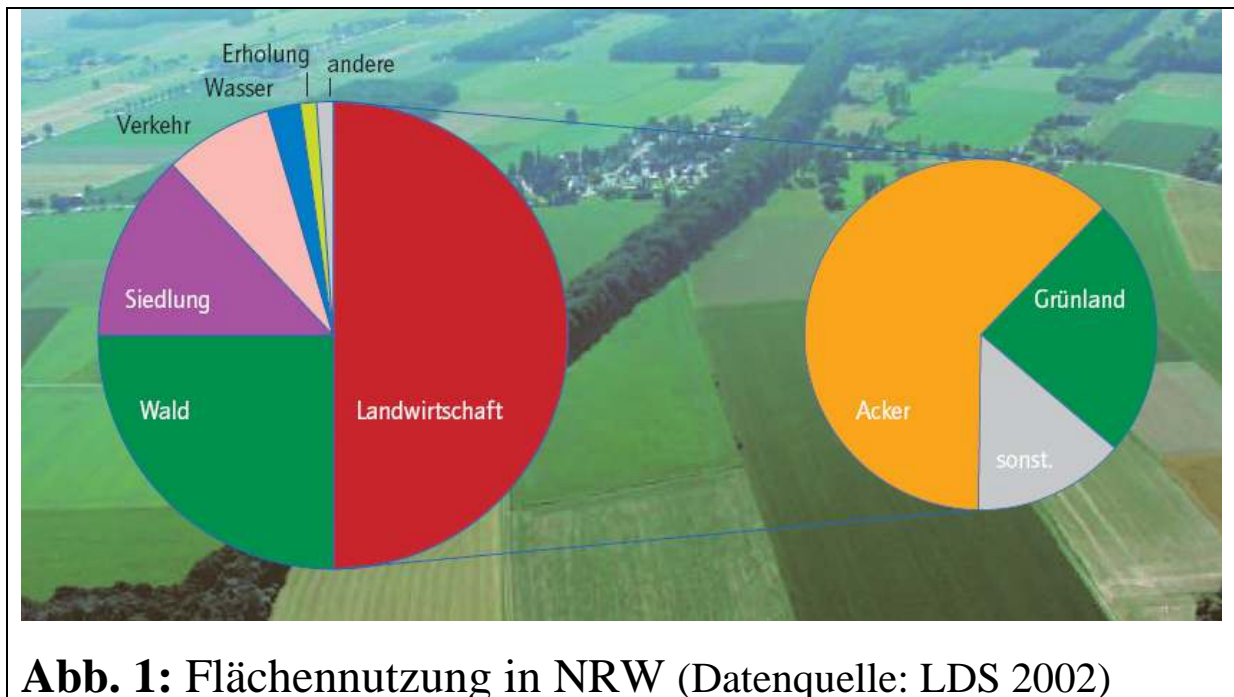


Abb. 1: Flächennutzung in NRW (Datenquelle: LDS 2002)

Die Landwirte haben ein großes Interesse an der Erhaltung des Bodens und seiner Fruchtbarkeit. Aber auch die Allgemeinheit ist daran interessiert, dass der Boden seine ökologischen Funktionen, z.B. als Filter und Puffer in Stoffkreisläufen oder als Wasserspeicher, dauerhaft erfüllen kann.

Das Eigeninteresse der Landwirte und das Allgemeininteresse unterstreichen die Wichtigkeit des Bodenschutzes. Deshalb enthält das in den Jahren 1998 bis 2000 geschaffene Bodenschutzrecht auch Regelungen zum Schutz des Bodens in der Landwirtschaft. Dies ermöglicht, dass (z.B. in besonders gravierenden Fällen von Bodenerosion) letztendlich sogar Anordnungen zur Gefahrenabwehr ausgesprochen werden können.

Der Leitgedanke ist primär, Bodenschutz durch Vorsorge zu betreiben. Vorsorgender Bodenschutz ist absolut vorrangig, denn ist der Boden erst einmal geschädigt, so kann er nur noch in sehr wenigen Fällen (auch nach technisch aufwändiger und teurer Sanierung) in seine natürliche Leistungsfähigkeit zurückversetzt werden.

Um diesem Leitgedanken Rechnung zu tragen, sollte in NRW der Weg der Gefahrenabwehr mit einfachen Mitteln gemäß §3 Absatz 5 BBodSchV beschritten werden: Zur **Gefahrenermittlung** hat die Kreisordnungsbehörde als zuständige untere Bodenschutzbehörde bei Anhaltspunkten für das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung eine orientierende Untersuchung zu veranlassen. Ergeben sich aus der orientierenden Untersuchung konkrete Anhaltspunkte, wird empfohlen, möglichst frühzeitig den Direktor der Landwirtschaftskammer (DLWK) als für die landwirtschaftliche Beratung zuständige Behörde hinzuzuziehen (Bezirksstelle für Agrarstruktur, BfA).

Diese prüft unter Zuhilfenahme der digitalen **Erosionsschutzberatungsanwendung (EMIL)**, ob im Hinblick auf den Bodenabtrag die Voraussetzungen für Gefahrenabwehrmaßnahmen vorliegen. Ein Bericht als Ergebnis der Bewertung wird vom DLWK an die untere Bodenschutzbehörde weitergegeben. Hierin enthalten ist zum einen die fachliche Einschätzung und Bewertung der Erosionssituation auf der Fläche (Vervollständigung der orientierenden Untersuchung um on-site-Aspekte) inkl. der Einschätzung, ob hier eine Gefahrenabwehr mit einfachen Mitteln möglich ist, sowie eine Empfehlung zur weiteren Vorgehensweise.

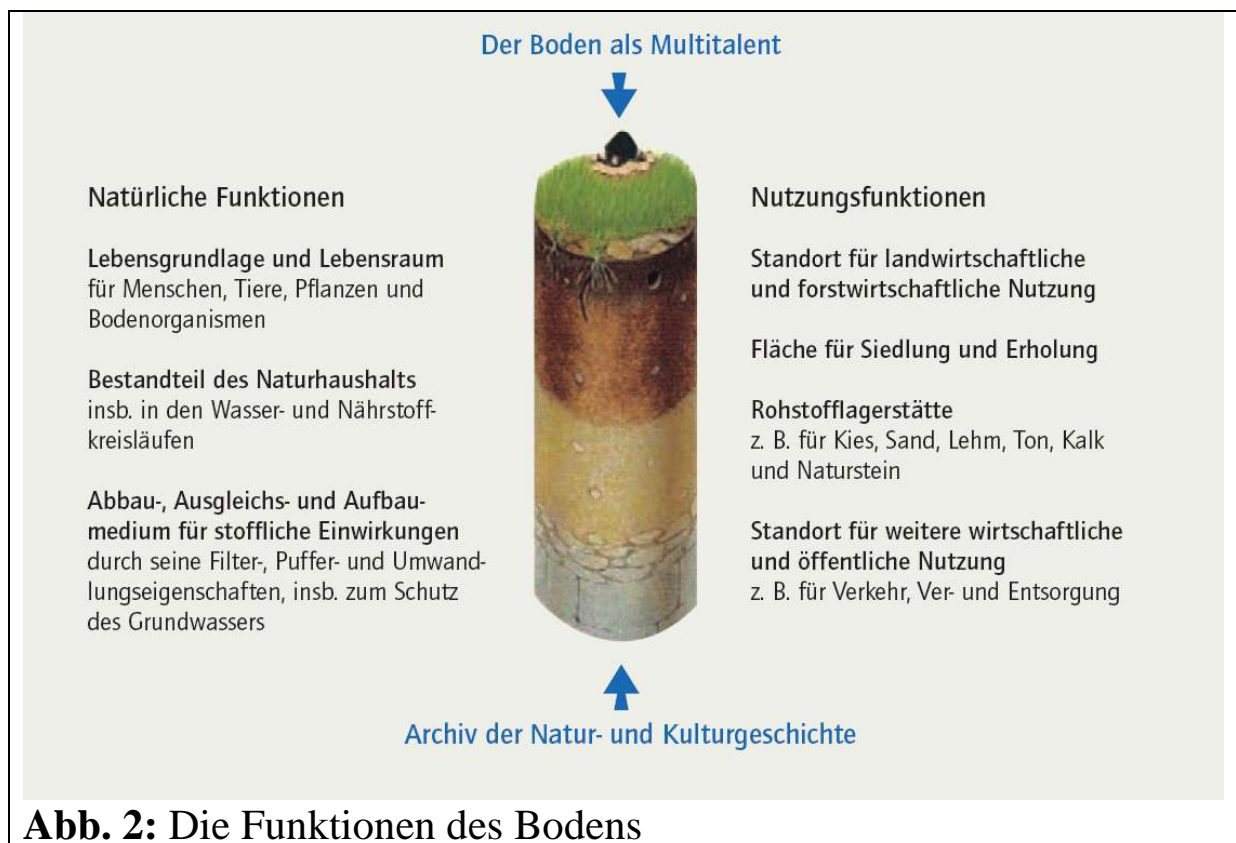
Teilt die untere Bodenschutzbehörde die Einschätzung, dass die bestehenden Gefahren mit **einfachen Mitteln** abgewehrt werden können, sollte von einer Detailuntersuchung abgesehen werden und die begleitende pflanzenbauliche Beratung durch den DLWK einsetzen. Bei Nicht-Befolgen der Beratungsempfehlung kann die untere Bodenschutzbehörde **im Einvernehmen** mit dem DLWK die Beratungsempfehlung als **Maßnahme zur Gefahrenabwehr** anordnen.

Die vorliegende Broschüre, die sich an die Unteren Bodenschutzbehörden wendet, soll die Vorgehensweise bei der Einschätzung und

Bewertung der Erosionssituation durch den DLWK sowie die verfügbaren pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr mit einfachen Mitteln aufzeigen.

2 Boden – ein Medium mit vielfältigen Funktionen

Aus der Sicht des Landwirts ist die Nutzungsfunktion des Bodens die wichtigste. Das Bundes-Bodenschutzgesetz legt aber im § 2 Abs. 2 fest, dass die landwirtschaftliche Nutzung mit den anderen Funktionen gleichrangig ist (siehe Abb. 2).



In der Praxis bedeutet dies, dass auch die natürlichen Funktionen sowie die Bedeutung des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte mit derselben Wertigkeit zu berücksichtigen sind wie die Bodenfruchtbarkeit.

3 Bedeutung der Bodenerosion

Eine bedeutende Gefährdung der natürlichen Fruchtbarkeit ackerbau-lich genutzter Flächen stellt gebietsweise die Bodenerosion durch Wasser dar. Intensive oder lang anhaltende Regenfälle können den Boden besonders dann leicht verfrachten, wenn die Oberfläche nicht durch Pflanzen bewachsen oder nicht durch Mulchmaterial bedeckt ist. Bei ungünstiger Witterung kann es dann dazu kommen, dass das abfließende Regenwasser Bodenteilchen und daran gebundene Stoffe (z.B. Humus, Nährstoffe) aus ihrem Aggregatverbund löst und entlang der Bodenoberfläche wegführt.

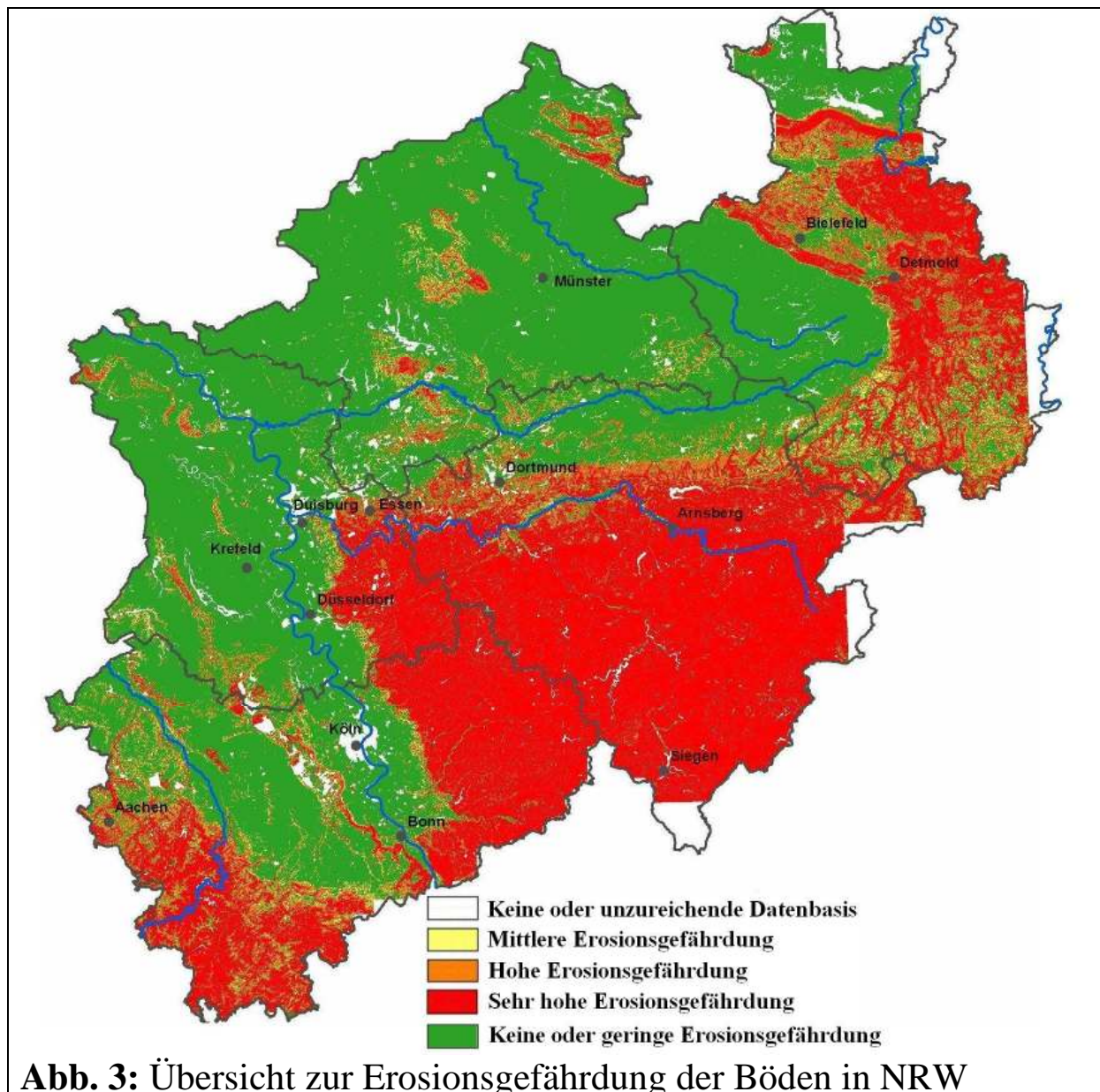


Abb. 3: Übersicht zur Erosionsgefährdung der Böden in NRW

In eher ebenen Landschaftsbereichen (Niederrhein, nördliches Münsterland) tritt Bodenerosion auch nach Starkregen aufgrund der fehlenden Hangneigung eher seltener auf. Die Erosionsgefährdung der Böden in der Soester Börde oder dem niederbergischen Hügelland ist dagegen deutlich höher, da dort die Böden durch eine mächtigere Lößbedeckung charakterisiert sind, die durch einen hohen Anteil besonders leicht erodierbaren Schluffs im Feinboden gekennzeichnet ist.

Einen räumlichen Überblick über die aus der Erosionsanfälligkeit des Bodens, der Erosivität der Niederschläge und der Hangneigung abgeleitete natürliche Erosionsgefährdung der Böden in Nordrhein-Westfalen gibt die vom Geologischen Dienst NRW auf der Basis der Bodenkarte von NRW im Maßstab 1 : 50.000 erarbeitete CD-ROM „Erosions- und Verschlammungsgefährdung der Böden“ (Abbildung 3; siehe auch <http://www.gd.nrw.de>). **Die tatsächliche Erosionsgefährdung kann nur unter zusätzlicher Berücksichtigung der erosionswirksamen Hanglänge, der Bodenbedeckung und eventueller Erosionsschutzmaßnahmen ermittelt werden.**

Durch Wassererosion kommt es zu Veränderungen der Bodenoberflächenausbildung. Im Oberhang verursachen Erosionsvorgänge eine Verflachung der Krume, einhergehend mit einem Verlust an Humus, Nährstoffen sowie durchwurzelbarem Feinboden.

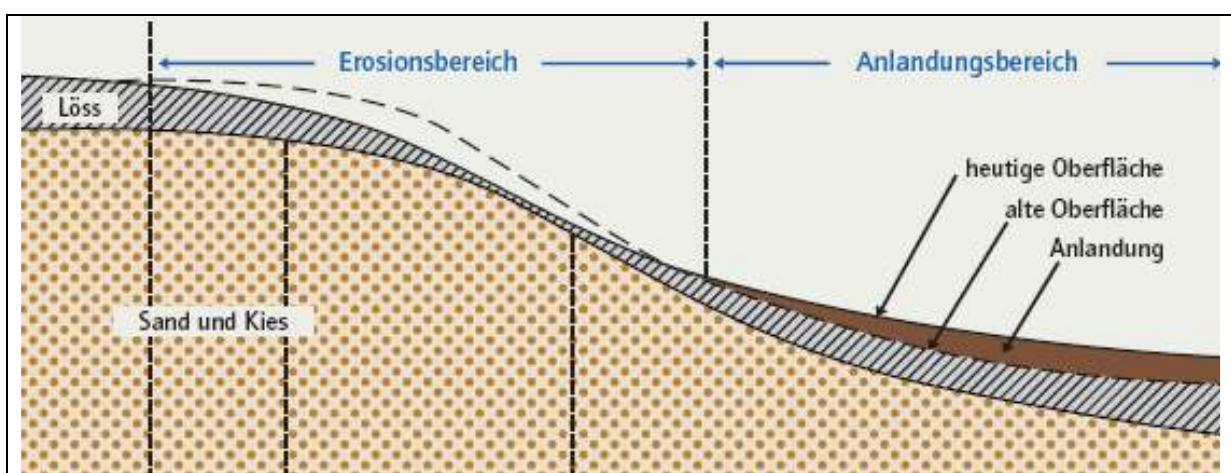


Abb. 4: Veränderung der Bodenoberfläche durch Erosion

Am Unterhang wird durch die Anlandung des Sediments (Titelblatt und Abb. 4) der ursprüngliche Oberboden überdeckt. Häufig lagern

sich am Unterhang nur die groben, sandig-schluffigen Partikel ab (Abb. 9) und führen dort zu einer Verschlechterung der natürlichen Standortfruchtbarkeit.

Die nährstoffreiche, mit Ton- und Humusteilchen angereicherte Feinsubstanz wird zum Teil bis in die Vorfluter gespült und sorgt dort vielfach für eine erhebliche Belastung.

4 Typische Abtragsformen durch Erosion

4.1 Grabenerosion

Am augenfälligsten lassen sich die schädlichen Auswirkungen der Erosion nachvollziehen, wenn es infolge heftiger Regenfälle zur Abspülung großer Erdmassen gekommen ist. Die Schleppkraft der abfließenden Wässer ist so groß, dass sich diese bis in den Unterboden einschneiden.



Abb. 5: Grabenerosion; hier ist der über Jahrtausende entwickelte Boden in nur wenigen Stunden unwiederbringlich verloren gegangen

Durch die dabei auftretende **Grabenerosion (Abträge mit einer Tiefe von mehr als 40 cm)**, die mit Seitenerosion und Auskolkung

einhergeht, gehen zumeist nicht nur die fruchtbare Ackerkrume, sondern vielfach auch ganze Hangbereiche verloren (Abb. 5). Es bedarf dann erheblicher finanzieller, zeit- und arbeitsaufwändiger Anstrengungen, diese Gräben sachgerecht mit herbeigeholtem Bodenmaterial so zu verfüllen, dass eine landwirtschaftliche Nutzung der Flächen weiter möglich ist.

4.2 Rinnenerosion

Bei der Rinnenerosion wird die Ackerkrume durch den ablaufenden Wasserstrom bis zu einer **Tiefe von 10 bis 40 cm** ausgespült.



Abb. 6a: Rinnenerosion in einer von der Hanggeometrie vorgegebenen Tiefenlinie



Abb. 6b: Rinnenerosion mit Übergang zum Grabenreißen entlang einer Fahrspur des Vorgewendes

Die Rinnen folgen auf den Ackerschlägen vielfach den von der Geländeform natürlich vorgegebenen Tiefenlinien oder Leitlinien, die von der Bewirtschaftung der Felder herrühren (Ackerfurchen, Drillreihen, Fahrspuren; Abb. 6a/b). Da sich von der Oberfläche abfließendes

Niederschlagswasser vielfach in Leitlinien bündelt, können sie in besonderem Maße zur Auslösung von linearer Bodenerosion führen oder auch selbst davon betroffen werden.

4.3 Flächen- und Rillenerosion

Bei der Flächen- und Rillenerosion ist das (aktuelle) Erosionsgeschehen bei weitem nicht so augenfällig wie bei der Graben- oder Rinnenerosion. Der Boden wird zumeist flächig und nur wenige Millimeter bis Zentimeter tief abgetragen. Dies ist auch ein Grund dafür, dass die Auswirkungen dieser Erosionsform häufig unterschätzt werden. So kann zum Beispiel ein flächiger Abtrag von nur 3 mm mit dem Auge nicht festgestellt werden. Dennoch gehen bei einem solchen Ereignis pro Hektar ca. 45 Tonnen bzw. 30 m³ (dies entspricht fast zwei LKW-Ladungen) Boden verloren.



Abb. 7: Ablagerungen von Bodensediment im Unterhangbereich durch Flächen- und Rillenerosion am Oberhang. Die Ablagerungen sind wiederum von ausgespülten Erosionsrinnen durchzogen.

Dass diese Erosionsform die Mächtigkeit der Ackerkrume am Abtragsort vermindert, zeigt sich besonders in Jahren mit Hitzeperioden

auch daran, dass das Getreide in den verschiedenen Hangbereichen unterschiedlich abreift. So kommt es in den von Erosion betroffenen Ober- und Mittelhangbereichen aufgrund des geringeren Speichervermögens für Niederschlagswasser schneller zur Notreife des Kornes als am Unterhang.

5 Ursachen der verstärkten Erosion von Ackerflächen

Ist die Ackerkrume ohne Schutz dem Regen ausgesetzt, kann sie leicht verfrachtet werden. Die wichtigsten Faktoren landwirtschaftlicher Nutzung, die sich auf die Erosion auswirken, sind:

- Vergrößerung der Schläge durch die Flurbereinigung (bei der viele „Hindernisse“ wie Hecken, Feldraine, Gräben oder Hangstufen, die sich erosionsmindernd auswirkten, verloren gingen), Schlagvergrößerungen durch Flächenzupacht sowie „Anpassung“ der Parzellengeometrien an die Erfordernisse der modernen Landtechnik;
- Umbruch von Grünland (auch in Hanglagen) und Umwandlung in Ackerflächen;
- Anbau von Feldfrüchten mit weitem Reihenabstand, die den Boden erst spät bedecken (z.B. Mais, Zuckerrüben);
- zu intensive Bodenbearbeitung, die aggregatzerstörend wirken kann und so die Verschlammung fördert;
- Verdichtung des Bodens durch schwere Maschinen (z.B. Zuckerrübenroder) und Anhänger bzw. Transportfahrzeuge, wodurch die Versickerung von Regenwasser in den Unterboden gehemmt und der Oberflächenabfluss gefördert wird.

Zu Schäden durch Erosion kommt es vor allem dann, wenn Starkregen auf lange, geneigte Schläge mit schluffigen bis feinsandigen Böden fallen, die infolge intensiver Bodenbearbeitung keine stabilen Bodenaggregate besitzen und deren Oberfläche nicht durch eine Pflanzen- oder Mulchbedeckung geschützt ist (Abb. 8).

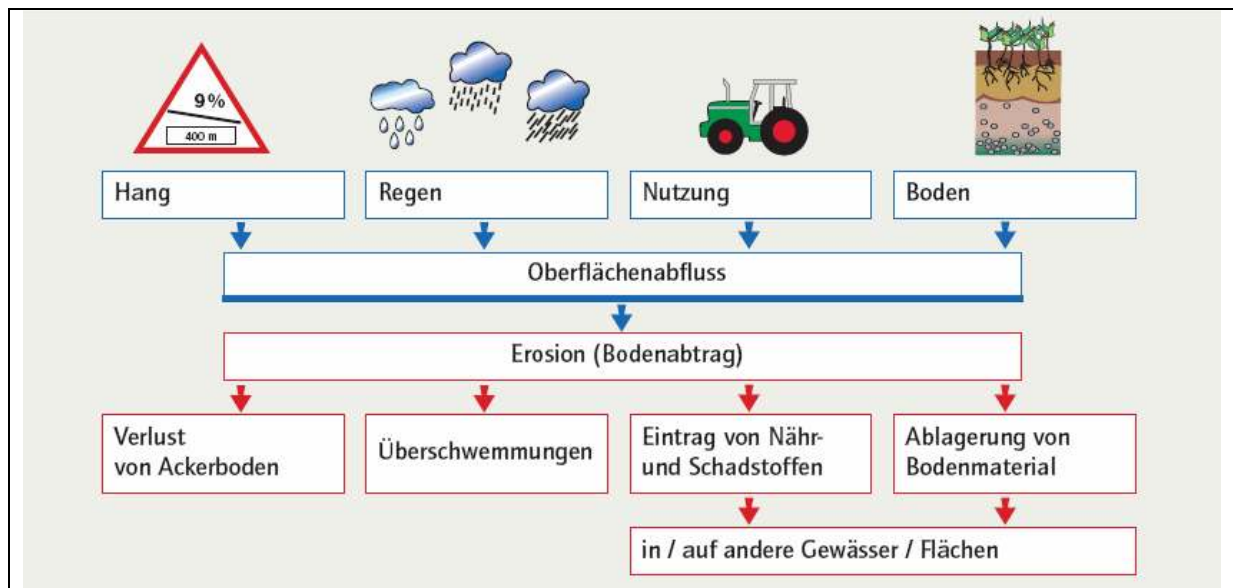


Abb. 8: Ursachen und Folgen der Bodenerosion durch Wasser

5.1 Schäden durch Erosion auf dem Feld selbst (onsite-Schäden)

Durch Wassererosion kommt es auf den Feldern zur Bodenumverteilung bzw. -verlagerung. Zuerst sedimentieren die groben Teilchen (Sand, Grobschluff; Abb. 9), die feineren Bestandteile werden weiter weg transportiert. Dabei können auf der Fläche selbst sichtbare und nicht sichtbare Schäden entstehen.

Sichtbare Schäden sind beispielsweise:

- Verletzung, Entwurzelung, Überdeckung und Vernichtung von Kulturpflanzen
- Erschwertes Befahren der Äcker durch tiefe Erosionsrinnen
- Wegspülen von Saatgut, Dünge- und Pflanzenschutzmitteln vom Ausbringungsort und Ablagerung an unerwünschter Stelle.

Nicht sichtbare Schäden sind beispielsweise:

- Verlust an durchwurzelbarer Bodensubstanz und damit verringertes Wasserspeicher-, Filter- und Puffervermögen
- Verarmung des Bodens an Humus und Pflanzennährstoffen
- Verringerung der Ertragsfähigkeit



Abb. 9: Überdeckung der Ackerkrume am Hangfuß durch absedimentiertes, sandiges Erosionsmaterial

- Zunahme der Flächenheterogenität
- Anreicherung von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln im Ablagerungsbereich.

5.2 Schäden durch Erosion außerhalb des Feldes (offsite-Schäden)

Wenn durch Erosion Bodenmaterial so weit verfrachtet wird, dass es den Acker, von dem es her stammt, verlässt, bezeichnet man dies als offsite-Folgen bzw. offsite-Schäden.

Von offsite-Schäden spricht man vor allem dann, wenn die Ablagerungen von erodiertem Boden die natürlichen Funktionen von anderen Landschaftsteilen (Felder, Wälder, Gewässer, Biotope) oder auch die Nutzungsmöglichkeiten von Wegen, Straßen, kulturtechnischen Anlagen, bebauten Grundstücken u.a. Arealen in nicht unerheblichem Maße beeinträchtigen (Abb. 10).

Da gerade die Feinbestandteile des Bodens, die konzentrierter mit Humus, Nähr- und Schadstoffen beladen sind, vielfach bis in die Vorfluter verfrachtet werden, kann dort die Bodenerosion – auch bei optisch weniger spektakulären Eintragungsmengen – zu erheblichen, teilweise nachhaltigen bis irreversiblen Störungen des ökologischen Gleichgewichts führen. Dies gilt es zu verhindern.



Abb. 10: Räumung einer Kreisstraße von Erosionsmaterial zur Wiederherstellung der Verkehrssicherheit

6 Erosionsschutzberatung in NRW

Bodenerosion ist ein von der Öffentlichkeit vielfach erst dann wahrgenommenes Problem, wenn infolge von Starkregenereignissen Bodenablagerungen Straßen, Wege und Infrastruktureinrichtungen „verschlammen“. Aber es sind nicht nur diese „spektakulären Ereignisse“, die die natürliche Fruchtbarkeit der Felder gefährden. Langfristige on-site-Schäden entstehen vielfach, wenn es immer wieder auf der gleichen Fläche zu Erosionsgeschehnissen kommt.

Die Entwicklung vom Ausgangsgestein zu einem für Pflanzen tiefgründig durchwurzelbaren Boden dauert Jahrtausende. Deshalb ist es von besonderer Dringlichkeit, die Erosion auf ein möglichst niedriges Niveau zurückzudrängen bzw. abzuwenden. Sonst geht der Boden schneller verloren als er durch die natürliche Verwitterung neu gebildet wird.

Zur Abschätzung der Erosionsgefährdung und Ableitung von erosionsmindernden Maßnahmen wird in NRW die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG) herangezogen. Dieses Prognosemodell liefert Aussagen

- wie hoch der potenzielle mittlere langjährige Bodenabtrag an einem speziellen Standort bei entsprechender Nutzung ist,
- ob dieser Bodenabtrag über oder unter einem tolerierbaren Maß liegt (s. Abb. 13),
- wie und in welchem Umfang sich eventuell zu ergreifende anbautechnische Maßnahmen auf die zu erwartenden Bodenabträge mindernd auswirken.

6.1 Die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG)

Die ABAG ist eine allgemein bekannte und oft verwendete methodische Grundlage für die Abschätzung der Bodenerosion durch Wasser. Sie geht zurück auf die 1978 von WISCHMEIER und SMITH veröffentlichte „Universal Soil Loss Equation“ (USLE). Die USLE beruht auf Auswertungen einer großen Anzahl von Feldversuchen in den USA. Die USLE wurde dann von SCHWERTMANN, VOGL und KAINZ (1987) auf bayerische Verhältnisse als „Allgemeine Bodenabtragungsgleichung“ angepasst. Mittlerweile steht die ABAG in der Bun-

desrepublik als DIN-Norm 19708 „Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser“ zur Verfügung.

Die ABAG ist eine Faktorengleichung (siehe unten), mit der flächenspezifisch der langjährige mittlere Bodenabtrag in Tonnen pro Hektar abgeschätzt wird. Eingangsgrößen für die ABAG bilden die lokalen Werte für die Erosivität der Niederschläge, die Erodierbarkeit des Bodens, die Hanglänge, die Hangneigung, die von der Fruchtfolge gegebene Bodenbedeckung, die Art und Weise der Bodenbearbeitung sowie die bereits ergriffenen Erosionsschutzmaßnahmen.

Nach der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung wird die Bodenerosion durch Wasser berechnet als:

$$A = R * K * L * S * C * P$$

wobei:

A = Langjähriger, mittlerer Bodenabtrag in t/(ha * a)
(zu berechnende Zielgröße)

R = Regen- und Oberflächenabflussfaktor: Maß für die Erosivität der Niederschläge, berechnet aus der Niederschlagsintensität aller erosionswirksamen Einzelregen eines Jahres

K = Bodenerodierbarkeitsfaktor: Maß für die Erodierbarkeit des Bodens, berechnet aus einer Reihe von Bodeneigenschaften

L = Hanglängenfaktor: Verhältnis des Bodenabtrags eines Hanges gegebener Länge zum Standardhang der USLE (22 m Länge)

S = Hangneigungsfaktor: Verhältnis des Bodenabtrags eines Hanges gegebener Neigung zum Standardhang der USLE (9 % Neigung)

C = Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor: Verhältnis des Bodenabtrags unter beliebiger Bewirtschaftung (z.B. Kulturpflanze) zur Schwarzbrache

P = Erosionsschutzfaktor: Verhältnis des Bodenabtrags bei beliebigen Erosionsschutzmaßnahmen (z.B. Konturpflügen) zu den Verhältnissen ohne jegliche Schutzmaßnahmen

6.2 NRW-Datengrundlagen zur Ableitung der ABAG-Faktoren

R-Faktor

Vom Geologischen Dienst wurden von ca. 130 Niederschlagsstationen in NRW die langjährigen Aufzeichnungen hochauflösender Niederschlagsdaten (in 5-Minuten-Schritten) ausgewertet und regionalisiert (Abb. 11). Die Ergebnisse sind in einer sog. Isoerodentenkarte (Isoerodenten sind Linien gleicher Regenerosivitäten) veröffentlicht. Dieser Isoerodentenkarte kann die gebietspezifische Wirksamkeit der Niederschläge (= R-Faktor) in Bezug zur Erosion entnommen werden.

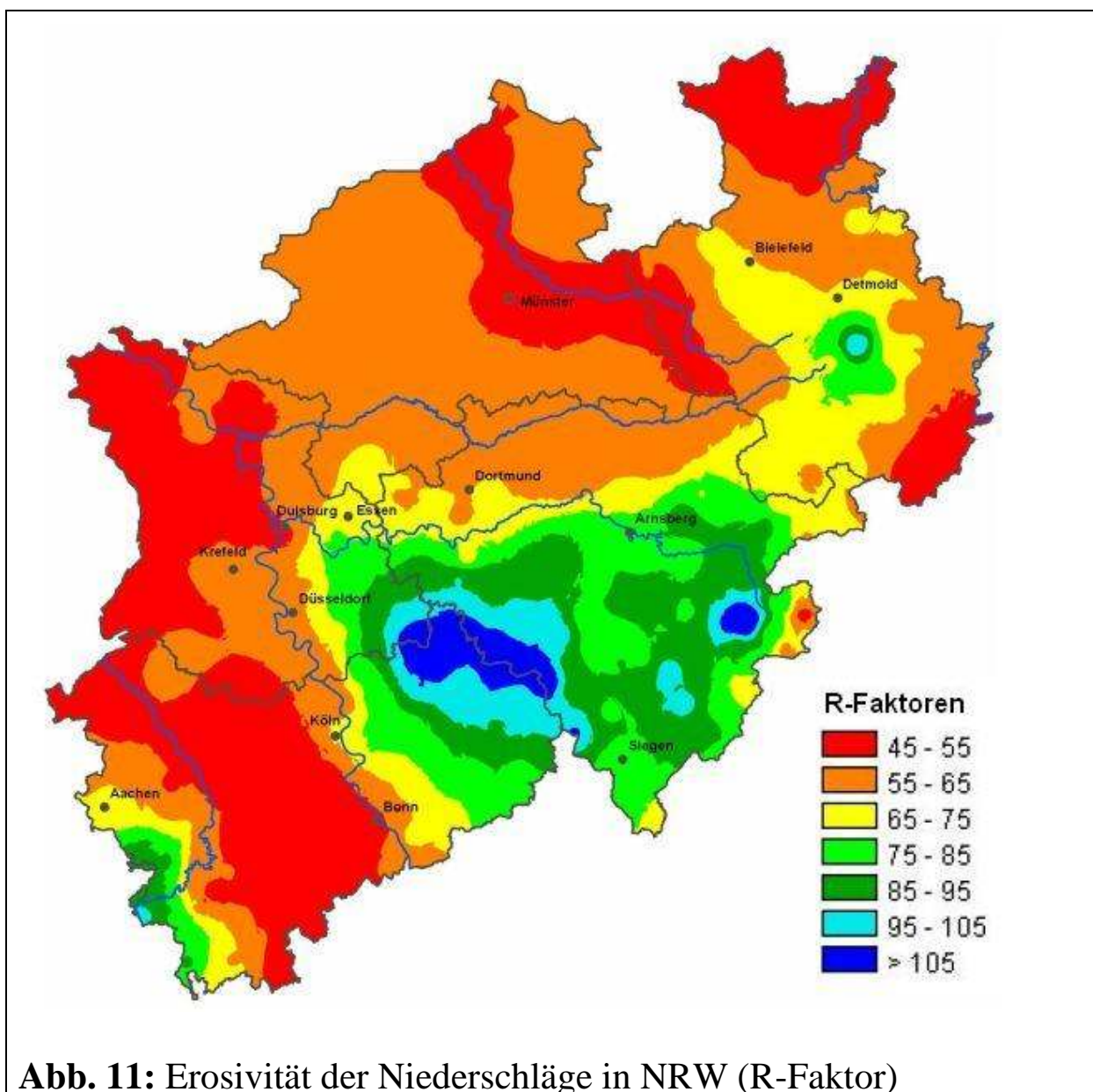


Abb. 11: Erosivität der Niederschläge in NRW (R-Faktor)

K-Faktor

Der K-Faktor setzt sich aus Teilfunktionen zur Bodenart, zum Humusgehalt und zur Steinbedeckung zusammen. Die Daten hierzu können entweder aus digitalen Bodenkarten (Informationssystem Bodenkarte zur Standorterkundung 1 : 5.000 (IS BK 5), Herausgeber: Geologischer Dienst) ausgelesen oder, falls entsprechende Karten nicht vorliegen, behelfsweise aus den Angaben der analogen Bodenkarten 1 : 5.000 bzw. aus den Karten der Reichsbodenschätzung abgeleitet werden.

S- und L-Faktor

Der S- und L-Faktor können vor Ort durch Messungen von Hangneigung und Hanglänge ermittelt werden (fallweise werden diese beiden Faktoren zum LS-Faktor zusammengefasst). Weniger zeitaufwändig ist die Ableitung des S-Faktors aus dem digitalen Geländemodell (DGM) des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen. Im Rahmen der Erosionsschutzberatung sollte auf das DGM mit einem Rasterabstand von 10 m zurückgegriffen werden.

Für die Erstellung von Übersichtskarten, wie z.B. die „Karte zur Erosions- und Verschlammungsgefährdung der Böden“ (Abb. 3), genügt die Auflösung des DGM 25 (Rasterpunktweite = 50 m). Aus diesen Geländemodellen werden die Hangneigungen berechnet. Die jeweilige erosive Hanglänge zur Ermittlung der Daten für den L-Faktor (Strecke zwischen dem Ort, an dem der Bodenabtrag beginnt bzw. durch Sedimentation endet) muss vom Sachverständigen (Erosionsschutzberater) vor Ort ermittelt werden.

P-Faktor

Durch den **Erosionsschutzfaktor P** wird die Erosionsschutzwirkung einer Konturnutzung mit einbezogen. Konturnutzung bedeutet, dass die Bodenbearbeitung und Saat möglichst parallel zu den Höhenlinien erfolgt (vielfach ist dies allerdings nur quer zum Hang möglich). Diese Form der Nutzung führt zu einer Verminderung des Bodenabtrags, da abfließendes Niederschlagswasser parallel zu den Höhenlinien abgeleitet wird. Dadurch hat das Wasser weitaus weniger Energie zur Ablösung von Bodenmaterial. Die Konturnutzung funktioniert allerdings nur bei schwach erosiven Niederschlägen. Extreme Nieder-

schlagsereignisse führen zum Durchbruch der Furchen/Saatreihen und es kommt trotzdem zur Rillen- und Grabenerosion.

C-Faktor

Wesentlichen Einfluss auf die Erodierbarkeit der Böden durch abfließendes Wasser hat die Bodenbedeckung durch Pflanzen oder Pflanzenreste. Die Bodenbedeckung fließt zusammen mit der Verteilung der erosiven Niederschläge in den C-Faktor ein. Bislang existierten lediglich C-Faktoren für das Bundesland Bayern, die wegen der fehlenden Anpassung an die Witterungs- und Wachstumsbedingungen in NRW nicht unbedingt die hiesigen Verhältnisse widerspiegeln. Ferner gibt es in den entsprechenden Tabellenwerken nur C-Faktoren für komplette Fruchtfolgen (nicht für einzelne Kulturen) und das Bestellverfahren (Pflugfurche, Mulchsaat oder Direktsaat) kann nicht für einzelne Kulturen in der Fruchtfolge variiert werden.


Wegen dieser Nachteile wurden zur Verbesserung der Erosionsprognose in den vergangenen Jahren NRW-spezifische C-Faktoren für die wichtigsten Kulturen erarbeitet. Um den regional unterschiedlichen Niederschlags- und Vegetationsbedingungen Rechnung tragen zu können, wurden die C-Faktoren für drei verschiedene Höhenstufen (bis 100, 100 bis 200, ab 200 m über NN) abgeleitet. Da das Bestellverfahren erheblichen Einfluss auf die Bodenbedeckung hat, wurde zusätzlich zwischen konventioneller Bestellung (Herbst-, Frühjahrsfurche), Mulchsaat und Direktsaat differenziert. Seit Ende 2006 liegen auch vorläufige C-Faktoren für verschiedene Gemüsearten vor.

Tab. 1: NRW-C-Faktoren für wichtige Feldfrüchte bei unterschiedlichem Bestellverfahren (Höhenstufe bis 100 m ü. NN)

Feldfrucht	Herbstfurche	Mulchsaat	Direktsaat
Winterweizen	0,10	0,03	0,03
Silomais	0,50	0,08	0,08
Wintergerste	0,06	0,03	0,02
Rüben	0,25	0,10	0,10
Winterraps	0,11	0,04	0,03
Kartoffeln	0,47	0,57	
Hafer	0,08	0,02	0,02

In der Beratung wird jedoch nicht der C-Faktor für eine einzelne Kultur, sondern für die gesamte Fruchtfolge benötigt. Dieser kann mit einer Excel-Anwendung für beliebige Kulturarten- und Bestellverfahrenskombinationen ermittelt werden.

Um die fach- und sachgerechte Anwendung der auf NRW angepassten C-Faktoren im Land sicherzustellen, stellt die Landwirtschaftskammer anderen Behörden, externen Beratern und Gutachtern diese Anwendung im Internet kostenlos zum Download zur Verfügung (s. Abb. 12).



Berechnung des C-Faktors

Höhenlage (m über NN):	bis 100	C-Faktor berechnen
Bodenbearbeitung:	Standard	
Fruchtfolge	Bestellverfahren	Eingaben löschen
Silomais	Direktsaat	
Winterweizen	Herbstfurche	
Sommergerste	Mulchsaat	
Wintergerste	Mulchsaat	
		Daten in Blatt ZUSAMMENFASSUNG übertragen
C-Faktor:	0,047	

(LWK NRW 28.04.2006 - Jacobs, Schneider)

Abb. 12: Beispiel zur Berechnung des C-Faktors einer hinsichtlich Region und Anbausystem modular aufgebauten Fruchtfolge mit dem Berechnungsprogramm der LWK

Download unter:
<http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/ackerbau/boden/c-faktoren.htm>

6.3 Einstufung der Erosionsgefährdung

Das Ergebnis der ABAG-Anwendung ist ein potenziell zu erwartender Bodenabtrag, der zur Boden- oder Grünlandgrundzahl (BZ) der Reichsbodenschätzung, die auch die Gründigkeit des Bodens berücksichtigt, in Beziehung gesetzt werden kann.

Wenn der berechnete Bodenabtrag kleiner ist als die $BZ/8$, sind die Anforderungen an die Vorsorge erfüllt, es besteht in der Regel kein Beratungsbedarf (s. Abb. 13). Bei höheren Werten ist es das Ziel der Beratung, die Bewirtschaftung der Schläge so zu verändern, dass der Wert $BZ/8$ unterschritten wird. Die Überprüfung erfolgt mittels entsprechender ABAG-Berechnungen

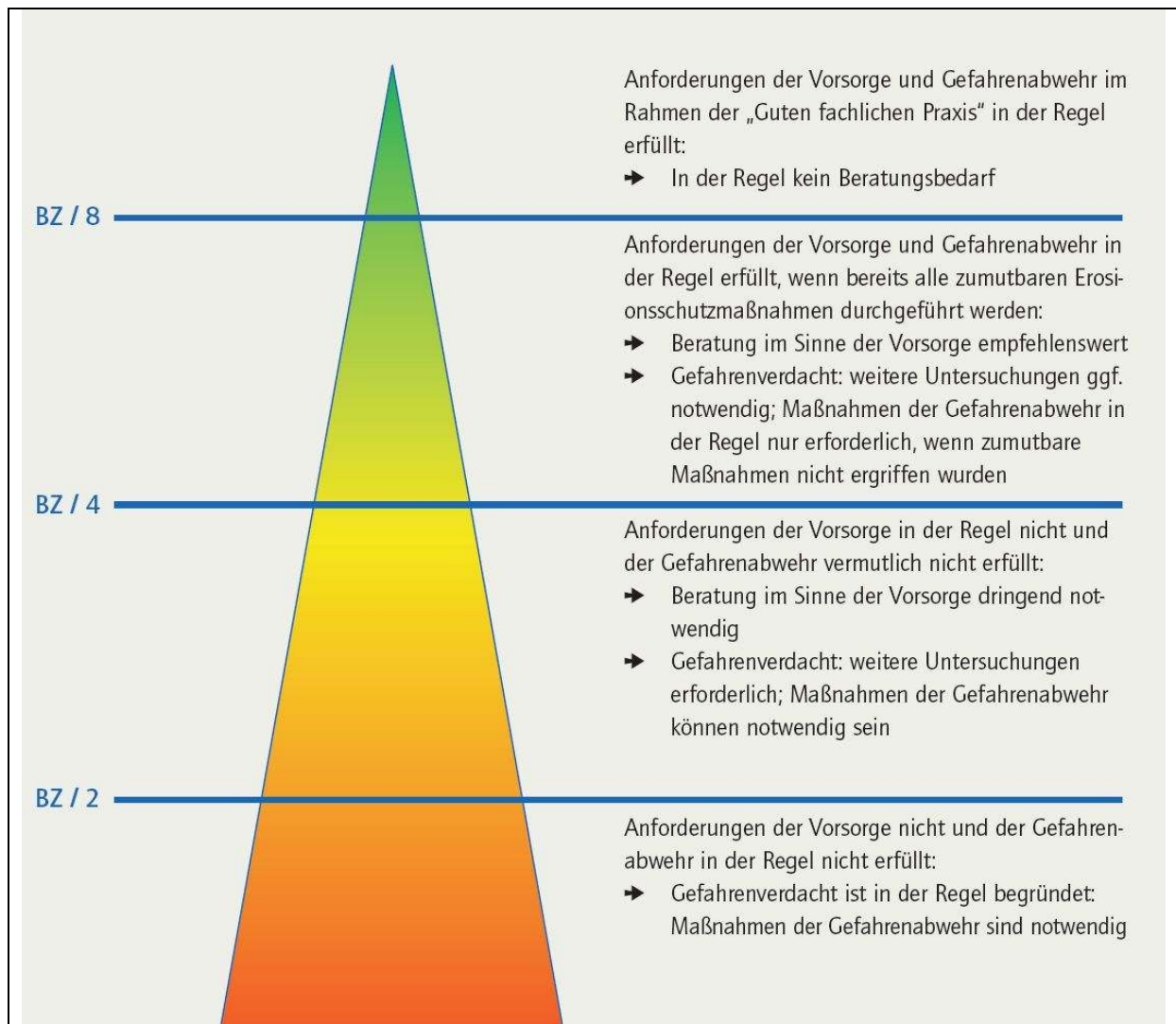


Abb. 13: Einschätzung der langjährigen mittleren Bodenabträge anhand der Bodenzahl (BZ) und der daraus abzuleitende Handlungsbedarf

Stellt der Berater der LWK fest, dass neben Flächen- oder Schichterosion noch Rinnen- und Grabenerosion regelmäßig auftreten, muss er diese gesondert berücksichtigen, da die ABAG nicht in der Lage ist, die Bodenverluste solcher Erosionsformen abzuschätzen.

6.4 Anwendung von EMiL in NRW

Für die Erosionsschutzberatung sind auf Ebene des Regierungsbezirks die Wasser- und Bodenspezialisten der Bezirksstellen für Agrarstruktur der Landwirtschaftskammern zuständig (vgl. Tab. 2). Diese Berater sind mit einem speziell auf die Bedingungen in NRW optimierten EDV-Programm ausgerüstet (Abb. 14).

Das Programm **EMiL** (Erosionsmanagement in der Landwirtschaft) verknüpft das Modell der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung mit verschiedenen in NRW schon vorhandenen (Geo)Basisdaten wie z.B. digitalen Bodenkarten, digitalen Geländemodellen und digitalen Niederschlagsdaten sowie der Möglichkeit,

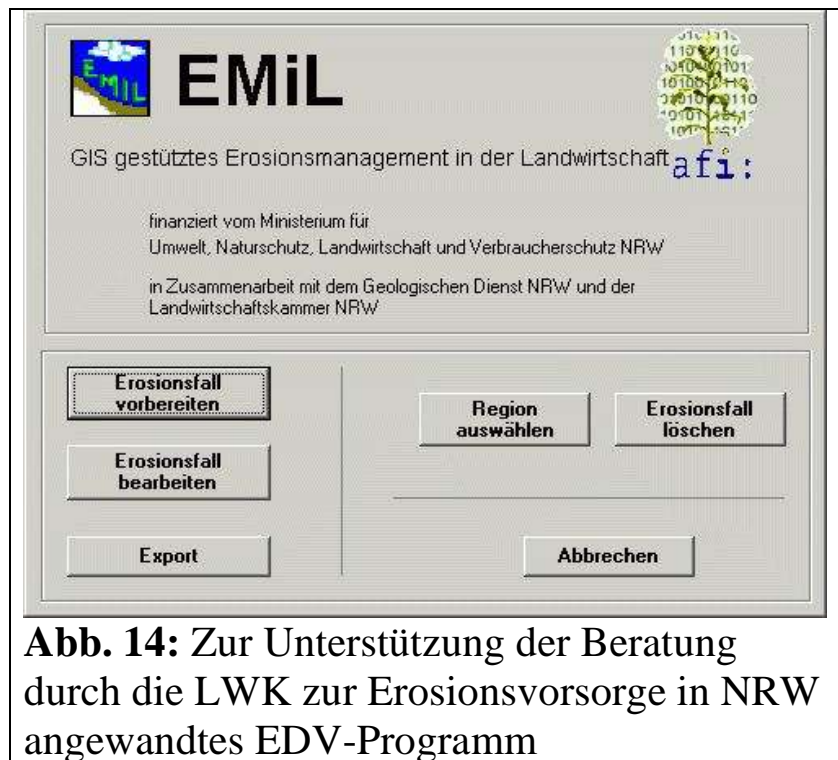


Abb. 14: Zur Unterstützung der Beratung durch die LWK zur Erosionsvorsorge in NRW angewandtes EDV-Programm

die Fruchtfolge- und Anbauverfahren des Landwirts vor Ort in modularer Weise eingeben zu können.

Mit EMiL können auch die Fruchtfolgen frei kombiniert werden und es besteht die Möglichkeit, für jede Kultur innerhalb der definierten Fruchtfolge ein spezifisches Bodenbearbeitungsverfahren (Herbst- bzw. Frühjahrsfurche, Mulchsaat, Direktsaat) zu definieren.

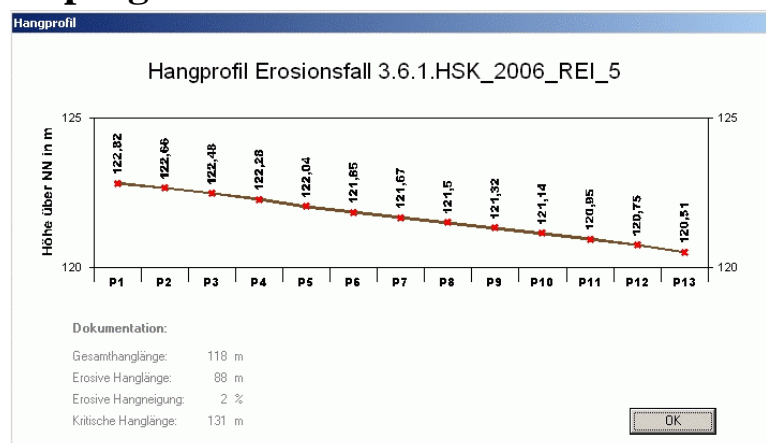
Datengrundlage

Für die in die ABAG einfließenden Faktoren werden nach Möglichkeit digital vorliegende Daten verwendet. Im Einzelnen sind dies:

- Für den R-Faktor:
Karte zu den NRW-R-Faktoren des GD NRW (vgl. Abb. 11)
- Für den K-Faktor:
digitale Bodenkarte 1 : 5.000 (sofern vorhanden, ansonsten Eingabe der Informationen aus der Karte der Reichsbodenschätzung (ReiBo) bzw. der analogen Bodenkarte)
- Für den L-Faktor:
Digitalisierung der Strecke zwischen dem Ort, an dem der Bodenabtrag beginnt bzw. durch Sedimentation endet
- Für den S-Faktor:
Informationen aus dem Digitalen Geländemodell (DGM5) des Landesvermessungsamtes (LVermA) NRW
- Für den C-Faktor:
NRW-spezifische Teil-C-Faktoren für die eingegebenen Kulturen der Fruchtfolge in Abhängigkeit von der Höhenlage (DGM5)
- Für den P-Faktor:
Informationen aus dem DGM5 (kritische Hanglänge)

Vorgehensweise der Erosionsprognose mittels EMiL

- Auslesen des relevanten **R-Faktors**. Es ist keine Eingabe erforderlich.
- Erfassung der Erosionslinie
Auf Grundlage der für



den L-Faktor eingegebenen Linie wird das DGM5 ausgewertet. Ein Hangprofil wird erstellt. Am Beginn und Ende der „Erosionslinie“ werden Abschnitte mit einer Hangneigung unter 2% automatisch ausgeschlossen. Für den verbleibenden Teil wird die erosive Hanglänge und die Hangneigung berechnet.

➔ Der **LS-Faktor** wird berechnet.

(Anm.: Gleichzeitig wird die Kritische Hanglänge abgeleitet. Diese wird jedoch erst später zur Berechnung des P-Faktors herangezogen.)

- Eingabe der Informationen zur Bodenart

Dies ist nur erforderlich, wenn die digitale Bodenkarte nicht vorliegt. Es können die Informationen aus der Reichsbodenschätzung oder aus der analogen Bodenkarte verwendet werden. Pro Erosionslinie können bis zu vier Bodenarten eingegeben werden.

The screenshot shows a dialog box titled "Eingabe Bodenart" for "Gruppe 1". It is used for entering soil information for segments 1 to 4 and points 1 to 5. The number of segments is set to 4. There are two tabs: "REIBO" and "Bodenkarte". The "Bodenkarte" tab is active, and the instruction is "Bitte wählen Sie die vorkommenden Bodenarten aus:". The "Bodenart" dropdown is set to "sL (Sandiger Lehm)", "Zustandstufe" is set to "III", and "Entstehung" is set to "Diluvium". There is an unchecked checkbox for "Feinsandiger Standort". At the bottom, the "Berechneter K-Faktor" is 0.4. Buttons for "Fertig" and "Abbrechen" are present.

➔ Der **K-Faktor** wird berechnet.

- Eingabe der Fruchtfolge

Es wird für jedes Jahr der Fruchtfolge die Hauptkulturart und das Bestellverfahren angegeben. Zur Modellierung von Schlagteilungen können für Teile der Erosionslinie (Segmente) unterschiedliche Fruchtfolgen eingegeben werden.

Auswertung der NRW-spezifischen C-Faktoren pro Kulturart / Bestellverfahren unter Berücksichtigung der Höhenlage.

→ Der **C-Faktor** wird berechnet.

Jahr	Kulturpflanze	Bestellverfahren
1. Jahr	Winterraps	Herbstfurche
2. Jahr	Winterweizen	Herbstfurche
3. Jahr	Wintergerste	Herbstfurche
4. Jahr		
5. Jahr		
6. Jahr		
7. Jahr		
8. Jahr		
9. Jahr		
10. Jahr		

Art des Bestellverfahrens: Standardfall

C-Faktor: 0.10

Berechne

Abbrechen Weiter >>

- Eingabe der Bodenbearbeitungs-Richtung
- → Der **P-Faktor** wird berechnet. Zusätzlich fließen hier Informationen aus dem DGM5 (Kritische Hanglänge) sowie aus der Fruchtfolge (Kartoffelanteil) ein.

Bearbeitungsrichtung:

Quer zum Hang

In Gefällrichtung

Kartoffelanteil: 0 %

P-Faktor: 10,68

Abbrechen Weiter >>

Nach den einzelnen Berechnungen der zuvor genannten Faktoren der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung, die im Hintergrund der PC-Anwendung ablaufen, wird dem Anwender von EMiL automatisch ein Ergebnisblatt ausgegeben. In diesem Ergebnisblatt werden neben den Ergebnissen zu den einzelnen Faktoren

als wichtigste Informationen festgehalten, wie hoch denn der Tolerierbare Bodenabtrag für die spezielle Fläche ist und, besonders wichtig als Basis für die weitere Beratung der LWK, wie hoch der Potenzielle Bodenabtrag eingeschätzt wird.

Ist der Potenzielle Abtrag höher als der Tolerierbare Abtrag (wie in dem Beispiel in Abb. 16 dargestellt), ergibt sich der Handlungsbedarf entsprechend dem in Abb. 13 vorgestellten Schema.

Durch den Einsatz des Erosionsprognosemodells wird zunächst der Istzustand zum Erosionsstatus der Fläche beschrieben und dokumentiert. Der wesentliche Vorteil der Erosionsprognose mit EMiL ist aber darüber hinaus, dass sich vor Ort, d.h. beim Landwirt, ohne großen Zeitaufwand mögliche Beiträge zur Erosionsminderung, wie sie sich durch Fruchtfolgeumstellung, andere Bestelltechnik, Flächenteilung oder Änderung des Flächenzuschnitts ergeben, prüfen und demonstrieren lassen.

Durch die speziell auf den Aufgabenbereich abgestimmten Funktionen des Erosionsprognosemodells EMiL ergeben sich folgende Vorteile:

- Geringer Zeitbedarf bei der Erarbeitung
- Minimale Kosten
- Hohe Auflösung bei der Datenerfassung
- Minderung der Fehlerquote durch Teilautomatisierung
- Automatisierte Dokumentation
- NRW-weit einheitliche Aktenführung
- Historisierung des Erosionsereignisses
- Historisierung der Flächennutzer und des Schlages
- Reproduzierbarkeit der Ergebnisse
- Entwicklung von Lösungsszenarien
- Grundlage einzelbetrieblicher Beratung

Tab. 2: Ansprechpartner bei den Bezirksstellen für Agrarstruktur (BfA) der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

BfA	Ansprechpartner	Mail
Arnsberg	Röper, Franz-Josef	Franz-Josef.Roeper@LWK.NRW.de
Düsseldorf	Schumacher, Paul	Paul.Schumacher@LWK.NRW.de
Köln	Hesse, Jürgen	Juergen.Hesse@LWK.NRW.de
Ostwestfalen-Lippe	Irgang, Martin	Martin.Irgang@LWK.NRW.de
Münsterland	Tenspolde, Heribert	Heribert.Tenspolde@LWK.NRW.de



Abb. 15: Erosionsrinnen und (großflächige) Bodenablagerungen erschweren die Flächenbewirtschaftung, mindern den Ertrag. Mit EMiL lassen sich schnell Möglichkeiten zur Erosionsminderung abschätzen

7 Möglichkeiten des Landwirts zur Minderung der Bodenerosion

Tritt auf einem Acker zu hohe Bodenerosion auf, ist dafür zu sorgen, dass diese auf ein unschädliches Niveau zurückgeführt wird. Hierzu sind die am Standort vorliegenden anbautechnischen und natürlichen Bedingungen zu überprüfen und dabei festzustellen, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um die Erosion auf ein tolerierbares Maß zu senken.

In einem ersten Schritt wäre zu überprüfen, ob die Ursachen außerhalb der Flächen zu finden sind. Das ist z.B. der Fall, wenn Wasser aus einem Straßengraben in den Acker überläuft (Abb. 17). Es ist darauf einzuwirken, dass die dafür verantwortlichen Personen/Stellen dann Maßnahmen ergreifen dies zu unterbinden.



Abb. 17: Fremdwasserzutritt durch von einer Straße abfließendes Wasser, das auf dem Acker in einer Tiefenlinie über mehrere Schläge hinweg dem Tal zufließt und z.T. Erosionsrinnen und -gräben ausspült

Liegen die Ursachen auf der Fläche, müssen die erosionsmindernden Maßnahmen auch hier ansetzen. Von den die Erosion bestimmenden Faktoren sind der R-Faktor (Erosivität der Niederschläge), der K-Faktor (Erodierbarkeit des Bodens) und der S-Faktor (Hangneigung) als gegebene Größen anzusehen, die vom Landwirt nicht geändert werden können.

Über acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen hingegen kann auf den C-Faktor (Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor) deutlich Einfluss genommen werden. Daneben kommt die Änderung der Hang-, Flur- oder Schlaggestaltung in Betracht, über die der P-Faktor (Konturbearbeitung) und mit Einschränkungen der L-Faktor (Hanglänge) beeinflusst werden können.

Nachfolgend werden einige Erosionsschutzmaßnahmen und deren Wirkungen genauer vorgestellt.

7.1 Acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen

7.1.1 Konservierende Bodenbearbeitung in Kombination mit Mulchsaat- und Direktsaatverfahren

Mittlerweile liegen langjährige Erfahrungen aus der Forschung und der Praxis vor, die vielfach belegen, dass gerade Mulch- und Direktsaatverfahren einen bedeutenden Beitrag zur Reduzierung der Bodenerosion leisten können. Ziel dieser pfluglosen, konservierenden Bodenbearbeitung ist es, möglichst viel organisches Material (Erntereste, Zwischenfruchtreste) an der Bodenoberfläche zu belassen (Abb. 18).



Abb. 18: Die Einsaat insbesondere von Mais und Zuckerrüben in eine mit abgestorbenem Pflanzenmaterial bedeckte Ackerkrume wirkt dem aggregatzerstörenden Aufprall der Regentropfen entgegen und bremst abfließendes Wasser

Gleichzeitig bleiben stabile Bodenaggregate erhalten und durch diese nichtwendende und nur flach mischende (evtl. tief lockernde) Bodenbearbeitung werden versickerungsfördernde Grobporen wie Wurzelröhren oder Regenwurmgänge nicht unterbrochen. Das oberflächennahe Mulchmaterial wirkt dem aggregatzerstörenden Aufprall der Regentropfen (sog. Splash-Effekt) entgegen und das Niederschlagswasser kann besser in den Boden eindringen, so dass weniger Wasser oberflächlich abfließt. Zusätzlich wird abfließendes Wasser gebremst. Der Bodenabtrag wird dadurch deutlich gesenkt (Abb. 19).

7.1.2 Fruchtfolge und Zwischenfruchtanbau

In welchem Umfang die konservierende Bodenbearbeitung innerhalb der Fruchtfolge angezeigt ist, um den Bodenabtrag auf ein tolerierbares Maß zu senken, kann mit EMiL bzw. der ABAG berechnet werden. Entscheidenden Einfluss haben hierbei die angebauten Kulturarten. Kulturen wie Mais oder Rüben bedecken den Boden erst sehr spät, so dass der Boden zwischen der Ernte der Vorfrucht und dem Erreichen eines ausreichenden Bedeckungsgrades durch den Pflanzenbestand für eine lange Zeitspanne ungeschützt dem Regen ausgesetzt ist.

Der Bodenbedeckungsgrad im Jahresverlauf und der damit verbundene Schutz der Bodenoberfläche vor dem Tropfenaufprall ist die wesentliche Steuergröße für die Infiltrationsrate und Verschlämmungsdynamik. Bodenbedeckung schützt die Krume vor dem Regentropfenaufschlag und Partikelablösung (Abb. 19). Dadurch wird das Entstehen von Oberflächenabfluss während der Regenereignisse wesentlich beeinflusst. In einer Fruchtfolge kann es über mehrere Wochen hinweg zu einer extrem ungünstigen Kombination von Zeiten mit geringer Bodenbedeckung (< 30 %) und dem Auftreten von Starkniederschlägen (mehr als 10 mm bzw. mehr als 10 mm/h) kommen (Abb. 20).

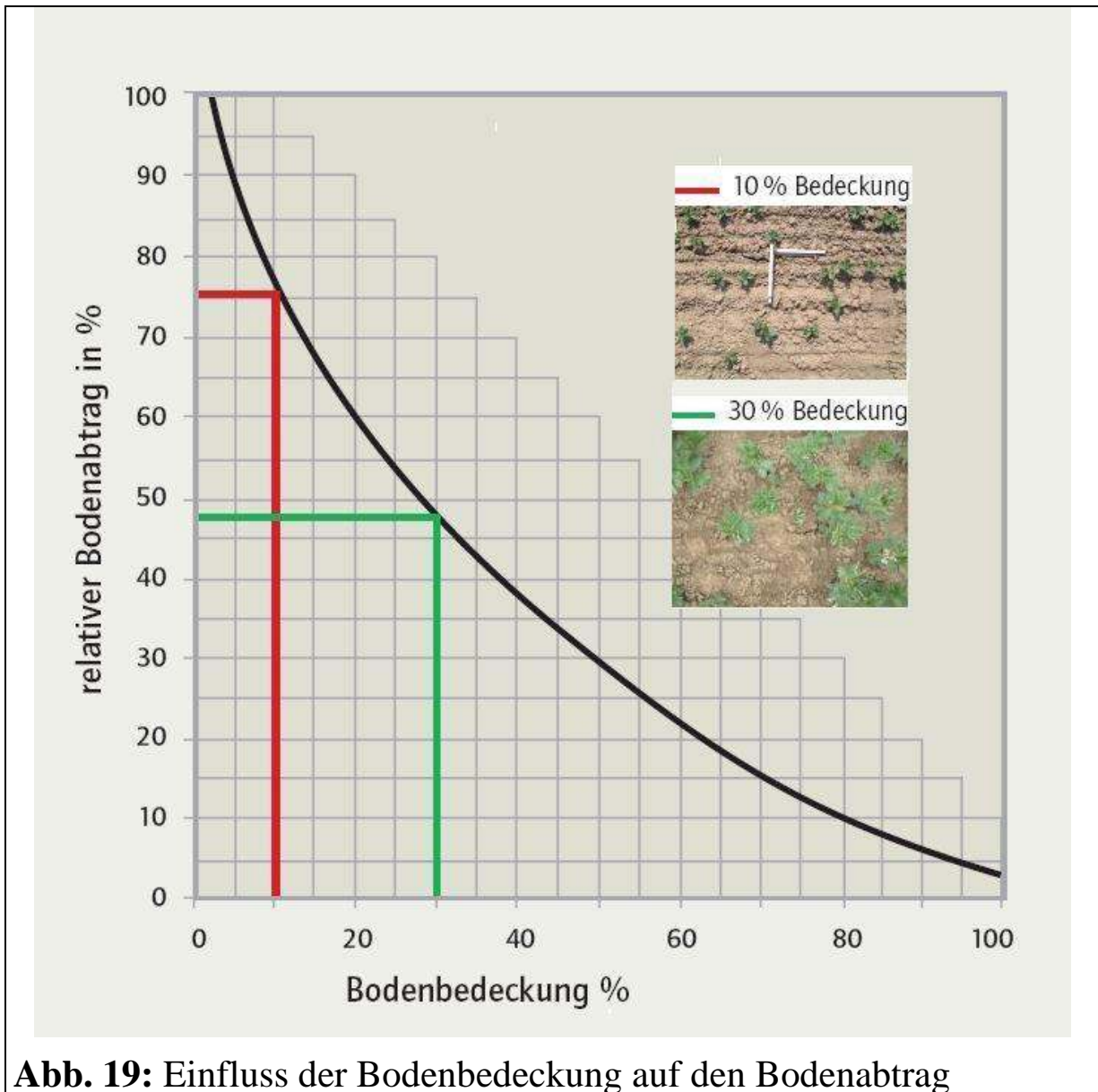
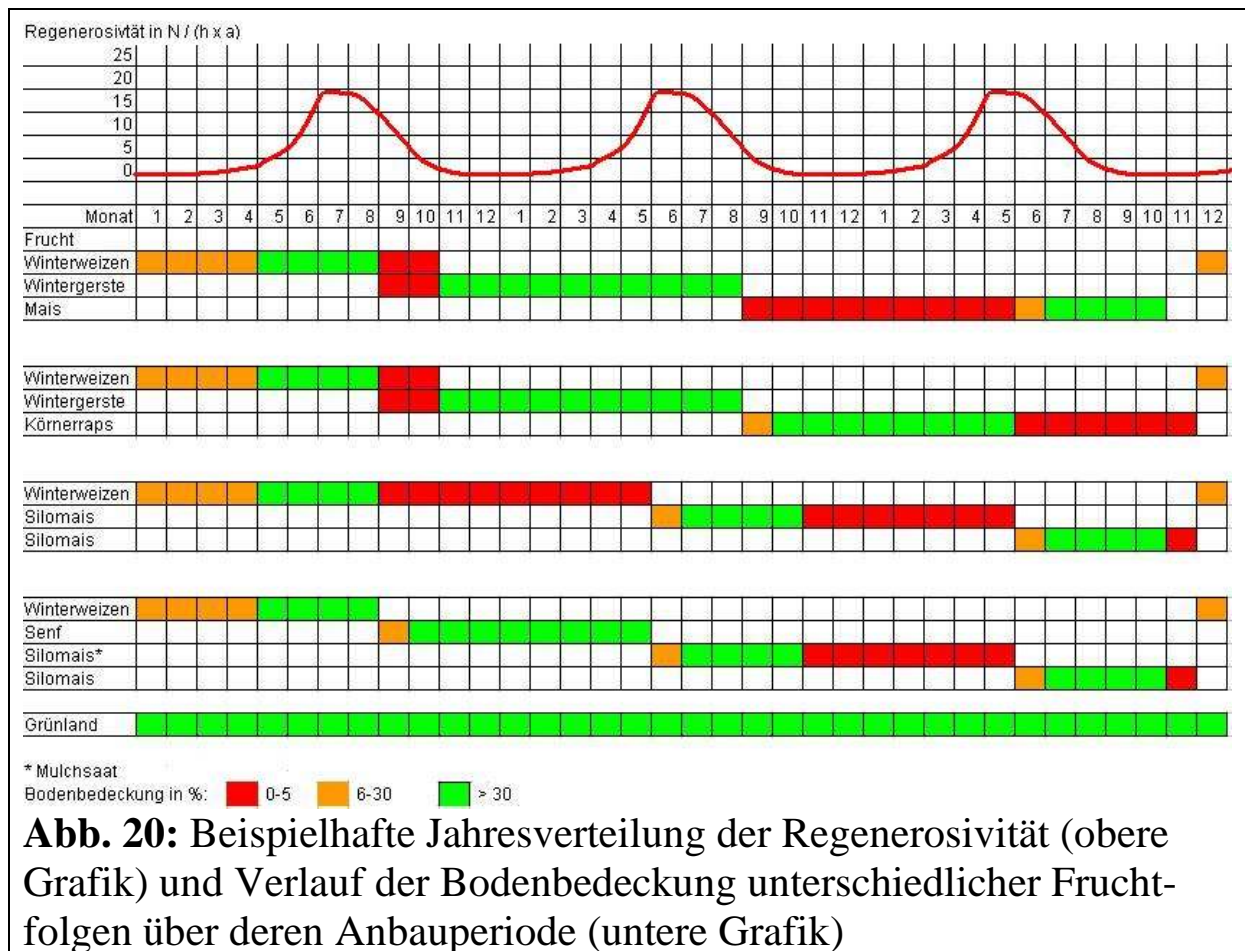


Abb. 19: Einfluss der Bodenbedeckung auf den Bodenabtrag

Gerade in diesen Zeiten lässt sich vielfach ein vermehrtes Auftreten von Oberflächenabfluss beobachten. Durch die Wahl einer standortgerechten Fruchtfolge marktfähiger Feldfrüchte in Verbindung mit eingepasstem Zwischenfruchtanbau kann der Landwirt die Zeiten ungünstiger Kombinationen aus geringer Bodenbedeckung und niedergehenden heftigen Regenfällen und somit auch den Bodenabtrag durch Erosion verringern.



7.2 Erosionsmindernde Hang-, Flur- oder Schlaggestaltung

Oberflächenabfluss und damit verbunden die Bodenerosion wird auch immer wieder in Landschaftsbereichen beobachtet, die von der Topographie und den sonstigen bodenkundlich/geologischen Gegebenheiten nicht als für solche prädestinierte Gebiete angesehen werden. Teilweise lässt sich dies auf eine ungünstige Kombination mehrerer Standort- und Bewirtschaftungsfaktoren zurückzuführen, in die auch die Schlaggestaltung einfließt.

7.2.1 Verkürzen der Hanglänge

Die erosionsmindernde Schlag- und Flurgestaltung zielt in erster Linie darauf ab, die erosionswirksame Hanglänge von besonders langen Schlägen zu verkürzen. Infolge der Flurbereinigung und durch Flächenzupacht haben sich vielfach die einheitlich bestellten und bewirtschafteten Ackerschläge vergrößert. Zudem können auch von mehreren Landwirten bewirtschaftete Flächen ohne abflussbremsende Strukturen wie Wege, Hecken, Raine aneinander grenzen und dann

(aus der Sicht der Abflussbereitschaft) wie ein zusammenhängender Schlag wirken.

Dies fördert in hängigen Geländen vor allem dann besonders den Abfluss und somit auch die Erosion, wenn die Schläge in Gefällerrichtung sehr lang sind (Abb. 21) und Unterbodenverdichtungen und/oder Oberflächenverkrustungen vorliegen.

Hier ist es vorteilhaft, die jeweiligen Schläge so zu unterteilen, dass - nach einer standortspezifischen Hanglänge - unterhalb einer erosions- und abflussfördernden Frucht (z.B. Silomais) eine eher erosionsmindernde und abflussaufnehmende Feldfrucht (z.B. Wintergetreide) steht. Werden langgezogene Hänge von mehreren Landwirten bewirtschaftet, ist es wichtig, dass diese ihre Fruchtfolge für die dort gelegenen Flächen abstimmen. Dadurch kann wirkungsvoll vermieden werden, dass Schläge mit erosionsanfälligen Feldfrüchten aneinandergrenzen.



Abb. 21: Winterweizenschlag mit Erosionsgräben im Vorgewende (hier über 300 m Gefällestrecke)

7.2.2 Begrünen des Vorgewendes

Vielfach müssen Hänge vom Landwirt aus Gründen der Schlaggeometrien in Gefällerrichtung bearbeitet werden. Dies kann dann dazu führen, dass an den am Hangfuß gelegenen Vorgewenden die dort quer zum Gefälle laufenden Saat- oder Schlepperspuren den Oberflächenabfluss aus der Fläche aufnehmen. In diesen Spuren wird der Abfluss kanalisiert und dies kann dazu führen, dass dann dort von den Wassermassen Erosionsrinnen und -gräben ausgeräumt werden (Abb. 21). Vielfach kann aber die erosive Kraft des Oberflächenabflusses deutlich gemindert werden. Hierzu ist es häufig bereits ausreichend, wenn solche in der Regel als erosionsanfällig bekannten Vorgewende mit im weiteren Verlauf der Flächenbewirtschaftung unproblematis-

schen, niedrigwachsenden Pflanzen (Gras, Klee bzw. Gemische von diesen) begrünt werden.

Der z.T. mit Bodenmaterial befrachtete Oberflächenabfluss tritt dann zumeist schichtig in das begrünzte Vorgewende ein. Der Pflanzenaufwuchs verhindert, dass sich der Wasser- und Sedimentstrom kanalisiert. Durch die Herabsetzung der Fließgeschwindigkeit wird der mitgeführte Boden weitgehend absedimentiert (Abb. 22), so dass es zu deutlich weniger Ablagerung auf angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen, Wegen oder in Gewässern kommt.



Abb. 22: Vom Acker durch Erosion ausgetragenes Bodenmaterial sedimentiert im begrünzten Vorgewende/Grasfilterstreifen

7.2.3 Änderung der Bearbeitungsrichtung

Ist es von der Schlaggeometrie und auch von der Steilheit des Hanges möglich, kann zusätzlich als erosionsmindernde Maßnahme eine Querbearbeitung, besser noch eine Konturnutzung, umgesetzt werden. Diese eignet sich vor allem dann, wenn der Acker weitgehend einheitlich Gefälle in eine Richtung besitzt.

Eine Konturbearbeitung ist bei den in NRW üblichen Schlaggrößen nicht möglich, wenn die Topographie des Ackers durch eine Kuppe oder Senke oder aus einer Kombination dieser Geländeformen dominiert wird. Bei einer ausreichenden Ackergröße ist letztlich aber die Hangneigung die entscheidende Größe für das Verhältnis von Versickerung und Oberflächenabfluss. Am flachen Hang ist der Oberflächenabfluss bei einem ausreichenden Infiltrationsvermögen der Bodenoberfläche relativ gering, da die Versickerung dominiert. Am steilen Hang kann der Oberflächenabfluss bei Regenfällen so schnell erfolgen, dass die Wasseraufnahme nicht ausreicht, um Oberflächenabfluss zu verhindern.

Die Schutzwirkung einer Konturnutzung wird auch bei der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung im Rahmen des P-Faktors berücksichtigt. Betrachtet man die darin festgehaltenen Zusammenhänge, so zeigt sich, dass der Konturnutzung jedoch schnell Grenzen gesetzt sind.

Übersteigt dabei die angegebene Hanglänge die maximale Hanglänge für wirksame Kontur- bzw. Streifennutzung, so wird der P-Faktor = 1 gesetzt, d.h. diese Maßnahme wird für den Erosionsschutz unwirksam. Für die Wirksamkeit der Konturnutzung gelten nach SCHWERTMANN:

Hangneigung (%)	Maximale Hanglänge (m) für wirksame Konturnutzung
1 - 2	130
3 - 5	100
6 - 8	70
9 - 12	40
13 - 16	30
17 - 18	20

Erosionsmindernde Maßnahmen zur Schlag- und Flurgestaltung müssen stets in Kombination mit acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen erfolgen, da sonst in erster Linie die offsite-Schäden gemindert werden, nicht aber die Schäden auf dem Acker selbst (onsite-Schäden). Ein Grasfilterstreifen von 20 m Breite unterhalb eines 300-m langen Hanges kann zwar den Übertritt der Sedimentfracht auf eine Straße oder in ein Gewässer teilweise vermindern, nicht aber den Bodenverlust am Hang selbst.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen
Nevinghoff 40
48147 Münster
Postfach 59 80, 48135 Münster
Telefon: (02 51) 23 76 - 0
Telefax: (02 51) 23 76 - 5 21
E-Mail: info@lwk.nrw.de

Verfasser:

Dr. habil. Dieter A. Hiller
Büro für Bodenschutzplanung
www.bodenschutzplanung.de

Redaktion:

Dr. habil. Dieter A. Hiller
Günter Jacobs (LWK NRW)
Dirk Elhaus (GD NRW)

Druck:

Eigenverlag LWK NRW, Münster 2007

Bildnachweis:

MUNLV NRW (2004); Broschüre Bodenschutz in der Landwirtschaft:
Abb. Nr. 1 / 2 / 4 / 8 / 13

Dr. habil. Dieter A. Hiller; Büro für Bodenschutzplanung:
Titelbild sowie Abb. Nr. 5-7 / 9 / 15 / 17-22

Kreis Viersen; Amt für Wasser- und Abfallwirtschaft, Kreisstraßen;
Abb. Nr. 10

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen – Landesbetrieb –;
Abb. Nr. 3 / 11

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen; Abb. Nr. 12 / 14 / 16