

# Starkregen und Bodenerosion – Welches Risiko sollen Schutzmaßnahmen abdecken?

ROBERT BRANDHUBER

## 1 Bodenerosion durch Wasser

### 1.1 Schadenspotenzial

Bodenerosion – ausgelöst durch Regenereignisse mit hoher Intensität – verursacht auch in Deutschland regelmäßig Schäden an öffentlichen und privaten Gütern. Die Häufigkeit von Starkregen könnte ab 2040 deutlich zunehmen (DWD 2011).

Auf Verkehrswege oder in Straßenentwässerungsgräben geschwemmtes Bodenmaterial entfernen die Straßenbulasträger, für die Reinigung verschmutzter und überfluteter Keller steht der Hauseigentümer gerade. Die Verpflichtung der EU-Mitgliedsstaaten, die Gewässer in einen guten Zustand zu überführen (EU-Wasserrahmenrichtlinie), erfordert Maßnahmen, um erosionsbedingte Verschlammung und Eutrophierung einzudämmen. Deren Umsetzung ist wiederum mit Kosten verbunden. Schließlich bedeutet Bodenabtrag im Regelfall eine irreversible Minderung der Ertragsfähigkeit am Standort. Zwar werden beim Einzelereignis nur Millimeter abgetragen und der pflanzenbauliche Fortschritt kompensiert erosionsbedingte Bodenverluste. Langfristig muss die verminderte Ertragsfähigkeit als Einschränkung für zukünftige Produzenten wie auch Verbraucher von Nahrungsmitteln angesehen werden. Bodenerosion verursacht also erhebliche Kosten und verringert unwiderruflich das Potenzial bodengebundener landwirtschaftlicher Produktion.

### 1.2 Rahmenbedingungen zum Erosionsschutz

Erosionsschutz ist unstrittig notwendig und im deutschen Fach- und Förderrecht auch berücksichtigt (Bundes-Bodenschutzgesetz, Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung, Agrarumweltprogramme der Bundesländer). Die häufig aus wirtschaftlichen Überlegungen zunehmende Verbreitung nicht wendender Bodenbearbeitungsverfahren trägt als erwünschter Begleiteffekt sehr zum Erosionsschutz bei. Gegenläufig sind regionale Entwicklungen zu engen Fruchtfolgen mit hohem Anteil von Kulturen mit spätem Reifeabschluss, insbesondere Mais zu beobachten.

Mit dem Einhalten der einschlägigen Regeln, dem Annehmen von Förderprogrammen oder der Einführung von vorteilhaften innovativen Verfahren im Ackerbau sinkt in summa das Erosionsrisiko. Dies macht sich positiv bemerkbar, wenn man den mittleren langjährigen Bodenabtrag eines Bundeslandes oder von Deutschland berechnet. Nach

Ergebnissen der Studie von WURBS und STEININGER (2011) würde die angenommene weitere Verbreitung von Verfahren konservierender Bodenbearbeitung den Effekt häufigerer Starkniederschläge mehr als kompensieren.

## 2 Fragen zur Risikobereitschaft

Die mit den Direktzahlungen verbundenen Verpflichtungen zum Erosionsschutz wollen eine Grundsicherung abdecken. Der Vorsorgegrundsatz im Bundes-Bodenschutzgesetz, wonach Bodenabträge möglichst zu vermeiden sind, stellt keine konkreten Anforderungen. In Kapitel 3.3 wird erläutert welche Rückschlüsse auf notwendige Erosionsschutzmaßnahmen sich aus den Regelungen der Bundes-Bodenschutzverordnung zur Gefahrenabwehr ergeben. Förderprogramme sind Angebote. Dem Landwirt bleibt also Raum für eigenverantwortliches Handeln.

Ein erfolgsorientierter Unternehmer entwickelt Strategien, wie er mit Risiken umgeht. Vorsorge ist notwendig gegenüber Risiken, die hinreichend wahrscheinlich eintreten und nicht hinnehmbaren wirtschaftlichen Schaden verursachen. Dagegen werden in der Regel Risiken akzeptiert, deren Eintreten trotz hohem Schadenspotenzial als sehr unwahrscheinlich angesehen oder deren Schadwirkung trotz hoher Eintrittswahrscheinlichkeit als akzeptabel eingestuft wird (SCHELLE 2004).

Der Leiter eines landwirtschaftlichen Betriebes sollte also seine Entscheidungen zum Umgang mit dem Risiko von Erosionsschäden hinterfragen und ggf. Anpassungen vornehmen. Folgende Fragen sind dazu zu beantworten:

- Welcher Niederschlagsintensität soll mit vorsorgenden Maßnahmen begegnet werden? Oder: Welche Starkregenereignisse mit den damit verbundenen Schäden werden als „höhere Gewalt“ hingenommen?
- Mit welchen Methoden soll die Verwundbarkeit eines Standortes in Verbindung mit der bisherigen oder zukünftig angepassten Bewirtschaftung beurteilt werden?
- Welche wirtschaftlich vertretbaren Spielräume für Erosionsschutzmaßnahmen bietet das vorhandene Produktionssystem?

## 3 Maßstäbe für die Risikoabsicherung

### 3.1 Historische Katastrophen

Es ist zunächst hilfreich, einen Blick auf Extremereignisse zu werfen, die in der Vergangenheit vorkamen. Historiker berichten von „einer der schwersten Umweltkatastrophen der letzten 1000 Jahre“ in Mitteleuropa, dem sog. Magdalenenhochwasser im Juli des

Jahres 1342 (BEHRINGER 2009, GLASER 2008). Man geht davon aus, dass damals nach einer Dürreperiode innerhalb von wenigen Tagen die Hälfte des Jahresniederschlags fiel (sog. Vb-Wetterlage). In weiten Gebieten wurde die Ernte vernichtet. Exzessive Bodenerosion riss Schluchten und führte zu einer bis heute prägenden Veränderung des Reliefs in der Agrarlandschaft. Nach Schätzungen von BORK und PIORR (2000) wurde die Bodenoberfläche der Ackerflächen im Gebiet des heutigen Deutschland innerhalb weniger Tage im Schnitt um 5 cm tiefer gelegt, zusammen mit weiteren Extremereignissen in der 2. und 4. Dekade des 14. Jahrhunderts um insgesamt 10 cm.

Der Bodenabtrag der niederschlagsintensiven Periode im 14. Jahrhundert war so gravierend, dass jährliche Bodenabtragsraten bei heute üblicher Ackernutzung auf mindestens 500 Jahre aufsummiert werden müssen, um eine ähnliche Größenordnung zu erreichen. Man kann davon ausgehen, dass ein derart intensives und räumlich ausgedehntes Niederschlagsereignis heute wiederum katastrophale Schäden und immense Kosten verursachen würde.

Die landwirtschaftliche Bewirtschaftung auf Ereignisse mit einer Jährlichkeit im Bereich von 500 oder 1000 Jahren auszurichten, entspricht nicht dem üblichen Umgang mit Risiken. Die damit verbundenen erheblichen Einschränkungen für den Ackerbau in Hanglagen wären als verbindliche Vorgaben gesellschaftlich nicht konsensfähig.

### 3.2 Aktuelle Erosionsereignisse

In einem Verbundforschungsprojekt der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und dem Deutschen Wetterdienst (DWD), Niederlassung Weihenstephan, wird das aktuelle Erosionsgeschehen in einem 13 000 km<sup>2</sup> großen, besonders erosionsgefährdeten Gebiet (mittleres und östliches Tertiärhügelland) mit verbreitetem Maisanbau beobachtet. Es werden dabei Niederschlagsintensität, Schadensausmaß und Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen analysiert. Die Auswertung stützt sich vorwiegend auf situativ erstellte Luftbilder von Erosionsflächen. Gefunden werden die Erosionsareale mithilfe von RADOLAN-Niederschlagsdaten (KRÄMER 2008), die der DWD unmittelbar nach Starkregeneignissen zur Verfügung stellt. Die auf 1 km<sup>2</sup> auflösenden RADOLAN-Niederschlagsdaten können erosive Niederschläge auch kleinerer Gewitterzellen lagertreu darstellen.

Eine Auswertung der Niederschlagsintensitäten im Projektgebiet für die Monate Mai und Juni des Jahres 2011 ergab, dass auf 13 % der Fläche Niederschläge von mehr als 20 l/m<sup>2</sup> in einer Stunde niedergingen. Mehr als 30 l/m<sup>2</sup> waren es dann nur noch auf 1,5 %, mehr als 40 l/m<sup>2</sup> auf 0,1 % der Fläche.

Erste Ergebnisse der Auswertungen der Erosionen von Mai bis Juli 2011 zeigen, dass bereits Niederschlagsintensitäten mit einer Jährlichkeit von 10 Jahren und darunter zu

erheblichen Bodenabträgen geführt haben, wenn insbesondere folgende Faktoren gegeben waren:

- kritische Kombination von Hangneigung und Hanglänge
- Anbau von Mais ohne oder mit unzureichender Mulchsaat
- bevorzugte Fließwege innerhalb von Ackerflächen
- zur Verschlämmung neigende Böden

Mit fortschreitendem Schließen der Maisbestände nahm die Schadensintensität trotz hoher Niederschlagsintensitäten deutlich ab.

Beispiele von Erosionsschäden im Projektgebiet zeigen die Abbildungen 1 bis 4. Das Ereignis vom 12. Mai verursachte große Schäden trotz geringerer Niederschlagsintensität als beim Starkregen mit Hagel am 31. Mai an einem anderen Standort. Das am 12. Mai betroffene Gebiet ist durch steile Hanglagen und hohen Maisanteil geprägt. Die Maisbestände waren Mitte Mai noch kaum entwickelt und der Gewitterregen fiel nach einer längeren Trockenperiode auf trockene Böden.

Zusammenfassend zeigt der Blick auf aktuelle Erosionsereignisse, dass Handlungsbedarf bei Umsetzung und Optimierung von Schutzmaßnahmen bereits gegenüber Starkregen mit einer Jährlichkeit unterhalb von 10 Jahren besteht.

### 3.3 Gefahrenabwehr im Bodenschutzrecht

Im Weiteren wird gezeigt, welche Maßstäbe das Bodenschutzrecht bei der Abwehr von Gefahren durch Bodenerosion anlegt. Laut Bundes-Bodenschutzverordnung ist von einer schädlichen Bodenveränderung aufgrund von Bodenerosion durch Wasser dann auszugehen,

- wenn erhebliche Mengen Bodenmaterial aus einer Erosionsfläche geschwemmt wurden
- und dies bereits in den zurückliegenden Jahren mehrfach erfolgte oder es sich aus den Daten der langjährigen Niederschlagsverhältnisse ergibt, dass in einem Zeitraum von zehn Jahren erneut mit erheblichem Bodenabtrag gerechnet werden muss.

Bei Feststellung einer schädlichen Bodenveränderung muss der Landwirt seine Bewirtschaftung an die Gefährdungssituation anpassen.

Baden-Württemberg hat jüngst ein Merkblatt mit Erläuterungen zur Umsetzung dieser Vorgaben veröffentlicht (LUBW 2011). Dort wird neben alternativen Kriterien vorgeschlagen, den Bodenabtrag eines konkreten Erosionsereignisses dann als erheblich einzustufen, wenn aus einem Areal von mindestens 0,5 ha durch flächenhafte Erosion und Rillenerosion eine Bodenmasse (t/ha) von mehr als [Bodenzahl : 2] abgetragen wurde. Bei einer Bodenzahl von 60 entspricht dies einer Bodenmasse von 30 t/ha, das sind 2 mm Bodenverlust, gleichmäßig auf die Erosionsfläche verteilt.



Abb. 1: Luftbildaufnahme vom 18.05.2011 nach einem Gewitterregen am 12.05.2011, Tagesniederschlag: 26 l/m<sup>2</sup>, Stundenmaximum: 13 l/m<sup>2</sup>, 5-Minuten-Maximum: 6 l/m<sup>2</sup> (Foto: [www.agroluftbild.de](http://www.agroluftbild.de))



Abb. 2: Erosionshang mit Mais, Aufnahmeposition siehe Pfeil in Abb. 1



Abb. 3: Luftbildaufnahme vom 03.06.2011 nach einem Gewitterregen am 31.05.2011, Tagesniederschlag: 58 l/m<sup>2</sup>, Stundenmaximum: 35 l/m<sup>2</sup>, 5-Minuten-Maximum: 8 l/m<sup>2</sup> (Foto: www.agroluftbild.de)



Abb. 4: Abschwemmungen aus einem Maisfeld nach Gewitterregen am 31.05.2011 im Gebiet von Abb. 3

Die Jährlichkeit von Niederschlagsintensitäten kann dem KOSTRA-Atlas des DWD entnommen werden (BARTELS et al. 1997, aktualisierte Fassung: KOSTRA-DWD-2000). Je nach Region sind in deutschen Ackerbaugebieten im Zeitabschnitt von 1 Stunde zumindest einmal in 10 Jahren Niederschlagsmengen von 26 bis 30 l/m<sup>2</sup> (Nordostdeutschland) bzw. 30 bis 38 l/m<sup>2</sup> (weite Teile West- und Süddeutschlands) zu erwarten.

Die Gefahrenabwehr zur Bodenerosion greift, nachdem ein Erosionsschaden von der Bodenschutzbehörde festgestellt wurde. Benutzt man die Schwelle der Gefahrenabwehr als Messlatte für vorsorgende Maßnahmen, dann sollte ein Landwirt seine Bewirtschaftung mindestens so gestalten, dass Niederschläge mit einer Intensität, die je nach Region im Bereich bis zu 26 oder 38 l je Stunde liegen, keine erheblichen Bodenabträge verursachen.

#### 4 Risikobeurteilung mit der ABAG

Als praktikables Verfahren bietet sich die Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG) für eine objektive Einschätzung des Erosionsrisikos eines Produktionsverfahrens an einem konkreten Standort an. Die wesentlichen Einflussfaktoren auf den Bodenabtrag gehen in die Gleichung ein: Regenintensität, Bodenbeschaffenheit, Hangneigung, Hanglänge und Anbauverhältnisse (SCHWERTMANN et al. 1990). In den Bundesländern sind den regionalen Verhältnissen angepasste Bewertungsschlüssel verfügbar, die auf der ABAG oder alternativen Modellansätzen beruhen.

Für die Anwendung der ABAG ist es wichtig, deren Rahmenbedingungen und damit verbundene Einschränkungen zu kennen.

Der ABAG liegt eine Risikobetrachtung zugrunde, die auf einen längeren Zeitraum (10 bis 20 Jahre) abzielt. Das Produkt der ABAG ist ein über diesen Zeitraum gemittelter Bodenabtrag in t/(ha·a).

Bodenabträge in bevorzugten Abflussrinnen werden nicht berücksichtigt. Der Sedimenttransport in Tiefenlinien spielt jedoch beim Eintrag von Schlamm in Oberflächen-gewässer, auf Straßen oder in Wohngebiete eine bedeutende Rolle.

Situationen mit geringem Gefälle aber sehr großen Hanglängen kann die ABAG nicht hinreichend genau berechnen (RISSE et al. 1993).

Bodenabträge durch Regenfälle im Winter, etwa auf auftauende, fein bearbeitete und spät mit Winterweizen bestellte Böden, fallen bei der Verwendung der ABAG kaum ins Gewicht. MOSIMANN et al. (2009) haben unter niedersächsischen Bedingungen festgestellt, dass Bodenabträge im Spätwinter durchaus einen bedeutsamen Anteil am Gesamtabtrag einnehmen können.

Das ursprüngliche ABAG-Konzept von SCHWERTMANN et. al (1990) bietet auch einen Bewertungsmaßstab für die errechneten Bodenabträge an, den sog. tolerierbaren Bodenabtrag ( $T = \text{Ackerzahl} : 8$ ). Man ging davon aus, dass die anzunehmende Bodenneubildung mit dem tolerierbaren Bodenabtrag gerade noch mithalten kann. Nach heutigem Kenntnisstand ist die Bodenneubildungsrate im Sinne von Gesteinsverwitterung unter regelmäßig gekalkten Ackerböden jedoch wesentlich niedriger. Ein naturwissenschaftlich begründeter Toleranzwert wäre deshalb sehr niedrig und würde den heute üblichen Ackerbau in Hanglagen weitgehend ausschließen. Eine pauschale Akzeptanzschwelle wird sich also am Stand der Technik zur Umsetzung von Erosionsschutzmaßnahmen orientieren und historisch gewachsene Anbauverhältnisse berücksichtigen müssen. Deshalb gilt in der landwirtschaftlichen Beratung Bayerns nach wie vor der von Schwertmann vorgeschlagene Toleranzwert als obere, noch akzeptable Grenze. MOSIMANN und SANDERS (2004) haben für Niedersachsen strengere Maßstäbe an akzeptable Bodenabträge angelegt.

Der Landwirt sollte die pauschalen Empfehlungen für akzeptable Bodenabträge auf jeden Fall mit Erfahrungen über Bodenabträge bei Starkregen am Standort abgleichen. Dabei ist es wichtig, die Niederschlagsintensität realistisch einzuschätzen. Mitunter wird die im Umfeld höchste bekannt gewordene Regenmesserablesung als Maß verwendet und damit zu schnell die „höhere Gewalt“ bemüht.

Trotz der genannten Einschränkungen hat sich die ABAG als Instrument zur Beurteilung des Erosionsrisikos bewährt.

## 5 Erosionsschutzmaßnahmen

Die Palette der Schutzmaßnahmen umfasst alle Bewirtschaftungsmaßnahmen, die

- einen ausreichend hohen Bodenbedeckungsgrad insbesondere zurzeit des Starkregens sicherstellen, etwa durch Mulchsaatverfahren bei Reihenkulturen (Ziel: mindestens 30 % Bodenbedeckung nach der Saat) oder durch Verzicht auf Anbau insbesondere von Mais in steileren Lagen,
- eine intensive Lockerung des Bodens vermeiden,
- Bodenverdichtungen vorbeugen,
- den Oberflächenabfluss bremsen, etwa durch Querbewirtschaftung oder Fruchtwechsel innerhalb eines Hanges,
- der Verschlammung entgegenwirken, etwa durch Kalkung.

In Ackerbaubetrieben mit Gülleanfall – im bayerischen Hügelland eine übliche Konstellation – werden Maissaatverfahren ohne Saatbettbereitung bisher kaum angewandt, weil vor der Saat Gülle eingegrubbert wird. Nach Kreiseleggenbearbeitung bleibt dann nur

wenig Mulchmaterial übrig. Der Entwicklung und Etablierung von Verfahren der Gülleausbringung im Frühjahr vor Mais ohne flächendeckenden Bodeneingriff (z. B. im Strip-till-Verfahren) kommt daher hohe Priorität zu.

Weiterer Entwicklungs- und Umsetzungsbedarf besteht für Mulchverfahren im Kartoffelanbau.

Besonderes Augenmerk ist auf gebündelten Oberflächenabfluss in Tiefenlinien innerhalb von Ackerflächen zu richten. Aus diesen bevorzugten Fließwegen wird in erheblichem Maß Boden herausgerissen, der dann durch die hohe Schleppkraft des gebündelten Abflusses in Oberflächengewässer auf Straßen oder in Siedlungen gespült werden kann. Als Lösung bietet sich die dauerhafte Begrünung der Tiefenlinien, ggf. zusätzlich die Anlage von Rückhaltebecken an.

Damit ist der Bereich von Maßnahmen angesprochen, die dazu beitragen, den unvermeidlichen Abfluss aus der landwirtschaftlich genutzten Fläche auch bei Starkregenereignissen hoher Jährlichkeit zu beherrschen und Off-site-Schäden zu vermeiden.

## 6 Konsequenzen

Wie sind die in Abschnitt 2 gestellten Fragen zusammenfassend zu beantworten?

Welcher Intensität eines Niederschlagsereignisses soll mit vorsorgenden Maßnahmen begegnet werden?

Ein Landwirt sollte mit Erosionsschutzmaßnahmen mindestens das mit einem Starkregenereignis im Bereich von 20 bis 35 l/m<sup>2</sup> in der Stunde verbundene Erosionsrisiko wirksam absichern. Mehr Erosionsschutz ist wünschenswert und dient der langfristigen Sicherung der Ertragsfähigkeit sowie dem Objektschutz. In ausgeprägten Hanglagen und bei großen Hanglängen sollten beim Anbau von Reihenkulturen bevorzugt Mulchsaatverfahren ohne flächendeckende Saatbettbereitung oder vorherige Bodenbearbeitung Anwendung finden. Am obersten Ende der Schutzskala stehen Böden eines Landwirts, der ausgeprägte Hanglagen mit Grünland oder mehrjährigem Ackerfutter bewirtschaftet, Direktsaatverfahren nutzt und bevorzugte Abflusswege dauerhaft begrünt. Diese Böden sollten einem Jahrhundertereignis trotzen.

Mit welchen Methoden soll die Verwundbarkeit eines Standortes in Verbindung mit der Bewirtschaftung beurteilt werden?

Als einfach zu handhabende und objektive Hilfsmittel bieten sich die ABAG oder alternative Bewertungsschlüssel an. Erfahrungen mit Starkregenereignissen am Standort sollten berücksichtigt werden.

Welche wirtschaftlich vertretbaren Spielräume für Erosionsschutzmaßnahmen bietet das vorhandene Produktionssystem?

Diese Frage kann nur individuell im Rahmen einer umfassenderen Analyse beantwortet werden. Ihre Beantwortung ist für den landwirtschaftlichen Betrieb wesentlich. Das Ergebnis einer Risikoanalyse zur Erosionsgefährdung kann im Zielkonflikt mit Vorsorgemaßnahmen gegenüber wirtschaftlichen Risiken stehen. Betriebe, die in Hanglagen in größerem Umfang Mais, Kartoffeln oder Feldgemüse anbauen, stehen vor besonderen Herausforderungen.

## Literatur

- Bartels, H.; Malitz, G.; Asmus, S.; Albert, F.; Dietzer, B.; Günther, Th.; Ertel, H. (1997): Starkniederschlagshöhen für Deutschland – KOSTRA. Deutscher Wetterdienst, Offenbach
- Behringer, W. (2009): Kulturgeschichte des Klimas – Von der Eiszeit bis zur globalen Erwärmung. Verlag C. H. Beck, München
- Bork, H.-R.; Piorr, H.P. (2000): Integrierte Konzepte zum Schutz und zur dauerhaft-naturverträglichen Entwicklung mitteleuropäischer Landschaften – Chancen und Risiken, dargestellt am Beispiel des Boden- und Gewässerschutzes. In: Erdmann, K.-H.; Mager, T. (Hrsg.), Innovative Ansätze zum Schutz der Natur: Visionen für die Zukunft, Springer Verlag, Heidelberg
- DWD, Deutscher Wetterdienst (2011): Gefahren durch extreme Niederschläge werden ab 2040 deutlich zunehmen. Gemeinsame Pressekonferenz von BBK, DWD, UBA und THW am 15.02.2011, Offenbach
- Glaser, R. (2008): Klimageschichte Mitteleuropas. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt
- LUBW, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2011): Merkblatt Gefahrenabwehr bei Bodenerosion. Karlsruhe
- Mosimann, Th.; Sanders, S. (2004): Bodenerosion selber abschätzen – Ein Schlüssel für Betriebsleiter und Berater in Niedersachsen. Universität Hannover
- Mosimann, Th.; Bug, J.; Sanders, S.; Beisiegel, F. (2009): Bodenerosionsdauerbeobachtung in Niedersachsen 2000-2008. Geosynthesis 14, Universität Hannover
- Krämer, S. (2008): Quantitative Radardatenaufbereitung für die Niederschlagsvorhersage und die Siedlungsentwässerung. Mitteilungen Heft 92 Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Landwirtschaftlichen Wasserbau, Universität Hannover
- Risse, L. M.; Nearing, M.A.; Nicks, A. D.; Laflen, J. M. (1993): Error Assessment in the Universal Soil Loss Equation. Soil Sci. Soc. Am. J. 57, pp. 825–833
- Schelle, H. (2004): Projekte zum Erfolg führen. Deutscher Taschenbuch Verlag, München
- Schwertmann, U.; Vogl, W.; Kainz, M. (1990): Bodenerosion durch Wasser. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- Wurbs, D.; Steininger, M. (2011): Wirkungen der Klimaänderungen auf die Böden – Untersuchungen zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion durch Wasser. UBA-Texte 16, Dessau-Roßlau