

Bodenerosion

Nicola Fohrer, Konrad Mollenhauer und Thomas Scholten

Unter Bodenerosion versteht man die Verlagerung von Bodenmaterial durch Wasser oder Wind sowie durch **Gravitation**. Neben der durch klimatische und witterungsbedingte Ereignisse induzierten natürlichen Erosion wird ein Großteil der Bodenerosion durch den Menschen hervorgerufen. Sie bildet in den letzten Jahrzehnten weltweit den größten Anteil an der aktuellen **Bodendegradation**.

Eine lang anhaltende anthropogen verursachte Bodenerosion trägt insbesondere in Kulturlandschaften zur Oberflächenformung bei und ist damit auch ein Element der Landschaftsentwicklung. Historisch gesehen hat die großflächige Entwaldung und Urbarmachung der Landschaft seit dem Mittelalter dabei eine wichtige Rolle gespielt. Den Einfluss der Bewirtschaftung zeigt eine alte Karte aus dem 18. Jh. (siehe Abbildung). Die Bewirtschaftung bewirkte dort eine Abflusskonzentration in den Furchen zwischen den mit dem Hangefälle verlaufenden Äckern. Hangabwärts entstanden Erosionsgräben und am Unterhang große "verflossene" und damit zu Ödland gewordene Bereiche (HEMPEL 1957).

Heute sind die Schäden durch Bodenerosion in Deutschland aus regionaler Sicht in intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen auf **reliefiertem** Gelände am gravierendsten, und zwar immer dann, wenn es innerhalb der Fruchtfolge längere Phasen ohne Bodenbedeckung gibt.

Nach dem Bundesbodenschutzrecht von 1999 sind Eigner und Nutzer von

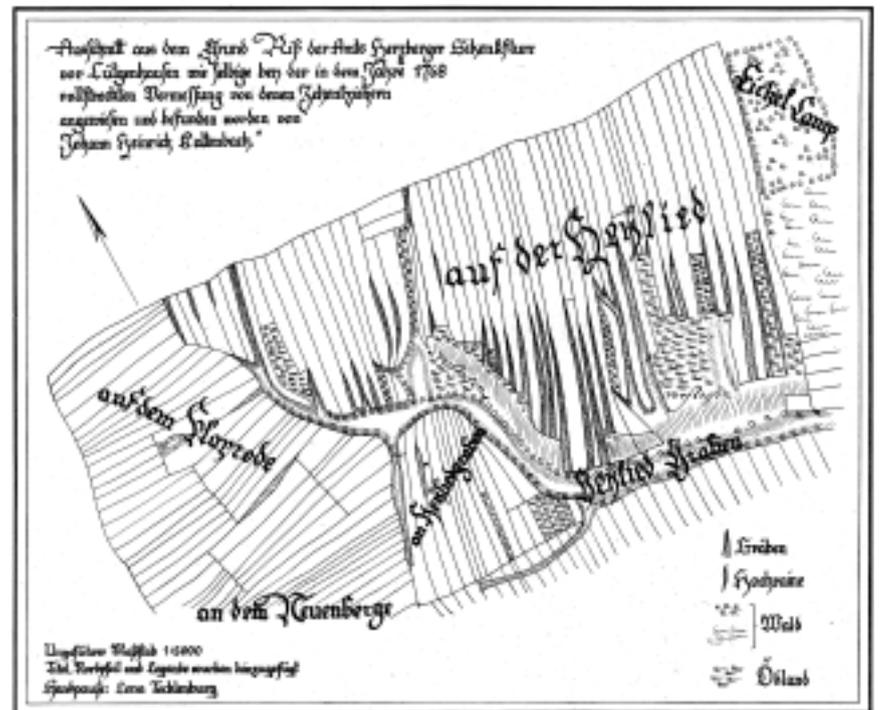
Flächen verpflichtet, Vorsorge gegen das Entstehen von Erosion und Maßnahmen der Gefahrenabwehr zu betreiben.

Die kartographische Darstellung der Bodenerosion stellt in der Regel die potenzielle Erosionsneigung einer Fläche bzw. ihre Erosionsdisposition dar. Demgegenüber steht die aktuelle Erosion, d.h. der Erosionsschaden, der durch Kartierung vor Ort erfasst werden kann.

Bodenerosion durch Wasser

Durch den Regentropfenauflauf werden **Bodenaggregate** in kleinere, leicht transportierbare Partikel zerteilt. Für den Aggregatzerfall sind neben der Niederschlagsenergie Bodenfaktoren wie Bodenart, **Humusgehalt** und Bodenfeuchte bestimmend (**Beitrag Adler u.a., S. 100**). Die Bodenaggregate werden zunächst eingeregelt; dadurch wird die Bodenoberfläche verdichtet. Eine Verschlammungsschicht entsteht. Diese schränkt die **Infiltration** von Niederschlagswasser stark ein und führt zur Bildung von Oberflächenabfluss (Infiltrationsüberschuss). Besonders im Winter und im massen Frühjahr kann Oberflächenabfluss auch durch Sättigungsüberschuss im Boden ausgelöst werden. Die zerfallenen Bodenaggregate werden entweder im Oberflächenabfluss oder durch **Spritzwasserversatz** hangabwärts transportiert **1**.

Das Ausmaß der Flächenerosion hängt zum einen von der Transportierbarkeit der Bodenpartikel und zum anderen von der Transportkapazität des Abflusses ab. Diese wird hauptsächlich



Karte aus dem 18. Jh. mit schweren Erosionsschäden auf einer Hochackerflur im Eichsfeld (verkleinerte Reproduktion aus HEMPEL 1957)

durch die Fließgeschwindigkeit, die Schichtmächtigkeit und die Turbulenz des Abflusses bestimmt. Konzentriert sich der Abfluss in bevorzugten Fließbahnen, erhöht sich die Fließgeschwindigkeit, und ab einem Schwellenwert werden weitere Bodenpartikel aus dem Oberflächenverbund herausgelöst. Es kommt zum Übergang zu linearen Erosionsformen. Verringert sich die Fließgeschwindigkeit des Oberflächenabflusses durch Fließhindernisse oder Abflachung des Geländes, so sedimentieren die Bodenpartikel, und es entstehen Akkumulationsflächen.

Geowissenschaften und Rohstoffe basiert auf deren Datenbestand im Fachinformationssystem Bodenkunde; zur Ausweisung der ackerbaulich genutzten Böden hat man das Landnutzungsmodell **CORINE Land Cover** des Statistischen Bundesamtes verwendet.

Deutlich zu erkennen ist die generell höhere Erosionsgefährdung in den stark reliefierten Mittelgebirgsregionen Deutschlands. Dem gegenüber stehen die flachen bis flachwelligen Bereiche des norddeutschen **Quartärs**.

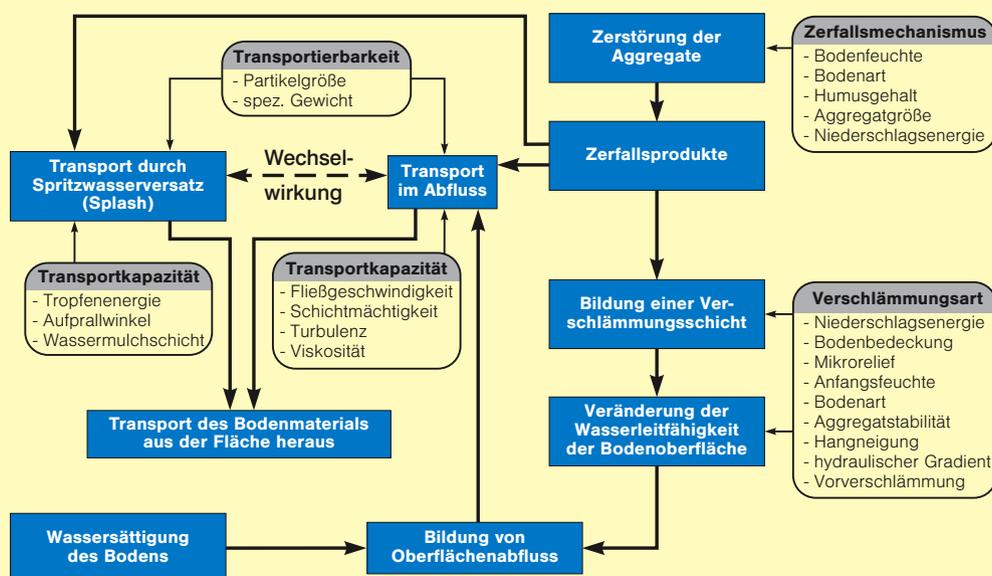
Insgesamt fallen etwa 50% der dargestellten Flächen in die Klassen sehr geringer potenzieller Erosionsgefährdung, die im Einzelfall bzw. bei höherer räumlicher Auflösung durchaus zahlreiche Flächen mit beträchtlichen Erosionsrisiken beinhalten. Besonders deutlich wird der Einfluss des Maßstabs und der Klassifizierung in Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg, wo trotz ungleicher **Geomorphogenese** Unterschiede zwischen den stärker erosionsgefährdeten kuppigen **Jungmoränen** und den überwiegend ebenen **Altmoränenlandschaften** auf der Karte nicht mehr abgebildet werden.

Auch weite Teile der Magdeburger Börde und des Thüringer Beckens, →

Von Wassererosion betroffene Landschaften

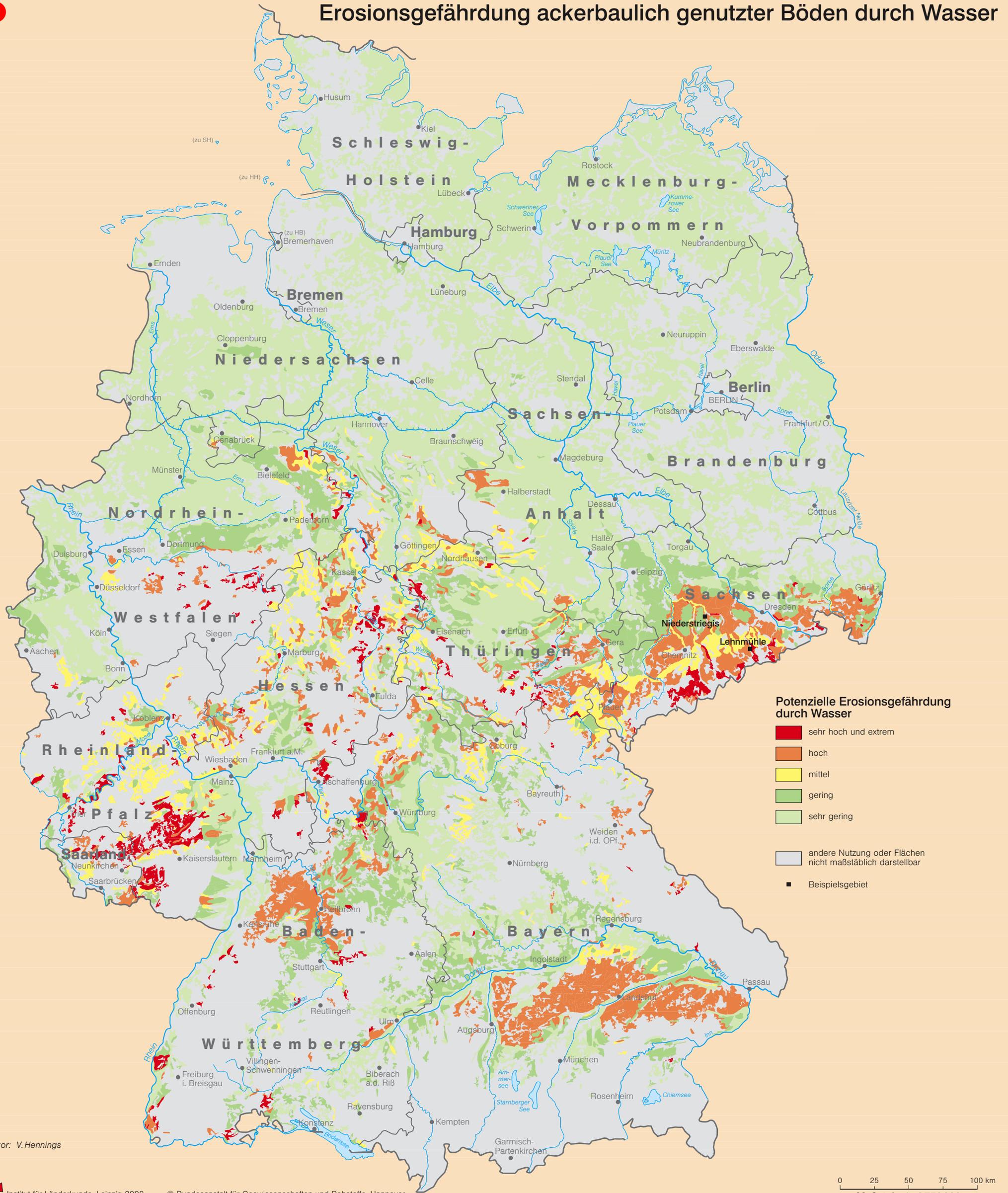
Für die Bundesrepublik Deutschland liegt eine Karte zur potenziellen Wassererosionsgefährdung der ackerbaulich genutzten Böden vor **2**, deren Inhalte auf dem empirischen Ansatz des **Erosionsmodells ABAG** basieren. Dargestellt wird die auf der Erodierbarkeit des Bodens (K), der Regenerosivität (R) und der Hangneigung (S) beruhende potenzielle Erosionsgefährdung ($= R \times K \times S$, bei konstant gehaltenem Hanglängenfaktor L) ohne Berücksichtigung der Art der Ackernutzung. Die gezeigte

1 Prozesse und Steuerfaktoren der Flächenerosion durch Wasser



© Institut für Länderkunde, Leipzig 2003

Erosionsgefährdung ackerbaulich genutzter Böden durch Wasser



Autor: V.Hennings

bar bzw. kontrollierbar. Bei Beregnungsversuchen im Feld oder im Labor kommen verschiedene **Regensimulatoren** zum Einsatz. Ziel ist es, einen Regen zu erzeugen, der hinsichtlich Tropfengrößenspektrum, Fallgeschwindigkeit und Intensität natürlichen Niederschlagsbedingungen möglichst nahe kommt. Für kleine Versuchspartzen werden vorwiegend **Kapillarregner** verwendet. Bei grossparzelligen Versuchen kommen eher **Düsenregner** zum Einsatz.

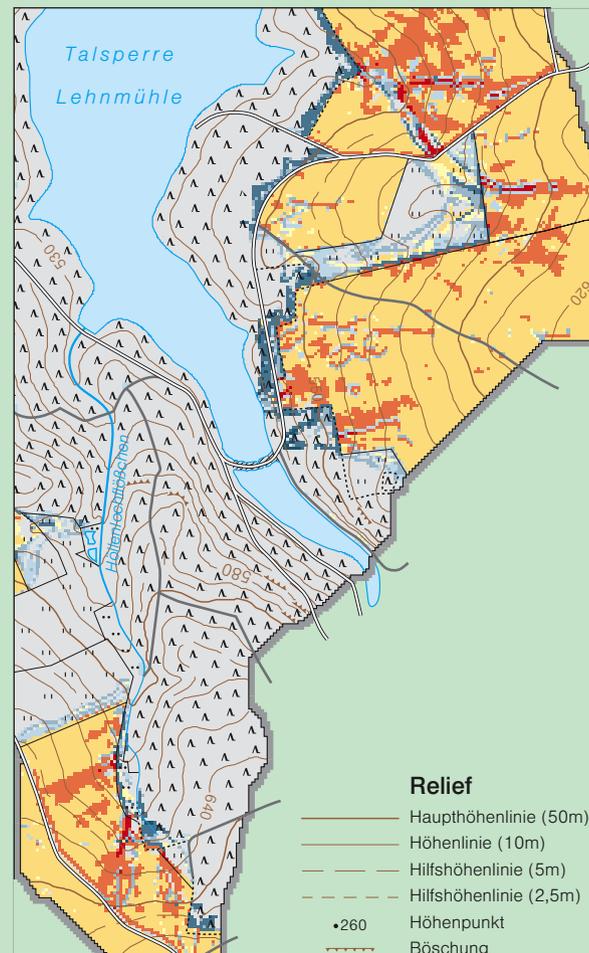
Auch **Erosionsmodelle** können einen Beitrag zur Schätzung des Erosionsausmaßes liefern. Ein empirisches Modell ist die Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG; SCHWERTMANN u. a. 1987). Mit Hilfe des demgegenüber prozessorientierten, physikalisch basierten Modells Erosion 2D/3D (SCHMIDT u. a. 1996) wurde exemplarisch das 410 ha große Gebiet Niederstriegis westlich von Dresden bearbeitet **4**. Im Gegensatz zu Abschätzungen mit der ABAG wird hier die Verteilung von Abtrags- und **Sedimentationsflächen** als Resultat eines einzelnen Niederschlagsereignisses mit 10-jähriger Wiederkehrwahrscheinlichkeit dargestellt. Zugrunde liegt die Annahme, dass die Ackerflächen konventionell bearbeitet wurden und dass das Niederschlagsereignis direkt nach der Saatbettbearbeitung erfolgte. Als entsprechend abtragsgefährdet erwiesen sich die Ackerflächen, während Materialablagerung hauptsächlich in den angrenzenden Wiesen durch die Reduktion der Fließgeschwindigkeit und damit durch Absinken der Transportkapazität des Abflusses stattfindet (MICHAEL 2001).

Bei der Kartierung aktuell aufgetretener Erosionsschäden kommt es darauf an, die verschiedenen Formen des Bodenabtrags und der Bodenakkumulation detailliert zu erfassen. Zudem sollen diejenigen Bedingungen im Gelände festgehalten werden, die für das aktuelle Erosionsereignis bestimmend waren. Abbildung **3** zeigt ein solches Schadbild nach einem Erosionsereignis.

Weitere Formen der Bodenerosion

Neben der Winderosion (**Beitrag Mollenhauer/Scholten, S. 110**) sind weitere Formen der Bodenerosion der Massenversatz, die Bearbeitungserosion und die Ernteerosion. Unter Massenversatz versteht man **gravitative** Massenbewegungen auf stark geneigten Hängen. Sie entstehen unter Einwirkung von Wasser in Abhängigkeit vom Aufbau des Untergrunds und können auch anthropogen bedingt sein, wie es häufig an übersteilten künstlichen Böschungen und Weinbauterrassen zu beobachten ist.

a) Hafer, konventionelle Bewirtschaftung

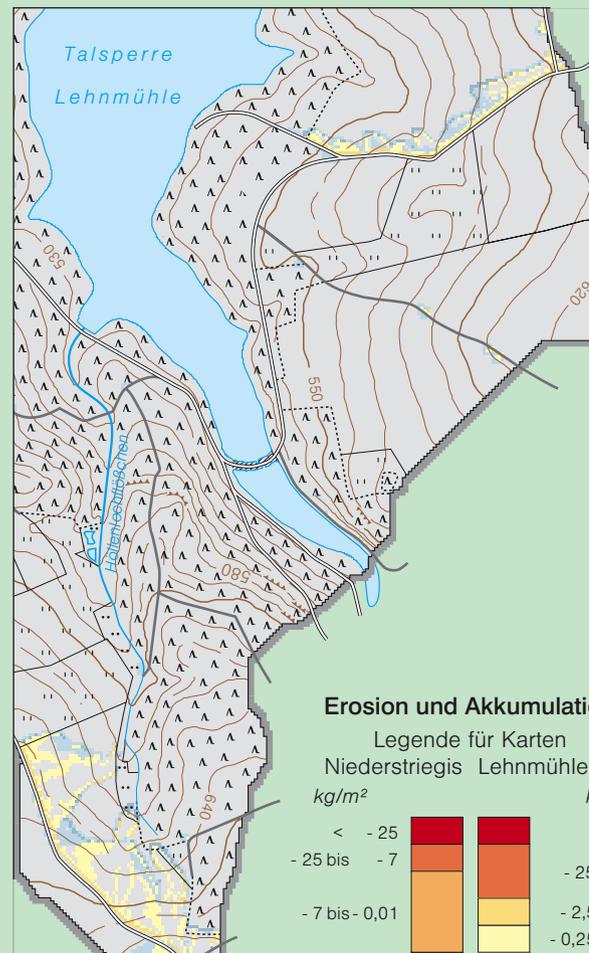


Autor: M.v.Werner



Institut für Länderkunde, Leipzig 2003

b) Hafer, konservierende Bewirtschaftung



Relief

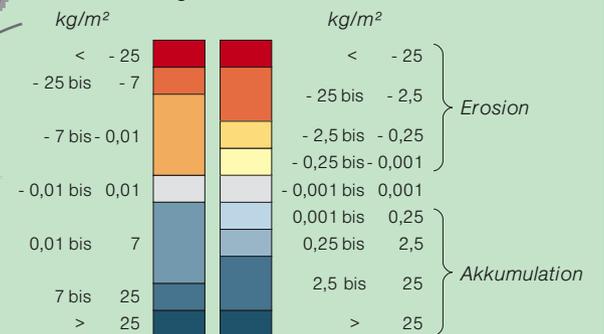
- Haupthöhenlinie (50m)
- Höhenlinie (10m)
- Hilfshöhenlinie (5m)
- Hilfshöhenlinie (2,5m)
- 260 Höhenpunkt
- Böschung

Maßstab 1: 25000

© Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Erosion und Akkumulation

Legende für Karten
Niederstriegis Lehmühle



- Acker
- ▨ Wald, Forst, Gehölz
- ▩ bebaute Siedlungs- oder Gewerbefläche
- ▤ Garten
- Stausee, Teich
- Grünland**
- bewirtschaftet
- nicht bewirtschaftet
- Einzelgebäude
- Straße
- Weg
- Eisenbahn mit Haltepunkt
- Wasserscheide, Grenze des Bearbeitungsgebiets

Bearbeitungserosion findet überall dort statt, wo durch mechanische Eingriffe in den Boden im Zuge der Bearbeitung Bodenverlagerungen in Gefällerrichtung auftreten, wenn Bodenpartikel durch die Bodenbearbeitung aus dem Verband gelöst, angehoben und an einer geringfügig weiter hangabwärts gelegenen Stelle wieder abgelegt werden. Wiederholt sich dieser Vorgang bei weiteren Bearbeitungsmaßnahmen, entstehen daraus im Laufe der Zeit große Verlagerungsdistanzen.

Als Ernteerosion bezeichnet man den Bodenverlust, der durch das Anhaften von Boden am Erntegut entsteht. Besonders Zuckerrüben sind hier zu nennen, die oftmals unter feuchten Witterungsbedingungen im Herbst geerntet werden. Das Ausmaß der Bodenverluste kann je nach Bodenfeuchte bei der Ernte erheblich sein.

Maßnahmen zum Erosionsschutz

Die Auswirkungen von Bodenerosion werden unterteilt in On-site-Schäden, hervorgerufen durch den Abtrag von Bodenmaterial auf einer Fläche, und Off-site-Schäden, hervorgerufen vor al-

lem durch die Ablagerung von erodiertem Bodenmaterial außerhalb der eigentlichen Erosionsfläche oder durch dessen Eintrag in Gewässer bzw. andere zu schützende Bereiche.

Wirkungsvolle Maßnahmen gegen das Auftreten von Bodenerosion durch Wasser sind hauptsächlich angepasste Bewirtschaftungsverfahren, die zum Ziel haben, die Bodenoberfläche zum Schutz vor Regentropfenaufschlag möglichst lange bedeckt zu halten und eine deutliche Reduktion des Oberflächenabflusses und der Fließgeschwindigkeiten zu bewirken:

- Direktsaat
- Mulchsaat
- Zwischenfruchtanbau
- Untersaaten
- Konturnutzung

Andere Maßnahmen zielen hauptsächlich auf die Reduktion der erosionswirksamen Hanglänge:

- Terrassierung
- Streifenbau
- Erosionsschutzstreifen

Eine dritte Maßnahmengruppe richtet sich auf die Verbesserung der Bodenstruktur:

- Humuszufuhr

- Kalkung
- Förderung der biologischen Aktivität
- strukturfördernde Fruchtfolge

Die Karten **5a** und **5b** zeigen eine Szenarienrechnung zum Vergleich verschiedener Anbausysteme für den Erosionsschutz im Bereich der Talsperre Lehmühle. Die Simulationsrechnungen wurden mit dem **Erosionsmodell** "Erosion 2D/3D" unter der Prämisse eines Starkregenereignisses mit 10-jährigem Wiederkehrintervall durchgeführt. In Karte **5a** sind die Ackerflächen konventionell mit Hafer bestellt. Die stark geneigten Hänge weisen erhebliche Erosionsschäden auf. Stellenweise kann es zum Eintrag von **Sedimenten** in die Talsperre und damit zur Trübung und Nährstoffbelastung der Trinkwasservorräte kommen. Wird stattdessen konservierend bewirtschaftet **5b**, können erosionsbedingte Umlagerungen im Beispielsgebiet nahezu vollständig vermieden werden (WERNER 2000).♦