



Das Lebensministerium



## Bodenschutz in der Landwirtschaft

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## **Inhalt**

Einführung	1
Das Bundes-Bodenschutzgesetz	2
Böden in Sachsen	5
Bodengefügeschutz	21
Erosionsschutz	29
Beurteilung der Bodenstruktur	41

# Einführung

Der Boden erfüllt im Naturhaushalt und für die Landwirtschaft vielfältige Funktionen. So filtert er beispielsweise Niederschlagswasser und ist Lebensraum für viele Tiere.

In der Landwirtschaft sichert der Boden die Versorgung der Kulturpflanzen mit Wasser und Nährstoffen für das Wachstum und die Ertragsbildung. Der Boden ist somit ein wichtiger landwirtschaftlicher Produktionsfaktor. Er steht nur begrenzt zur Verfügung und ist nicht vermehrbar. Böden müssen deshalb geschützt werden.

Diese Broschüre beschäftigt sich mit dem Bodenschutz im landwirtschaftlichen Bereich, speziell mit dem Bodengefüge- und Erosionsschutz.

Es werden die in Sachsen dominierenden ackerbaulich genutzten Böden hinsichtlich Verbreitung, Leistungsfähigkeit und Gefährdung vor schädlichen Veränderungen vorgestellt und mögliche Beeinträchtigungen der natürlichen Funktionen dieser Böden durch die landwirtschaftliche Nutzung erläutert. Dabei werden die Bodenfunktionen gemäß Bundes Bodenschutzgesetz definiert.

In den Kapiteln Bodengefüge- und Erosionsschutz werden die möglichen Beeinträchtigungen konkret erläutert. Weiterhin werden Schutzmaßnahmen vorgestellt, um schädliche Bodenveränderungen zu vermeiden.

Abschließend wird gezeigt, wie man diese Veränderungen anhand einfacher Merkmale erkennen und beurteilen kann.

Weitere Informationen zum landwirtschaftlichen Bodenschutz finden Sie im Internet unter:  
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/boden>

## Das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)

Im Bundes-Bodenschutzgesetz wurden Anforderungen zum Schutz des Bodens festgelegt. Diese zielen insbesondere auf den Schutz des Bodens vor Wasser- und Winderosion sowie des Bodengefüges.

Das Bundes-Bodenschutzgesetz verlangt, dass die Leistungsfähigkeit und die natürlichen Funktionen des Bodens erhalten bleiben. Das verpflichtet denjenigen, der auf den Boden einwirkt, zur Vorsorge und gegebenenfalls auch zur Gefahrenabwehr, um schädliche Bodenveränderungen abzuwenden und nachhaltig die Bodenfunktionen zu sichern oder wiederherzustellen.

Neben der Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderung ist auch die Abwehr von Gefahren aus schädlichen Bodenveränderungen rechtlich geregelt. Ziel des vorsorgenden Bodenschutzes nach §1 BBodSchG ist es, bei Einwirkungen auf den Boden (z. B. bei landwirtschaftlicher Nutzung), Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen soweit als möglich zu vermeiden. Die Vorsorgepflicht wird durch die Einhaltung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis erfüllt (§17 BBodSchG). Hierzu zählen u. a., dass Bodenabträge durch Wasser und Wind sowie schädliche Bodenverdichtungen möglichst vermieden und die Bodenstruktur, die biologische Aktivität sowie der Humusgehalt des Bodens erhalten bzw. verbessert werden.

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

1. die Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung grundsätzlich standortangepasst zu erfolgen hat,
2. die Bodenstruktur erhalten oder verbessert wird,
3. Bodenverdichtungen, insbesondere durch Berücksichtigung der Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und des von den zur landwirtschaftlichen Bodennutzung eingesetzten Geräten verursachten Bodendrucks soweit wie möglich vermieden werden,
4. Bodenabträge durch eine standortangepasste Nutzung, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhältnisse sowie der Bodenbedeckung möglichst vermieden werden,
5. die naturbetonten Strukturelemente der Feldflur, insbesondere Hecken, Feldgehölze, Feldraine und Ackerterrassen, die zum Schutz des Bodens notwendig sind, erhalten werden,
6. die biologische Aktivität des Bodens durch entsprechende Fruchtfolgegestaltung erhalten oder gefördert werden und
7. der standorttypische Humusgehalt des Bodens, insbesondere durch eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz oder durch Reduzierung der Bearbeitungsintensität erhalten wird.

## Bodenfunktionen

Das Bundes-Bodenschutzgesetz unterscheidet zwischen verschiedenen Gruppen von Bodenfunktionen:

– Natürliche Funktionen

a) Lebensraumfunktion

b) Reglungsfunktion für Stoff- und Wasserkreislauf

– Nutzungsfunktion

z. B. als Standort für die landwirtschaftliche Nutzung

– Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte

Böden konservieren Spuren natürlicher und menschlicher Eingriffe. Der Boden weist oft selbst Spuren menschlicher Tätigkeit auf, die z. B. durch Bodenverfärbungen heute noch erkennbar sind.



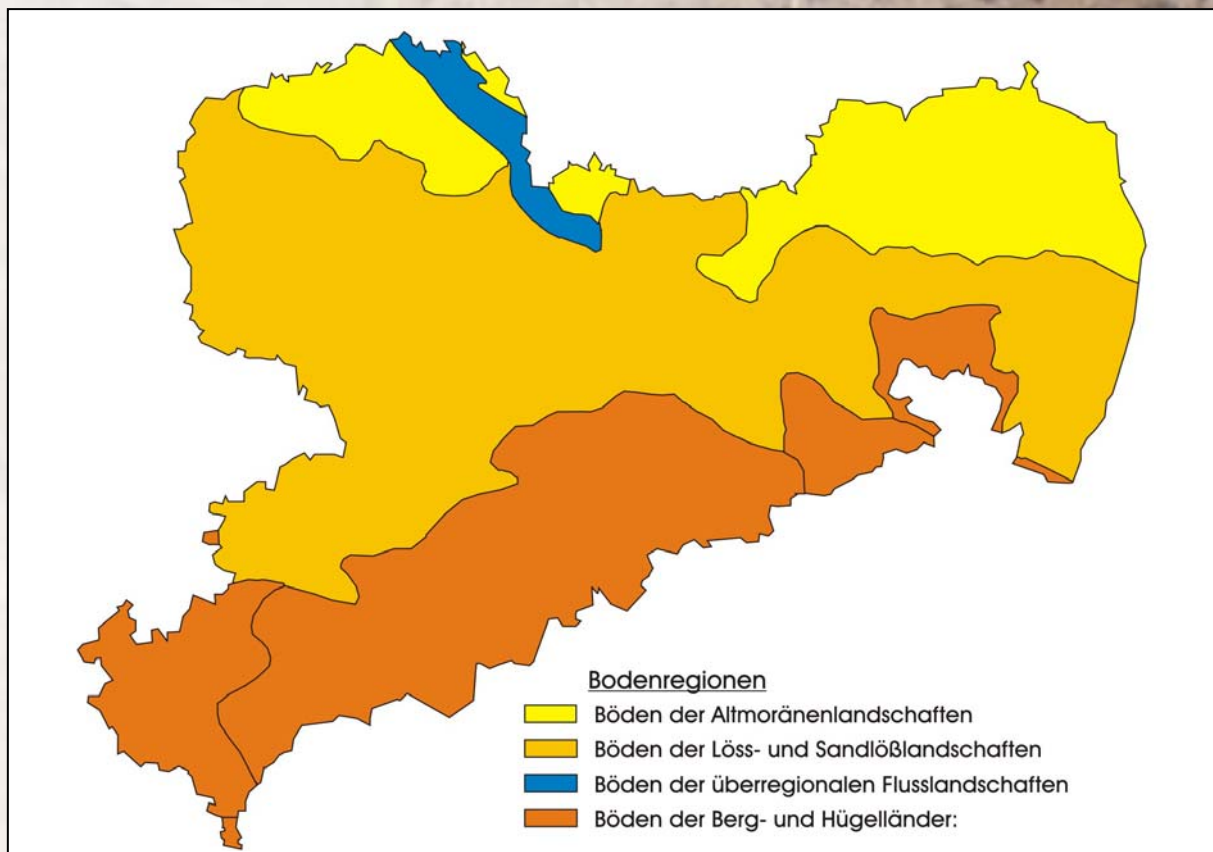
Kreisgraben-Anlagen bei Kyhna im Landkreis Delitzsch. Die 5000 – 7000 Jahre alten Anlagen sind nur noch durch Wachstumsmerkmale im Getreide zu erkennen (Foto: O. Braasch, Landesamt für Archäologie)

# Böden in Sachsen

Die Böden Sachsens lassen sich in Anlehnung an die naturräumliche Gliederung nach Bodenregionen und Bodenlandschaften unterteilen. Die Abgrenzung erfolgt im Wesentlichen anhand von geologischen, morphologischen und klimatischen Kriterien. In jeder ausgegrenzten Einheit dominieren charakteristische Boden- bzw. Substratverhältnisse, die sie von ihrer Umgebung unterscheidet. Im Folgenden werden die Bodenregionen Sachsens in kurzer Form charakterisiert. Für jede Region wird eine dominierende Bodenform vorgestellt.

Folgende Bodenregionen kommen in Sachsen vor:

- Böden der Altmoränenlandschaften
- Böden der Löss- und Sandlösslandschaften
- Böden der Berg- und Hügelländer
- Böden der überregionalen Flusslandschaften



Weitere Informationen zu Böden in Sachsen finden Sie im Internet unter:

<http://www.umwelt.sachsen.de/lfug> und <http://www.landwirtschaft.sachsen/lf/boden>  
→Böden →Bodeninformationen →Böden in Sachsen

## Böden der Altmoränenlandschaften



Im nördlichen Sachsen wurde die heutige Landoberfläche vor allem unter den Verhältnissen des Eiszeitalters geformt. Nach Rückzug des Eises war die vegetationslose Erdoberfläche der Winderosion ausgesetzt. Feinkörniges Bodenmaterial wurde "ausgeblasen" und fernab sedimentiert. Die gröberen Komponenten verblieben in der Region, wurden aber auch teilweise umgelagert. Dabei entstanden großflächige Treibsanddecken mit Binnendünen (Weichsel Kaltzeit). Charakteristisch für diese Bildungen sind ihre Basenarmut und ihre niedrigen pH-Werte. Damit sind die grundlegenden Voraussetzungen für die Entstehung von Böden erfüllt, die in der Fachterminologie als Podsole bezeichnet werden.

Der Vorgang der Podsolierung, in Deutschland früher auch "Sauerbleichung" genannt, setzt sich aus mehreren säureinduzierten Teilprozessen zusammen. Bei niedrigen pH-Werten ist die biologische Aktivität im und auf dem Boden sehr gering (reduzierte bis unterbleibende Regenwurmtätigkeit). Dadurch sammelt sich an der Oberfläche organische Substanz in Form von Blättern, Ästchen o. ä. an, was mit der Zeit zur Bildung einer Humusauflage führt. Diese Humusschicht gibt an den Boden gelöste organische Säuren ab. Parallel dazu werden im sauren Oberbodenmilieu Mineralien zersetzt. Die dabei frei werdenden Kationen (Fe, Al u. a.) wandern mit den organischen Säuren in den Unterboden, wo sie bei Erreichen von Schichten mit höheren pH-Werten als gemeinsame Komplexe wieder ausfallen. Die geschilderten Vorgänge führen zur Ausbildung der Podsolcharakteristischen Horizonte: einem gebleichten "Auswaschungs-" über einem dunkel- bis rostfarbenem "Ausfällungshorizont". Die aus dem Russischen stammende Bezeichnung ("unter Asche") charakterisiert dieses Erscheinungsbild anschaulich.

Das Profil stellt eine typische Bodenform der Region dar, einen **Podsol aus Geschiebedecksand über sandiger Moräne**.

Die Böden dieser überwiegend sandigen Substrate sind aus Sicht der landwirtschaftlichen Produktion eher ertragsschwächere Standorte. Die Ackerzahlen betragen selten mehr als 40 Punkte. Deshalb ist der Anteil an landwirtschaftlicher Nutzfläche mit weniger als 40 % relativ gering.





Podsol aus Geschiebedecksand über sandiger Moräne (Foto: Symmangk, LfUG)

## Böden der Löss- und Sandlösslandschaften



Unter dem Begriff "Löss" versteht man Ablagerungen, die während der Eiszeit von periodisch starken Winden in den Kältesteppen des Gletschervorfeldes bis zu Mächtigkeiten von 15 Metern aufgeweht wurden. Die jeweilige Windstärke entschied darüber, welche Partikel aufgegriffen und wie weit sie transportiert werden konnten. Als Resultat trifft man heute regional relativ homogene Sedimente an, deren Spanne vom "mehlähnlichen" Schluff bis zum feinkörnigen Sand reicht. Die jüngsten und mengenmäßig bei weitem dominierenden Bildungen stammen aus der Weichsel Kaltzeit. Nacheiszeitlich wurden diese Substrate von den sich nunmehr einstellenden ökologischen Verhältnissen überprägt. In Senken und an Unterhängen entstanden feuchte Böden, während die Oberhänge und Hügelkuppen meist trockene Verhältnisse aufweisen. Doch auch auf den trockenen Standorten reichten die jährlichen Niederschlagsraten häufig aus, um das Phänomen der Tonverlagerung in Gang zu setzen. Dabei werden die feinsten Bestandteile des Oberbodens mechanisch gelöst, mit dem Sickerwasser in tiefer gelegene Bereiche transportiert und dort als Tonhäutchen wieder abgelagert - ein Prozess, der als "Lessivierung" bezeichnet wird. Als charakteristische Bodenform entwickelt sich dabei die **Parabraunerde aus Löss**.

Die Böden der Löss- und Sandlösslandschaften sind die ertragsstärksten Standorte in Sachsen. Die Ackerzahlen liegen deutlich über 50 Punkte und erreichen in bestimmten Gebieten wie dem Mittelsächsischen Löss-Hügelland Werte über 80 Punkte. Dementsprechend dominiert in diesem Teil Sachsens die landwirtschaftliche Flächennutzung (mehr als 60 % der Gesamtfläche).



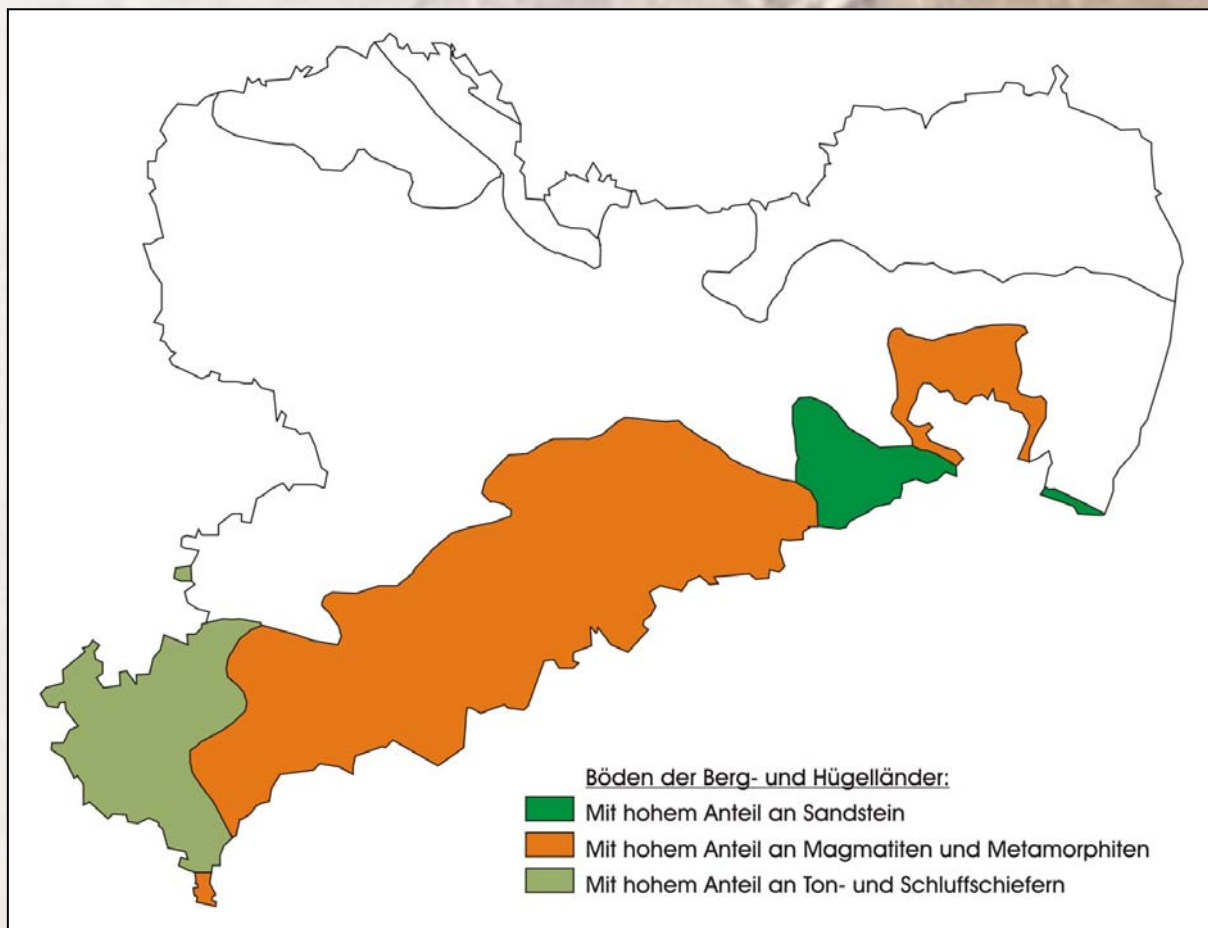
Parabraunerde aus LÖß (Foto : Symmangk, LfUG)

## Böden der Berg- und Hügelländer

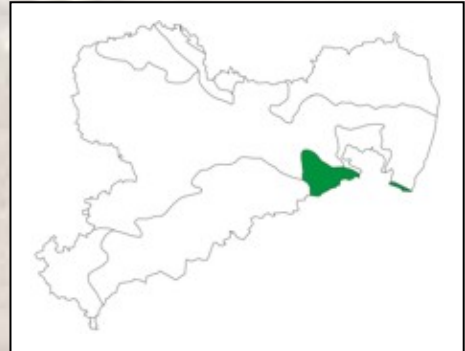
Im Sächsischen Bergland und Mittelgebirge hängen die Bodenbildungen vom jeweiligen Ausgangsgestein für die Bodenbildung und Mächtigkeit der Lockergesteinsdecke ab. Deshalb wird zwischen folgenden drei Bodenregionen unterschieden:

- Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Sandstein
- Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Magmatiten und Metamorphiten
- Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Ton- und Schluffschiefern

Obwohl die Ackerzahlen nur Werte zwischen 20 und 40 Punkten erreichen, ist das Sächsische Berg- und Hügelland - mit Ausnahme der Kammlagen - durch einen hohen Anteil an landwirtschaftlicher Nutzfläche geprägt (40-60 %).



## Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Sandstein



Unter den Berg- und Hügelländern Sachsens nehmen Elbsandstein- und Zittauer Gebirge eine Sonderstellung ein. Einerseits sind ihre Gesteine in wesentlich jüngerer Zeit (Kreidezeit, ca. 100 Mio. Jahre) entstanden als z. B. im Erzgebirge. Andererseits findet man im ganzen Land zu den Sandsteinschichten dieser Landesteile kein Äquivalent.

Die Erosion hat besonders im Elbsandsteingebirge eine in Einzelblöcke zergliederte Landschaft geschaffen, die zudem in Folge unterschiedlicher Verwitterungsresistenz der einzelnen Schichten in charakteristische Tafeln gestaffelt ist. Die Oberflächen der Tafeln sind verbreitet mit geringmächtigem Löss bedeckt. Lediglich an stärker geneigten Hängen und in Schluchtbereichen dominieren sogenannte Verwitterungsböden. Sie gingen im Zeitraum seit der ausgehenden Eiszeit in Folge chemischer und physikalischer Prozesse unmittelbar aus dem Sandstein hervor. Vergleichbar mit den Sandböden im nördlichen Sachsen, bilden auch sie ein nährstoffarmes, sandiges Substrat mit niedrigen pH-Werten bei geringem Wasserhaltevermögen. Unter diesen Voraussetzungen entstehen weltweit unter feuchtkühlen Bedingungen Böden, die man als Podsole bezeichnet. Die Abbildung zeigt als charakteristische Bodenform der Region einen **Podsol aus Sandsteinzer-satz**.



Podsol aus Sandsteinersatz (Foto : Symmangk, LfUG)

## Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Magmatiten und Metamorphiten



Die sächsischen Mittelgebirge bestehen zum großen Teil aus magmatischen und metamorphen Gesteinen, die älter als 300 Mio. Jahre sind.

Bei Magmatiten handelt es sich um in der Tiefe erstarrte Schmelzen. Metamorphite hingegen entstanden aus "Vorgängergesteinen". Diese sind im Verlauf der Erdgeschichte in tiefe Zonen der Erdkruste gelangt, wo sie in Folge hoher Drücke und Temperaturen unter Beibehaltung ihrer chemischen Zusammensetzung umgewandelt wurden. Auf Grund von Erdkrustenbewegungen und Abtragungsprozessen gelangten sie wieder an die Erdoberfläche, wo sie nun schon lange Zeit der Verwitterung ausgesetzt sind. Die daraus resultierenden Produkte, vermischt mit Löss, bilden heute auf großen Flächen das Substrat unserer Gebirgsböden.

Eiszeitliche Gefrier-/Auftauprozesse im wassergesättigten Zustand schufen charakteristische Strukturen innerhalb dieser Böden. Im allgemeinen Sprachgebrauch lässt sich dieser Prozess der "Kryoturbation" am ehesten mit Begriffen wie "Verknetungen", "Verwürgungen" oder "Vermengungen" beschreiben.

Das abgebildete Bodenprofil zeigt bei genauer Betrachtung entsprechende Charakteristika. Es handelt sich dabei um eine **Pseudogley-Braunerde aus löshaltigem Gneiszersatz**. Der Gneis gehört zur Gruppe der Metamorphite. Er ist ein im Erzgebirge weit verbreitetes Gestein einer Gruppe, die man früher auch als "kristalline Schiefer" bezeichnete.





Pseudogley-Braunerde aus lößhaltigem Gneiszersatz (Foto : Symmangk, LfUG)

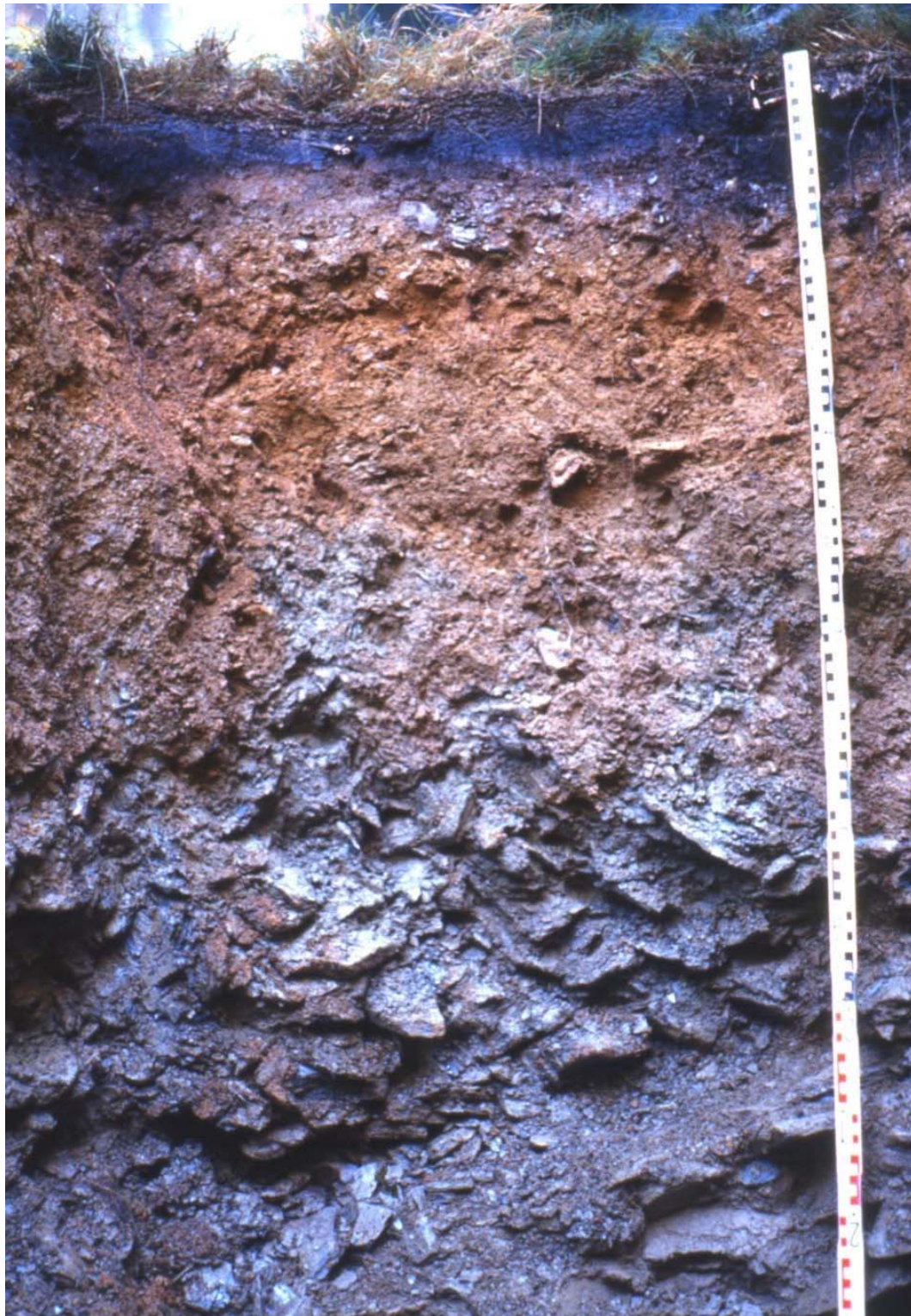
## Böden der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an Ton- und Schluffschiefen



Im sächsischen Vogtland treten Gesteinseinheiten auf, die man als "schwach metamorph" bezeichnet. Sie waren im Verlauf ihrer Entwicklungsgeschichte höheren Temperaturen und Drücken ausgesetzt, als sie an der Erdoberfläche herrschen. Dabei entstanden Tonschiefer sowie Phyllite, stellenweise begleitet von Grauwacken. Daneben tritt im Vogtländischen Kuppenland eine Wechselfolge von Tonschiefern, Kalken und Diabasen auf, die für die Wende Devon/Karbon (circa 360 Mio. Jahre) charakteristisch ist. Das unterschiedliche Verwitterungsverhalten dieser Gesteine war ausschlaggebend für die namensgebende Reliefgestaltung. Reine Lössablagerungen kommen im Vogtland nicht großflächig vor. Dennoch findet sich dieses Windsediment auch hier als Bestandteil der Böden wieder.

Das Bild zeigt als lokaltypischen Boden eine **Podsol-Braunerde aus schluffigem Verwitterungsschutt über Schluffschiefer.**

Daneben führten in weiten Teilen des Vogtlandes die Substratverhältnisse in Verbindung mit geringen Geländeneigungen zur Ausbildung von Böden, die sich im Jahresverlauf durch längere Feucht- oder sogar Nassphasen auszeichnen. Man bezeichnet sie als Pseudogleye (früher auch Staugleye). In der Landwirtschaft spricht man von stauanassen oder wechselfeuchten Standorten, die häufig recht schwierig zu bewirtschaften sind.



Podsol-Braunerde aus schluffigem Verwitterungsschutt über Schluffschiefer  
(Foto : Symmangk, LfUG)

## Böden der überregionalen Flusslandschaften



Die Elbe hat, wie auch die anderen größeren Flüsse Sachsens, ihr Flussbett häufig verlagert. In ihrem heutigen Tal bildete sie noch nacheiszeitlich in begrenztem Umfang "Mäander" aus. Es entstanden zahlreiche Altarme, die heute nur noch bei höheren Wasserständen geflutet werden. Kommt es bei extremer Wasserführung zu Hochwässern, so kann der gesamte, nicht eingedeichte Auenbereich von den Fluten erfasst werden. Dabei werden Auensedimente abgelagert.

Die jungen Auenlehme der Elbe stellen das Resultat derartiger nacheiszeitlicher Hochwässern dar. Vielerorts kann man an ihren Bestandteilen und ihrem Chemismus die zunehmende Beeinflussung natürlicher Prozesse durch den Menschen erkennen. So bezeugen erhöhte Humusgehalte mittelalterlicher Flussablagerungen die damalige Rodungsphase im Mittelgebirgsraum, die zum großflächigen Abtrag der Humusaufgaben geführt hat.

Das dargestellte Bodenprofil, eine **Vega aus geschichtetem Auenlehm**, bietet ein gutes Beispiel für die geschilderten Prozesse: Stärker humose Schichten erkennt man an der Graufärbung.

Größere Flächenanteile erreichen die Auenböden nur im Riesa-Torgauer Elbtal. Diese Flussauen werden in Sachsen bis zu 80 % landwirtschaftlich genutzt. Die außergewöhnliche Fruchtbarkeit der Auenböden veranlasste die Landwirte zur kontinuierlichen Entwicklung von Methoden zur Flächengewinnung für die Ackernutzung. Die Ackerzahlen betragen zwischen 50 und 70 Punkte. Ausgeklügelte Drainagesysteme, die im Sommer auch der Bewässerung dienen können, ermöglichten die nahezu vollständige Ausbreitung intensiv genutzter Flächen. Das Grünland wurde auf den schmalen Streifen zwischen Elbufer und Deichanlagen zurückgedrängt. Der standortstypische Auenwald kommt nur noch an wenigen Stellen reliktsch vor.



Vega aus geschichtetem Auelehm (Foto : Symmangk, LfUG)



# Bodengefügeschutz

Das Bodengefüge (Bodenstruktur) ist die räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile. Es bestimmt Menge und Form der Poren. Die Struktur ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig. Dazu gehören z. B. Bodenart, Menge und Art der organischen Substanz, biologische Aktivität, Form der Bodenbearbeitung, Belastung durch aufliegende Bodenschichten und Maschinen und der Wasserhaushalt. Die Poren sind dabei in wechselnden Anteilen mit Luft und Wasser gefüllt.



## Bedeutung und Funktionen des Bodengefüges:

- Speichert Wasser und Nährstoffe für die Pflanzen
- Sichert den Fluss von Wasser und Nährstoffen im Boden
- Versorgt die Pflanzenwurzeln mit Sauerstoff
- Ist Lebensraum für das Bodenleben wie z. B. Regenwürmer
- Trägt die landwirtschaftlichen Maschinen

Weitere Informationen zum Bodengefüge finden Sie im Internet unter:

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/boden>

→Erosions- und Bodengefügeschutz →Schutz des Bodengefüges

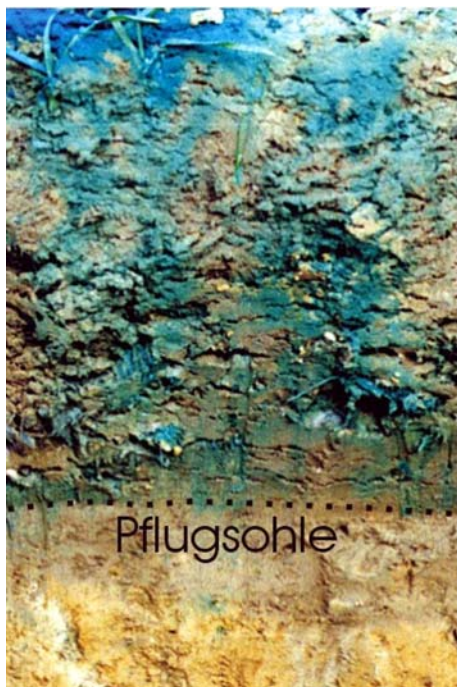
## Prozess



Jedes Bodengefüge hat eine gewisse Stabilität gegenüber mechanischer Belastung. Ist die Belastung nur gering, so reagiert der Boden elastisch, d. h. er nimmt nach der Belastung wieder seine ursprüngliche Form an. Ist die Belastung stärker als die Stabilität des Bodengefüges, so kommt es zur plastischen Verformung des Bodens (z. B. Radspur).

Bei der Verformung des Bodens sind folgende Prozesse voneinander zu unterscheiden: Bodenverdichtung, Bodenschichtung und Bodenschadverdichtung.

Meistens wirken verdichtende und schernde Kräfte zusammen auf den Boden ein. Scherung entsteht z. B. durch Reifenschlupf und Verdichtung vor allem durch Kontaktflächendruck von Maschinen (resultierend aus Radlast und Reifenauftragfläche). So sind Pflugsohlen das Ergebnis der schernden und verdichtenden Wirkung von Furchenrädern.



Vertikalschnitt eines Bodens mit einer Pflugsohle in ca. 25 bis 30 cm Tiefe. Auf die Bodenoberfläche wurde zur Markierung der Bodenwasserbewegung ein Farbstoff ausgebracht und die Fläche anschließend mit 38 l/m<sup>2</sup> beregnet. Es ist zu erkennen, dass das Wasser nur bis zur Pflugsohle relativ gleichmäßig in den Boden eindringen konnte. Die kompakte Sohle hemmte eine weitere vertikale Fließbewegung.



### Bodenverdichtung

Bei der Bodenverdichtung werden aufgrund von starker Belastung Poren zusammengedrückt und Bodenpartikel enger zusammengepackt. Folglich wird das Porenvolumen geringer und die Dichte des Bodens höher. Zudem werden Poren unterbrochen, so dass z. B. der Wasserfluss behindert ist.

In bestimmten Grenzen ist die Verdichtung des Bodens tolerabel, in einigen Fällen sogar erwünscht. Dies gilt z. B. für die Rückverdichtung von hoch gefrorenem Boden unter Grünland oder zur Herstellung von Bodenschluss bei der Saatsbettbereitung.


### Bodenscherung

Bei der Bodenscherung wird der Bodenkörper in sich seitlich verschoben. Dadurch verändern sich die Porenformen. Die Durchgängigkeit von Poren kann zerstört werden. Die Lagerungsdichte des Bodens bleibt davon zunächst unberührt. Das Gefüge wird aber instabiler und so leichter verdichtbar.

### Bodenschadverdichtung

Bodenschadverdichtung liegt vor, wenn das Porensystem soweit verformt ist, dass die Versorgungsleistungen (Luft, Wasser, Nährstoffe) für den Pflanzenbestand und damit die Ertragssicherheit dauerhaft beeinträchtigt sind. Eine Gefährdung besteht vor allem für den Unterboden von Acker- und für Grünlandböden, da hier Gefügeschäden i. d. R. nicht durch Bodenbearbeitung behoben werden können.

## Gefährdung – Ursachen von Bodenbelastungen



Die Entstehung von pflanzenbaunachteiligen Gefügeveränderungen durch Verdichtung und/oder Scherung ist zum einen von den Bodeneigenschaften und zum anderen von der mechanischen Belastung bei der landwirtschaftlichen Nutzung abhängig.

Durch Verfestigung des Bodens wird das Wurzelwachstum gehemmt. Die Abnahme des Porenvolumens oder eine Porenumverteilung führen zu einer Abnahme der Leitfähigkeit für Wasser und Luft. Stark eingeschränkte Leitfähigkeiten verursachen Sauerstoffmangel und Vernässung. Die Folge sind Ertragseinbußen. Durch Vernässung des Bodens wird die Befahrbarkeit stark eingeschränkt. Pflanzennährstoffe werden dem Boden nicht ausreichend entzogen, die Folge sind Nährstoffverluste. Sauerstoffmangel aufgrund Bodenverdichtung ist lebensfeindlich für Bodenlebewesen und schädlich für viele Pflanzen! Durch Sauerstoffmangel nimmt die biologische Aktivität im Boden stark ab. Nährstoffe werden dadurch schlechter fixiert oder nicht mehr pflanzenverfügbar umgesetzt. Es kommt zu Nährstoffauswaschung und damit zur Schädigung von Grund- und Oberflächengewässern. Sauerstoffmangel führt zu Denitrifikation und Fäulnis. Ausgasung von Stickstoff und Fäulnisgasen trägt zur Luftverschlechterung bei. Verringerte Wasserleitfähigkeit des Bodens erhöht den Oberflächenabfluss (Erosionsgefahr) und vermindert die Grundwasserneubildung.



### **Bodeneigenschaften:**

- *Bodenfeuchte*: Hohe Bodenfeuchte setzt die Stabilität des Bodengefüges stark herunter. Wasser in den Bodenporen fördert die Bodenverformung, weil es als Gleitfilm die Bodenpartikelbewegung fördert. Befahrung oder Bearbeitung des Bodens bei hoher Feuchte ist eine der Hauptursachen von Bodenschadverdichtungen.
- *Bodenart und Anteil an organischer Substanz*: Die Bodenart und der Anteil an organischer Substanz haben einen starken Einfluss auf die Eigenschaften des Bodengefüges (z. B. Aggregierungsvermögen, Quellungs- und Schrumpfungsvermögen) und damit auch auf das Verdichtungs- und Wiederauflockungsvermögen eines Bodens. Reine Sandböden z. B. gelten als verdichtungsempfindlich und weisen wegen geringen Tongehalten nur ein geringes Regenerationsvermögen auf. In tonreicheren Böden schafft Quellung und Schrumpfung mindestens zwischen den Bodenaggregaten durchlässige Spalten und Risse.
- *Bodengefüge*: Die feuchteabhängige Stabilität des Bodengefüges entscheidet über die elastische Druckkompensationsfähigkeit. Die Druckstabilität ist neben der Feuchte von der Vorverdichtung und dem Scherwiderstand des Bodens abhängig.

### **Mechanische Belastung:**

- *Radlast*: Hohe Radlast bei vergleichsweise kleiner Reifenaufstandsfläche führt zu hohem Bodendruck und hoher Tiefenwirkung des Druckes.
- *Kontaktfläche* (Reifenaufstandsfläche): Eine kleine Kontaktfläche bei großer Last verursacht einen hohen Flächendruck.
- *Reifeninnendruck*: Ein hoher Reifeninnendruck befördert eine ungleichmäßige Lastabstützung bei kleiner Aufstandsfläche.
- *Überrollhäufigkeit und Belastungsdauer*: Häufiges Überrollen und lange Belastungen erhöhen das Verformungsrisiko des Bodens.
- *Reifenschlupf* (Abweichung der Laufstrecke von der Fahrstrecke, d. h. Drehung des Reifens ist schneller als Fahrtgeschwindigkeit): Reifenschlupf bewirkt vor allem Scherung des Bodens.
- *Reifenstollen*: Reifenstollen begünstigen Scherungen an der Bodenoberfläche.

## Vorsorgemaßnahmen

### Vorsorgemaßnahmen im Bereich der Technik

- *Radlast*: Verringerung der Radlast, z. B. durch Verringerung des Leer- und Ladungsgewichtes (gegebenenfalls Schlaglänge verkürzen), Erhöhung der Achsenanzahl.
- *Kontaktfläche* (Reifenaufstandsfläche): Vergrößerung der Kontaktfläche, z.B. durch Einsatz von Breit- und Terrareifen, Zwillingsreifen, Gitterräder, Bandlaufwerke. Eine Erhöhung der Radlast kann nur mit einer überproportionalen Vergrößerung der Kontaktfläche kompensiert werden!
- *Reifeninnendruck*: Verringerung des Reifeninnendruckes bei gut verformbaren Reifen führt durch gleichmäßigere Lastabstützung und Reifenverbreiterung zu verringerten Bodendrücken. Reifendruckregelanlagen ermöglichen die Anpassung des Reifendruckes.
- *Überrollhäufigkeit und Belastungsdauer*: Verzicht oder Einsparung von Überfahrten (z. B. durch Kombination von Arbeitsgängen, schwere Transporttechnik nicht auf dem Acker abstellen, sondern am Ackerrand). Versetzte Achsen oder Dreiräder vermindern die Überrollhäufigkeit von Spuren.
- *Schlupf*: Allradantrieb, Differenzialsperren, große Kontaktflächen, optimale Ballastierung verringern das Schlupfrisiko. Zapfwellengetriebene Werkzeuge verringern den Zugkraftbedarf - eine effizientere Zugkraftübertragung hilft Schlupf verringern.
- *Reifenstollen*: Grünlandreifen helfen die Grasnarbe bzw. die Bodenoberfläche zu schonen.



### **Vorsorgemaßnahmen im Bereich des Bodens**

- *Bodenfeuchte*: Abwarten einer ausreichenden Abtrocknung des Bodens! Zur Kontrolle kann Bodenfeuchte-Messtechnik eingesetzt werden.
- *Bodengefüge*: Gefügestabilisierende und verbessernde Maßnahmen durchführen (z. B. Organische Düngung, Kalkung, Zwischenfruchtanbau).

### **Vorsorgemaßnahmen im Bereich der Arbeitsverfahren**

- *Fahrgassensysteme* begrenzen Lasteinträge auf Teilbereiche des Ackerschlages. Sie sind so breit anzulegen, dass bodenschonende Reifen eingesetzt werden können.
- Durch *GPS-gestützte Parallelfahreinrichtungen* ist es möglich, einmal festgelegte Fahrgassen bzw. Fahrspuren jedes Jahr wieder zu benutzen.
- *Konservierende Bodenbearbeitung* verhindert die Entstehung einer Pflugsohle. Die Stabilität des Bodengefüges wird allgemein verbessert, wodurch mechanische Belastungen besser aufgefangen werden können.
- *Onlandpflügen* schont den Unterboden, weil alle Traktorräder auf der Bodenoberfläche fahren.





# Erosionsschutz

## **BODENEROSION DURCH WIND**

Verlagerung von Bodenmaterial an der Bodenoberfläche durch Wind als Transportmittel. Dabei werden Bereiche mit vorwiegendem Abtrag und Auftrag unterschieden.

In Sachsen besteht auf den diluvialen, weitgehend ebenen Ackerflächen in den nördlichen Landesteilen wegen der dort vorherrschenden feinsandreichen Böden auf 150.000 ha (entsprechend ca. 20 % der gesamten Ackerfläche Sachsens) die potenzielle Gefahr von Winderosion.

## **BODENEROSION DURCH WASSER**

Verlagerung von Bodenmaterial an der Bodenoberfläche durch Wasser als Transportmittel. Es werden Bereiche mit vorwiegendem Abtrag und Auftrag voneinander unterschieden.

In Sachsen besteht wegen den dort vorherrschenden schluffreichen, oftmals stärker geneigten Ackerböden der Löß- und Sandlößlandschaften sowie des Berglandes und der Mittelgebirge für rund 450.000 ha Ackerfläche (entsprechend rund 60 % der gesamten Ackerfläche) die Gefahr von Wassererosion.



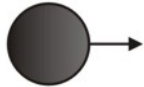
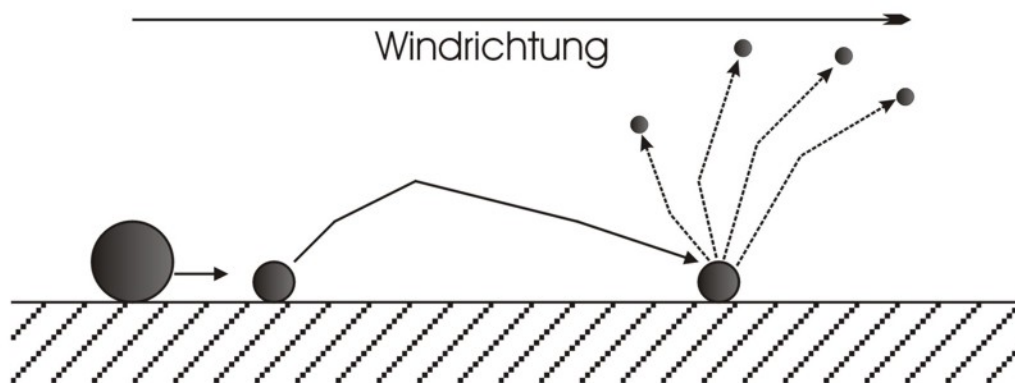
Weitere Informationen zur Bodenerosion finden Sie im Internet unter:

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/boden>

→Erosions- und Bodengefügeschutz →Schutz vor Wasser bzw. Winderosion

## BODENEROSION DURCH WIND

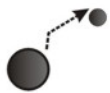
Tritt Wind mit einer Geschwindigkeit von mehr als 5-6 m/s unmittelbar über gefährdeten Bodenoberflächen auf, werden Bodenteilchen an der Bodenoberfläche bewegt oder treffen auf andere Teilchen. Durch den Aufprall oder durch die "Strahlwirkung" werden Bodenaggregate zerstört. Die Bewegung größerer Teilchen findet i. d. R. nur über kurze Distanzen statt. Kleinste Bodenteilchen werden in die Luft geschleudert und dabei über größere Strecken durch den Wind transportiert



Größere Bodenteilchen werden an der Bodenoberfläche bewegt und lösen z. T. durch Stoß springende Bewegung kleinerer Bodenteilchen aus.



Kleinere Bodenteilchen werden durch Stoß und/oder durch turbulenten Wind in die Luft gehoben. Aufgrund ihrer Masse werden diese Teilchen nur über kurze Entfernungen mit dem Wind transportiert (springende Bewegung).



Durch Aufprall oder "Sandstrahlwirkung" entstehen kleinste Bodenteilchen (z.B. Ton, Schluff und Humus). Diese Teilchen werden in die Luft geschleudert und über große Entfernungen transportiert.



### **BODENEROSION DURCH WASSER**

Der Aufschlag von Regentropfen mit hoher kinetischer Energie (starker Niederschlag) führt zur Zerstörung von Bodenaggregaten (siehe Bild). Dabei losgelöste Bodenteilchen werden kleinräumig umgelagert und verdichtet. Es bildet sich eine infiltrationshemmende Oberflächenverschlammung, die bei Hangneigung und andauerndem Niederschlag zu Oberflächenabfluss führt. Mit dem Oberflächenabfluss werden losgelöste Bodenpartikel transportiert. Das abfließende Wasser konzentriert sich, so dass Rillen bzw. Grabenerosion auftreten kann. Bei Abnahme der Fließgeschwindigkeit (z. B.: Unterhangbereiche eines konvexen Hanges) kommt es zur Akkumulation von Bodenteilchen.



## Gefährdung

### **BODENEROSION DURCH WIND**

Winderosionsgefährdet sind trockene, nichtbedeckte Flächen mit hohem Feinstsandanteil bzw. Anmoor in gleichzeitig windoffenen Landschaften. Ausgedehnte Ackerflächen in konventioneller Bearbeitung mit dem Pflug sind im Zeitraum nach der Saatbettbereitung bis zum Aufwuchs einer schützenden Pflanzendecke besonders gefährdet.

### **BODENEROSION DURCH WASSER**

Besonders wassererosionsgefährdet sind geneigte Ackerflächen mit schluff- und feinsandreichen Böden ohne schützende Pflanzendecke. Daher zählen z. B. konventionell mit dem Pflug bestellte Ackerflächen aus schluffreichem Löß direkt nach der Saatbettbereitung bis zur Ausbildung einer schützenden Pflanzendecke als besonders erosionsgefährdet. Für das Einsetzen von Erosion ist das Auftreten von Niederschlägen mit entsprechender Menge oder Intensität notwendig. Als Richtwerte gelten eine Menge von  $7,5 \text{ l/m}^2$  oder eine Intensität von  $5 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$  Regen. Solche Niederschläge können auf Ackerflächen die infiltrationshemmende Oberflächenverschlammung auslösen.

## Schäden

### **Im Abtragsbereich:**

- Verkürzung der Bodenprofile
- Verarmung an Humus und Feinbodenteilchen
- Beeinträchtigung der Bodenfunktionen (z.B. Filter-, Puffer- und Speicherfunktion für Nährstoffe und Niederschlagswasser)
- Verletzung, Entwurzelung und Vernichtung von Kulturpflanzen
- Verlagerung bzw. Verfrachtung von Saatgut, Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln

### **Im Auftragsbereich:**

- Konzentration von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln
- Überdeckung von Pflanzen
- Verschmutzung von Verkehrswegen, Siedlungsflächen und Gräben
- Eintrag von Sedimenten, Nähr- und Schadstoffen in Gewässer



### **Allgemeine acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen**

- Minimierung der Zeitspannen ohne Bedeckung, u. a. durch Fruchtfolgegestaltung, Zwischenfrüchte, Untersaaten und Strohmulch (höhere Bodenbedeckung bewirkt geringere Zerstörung von Bodenaggregaten, da sie vor Aufprall und Strahlwirkung springend bewegter Bodenteilchen geschützt sind und die Windgeschwindigkeit in der bodennahen Schicht durch die höhere Rauigkeit herabgesetzt wird, höhere Bodenbedeckung bewirkt geringere Oberflächenverschlammungsanfälligkeit, da Bodenaggregate vor Regentropfenaufschlag geschützt sind)
- Aufbau und Erhalt stabiler Bodenaggregate durch Förderung der biologischen Aktivität sowie durch Kalkung u. ä. (Erhöhung der Stabilität von Bodenaggregaten an der Bodenoberfläche bewirkt geringere Anfälligkeit vor Zerstörung durch Aufprall und Strahlwirkung springend bewegter Bodenteilchen sowie eine geringere Oberflächenverschlammungsanfälligkeit, da zur Zerstörung von Bodenaggregaten durch Regentropfenaufschlag eine höhere kinetische Energie des Niederschlages notwendig ist)
- Vermeidung hangabwärts gerichteter Fahrspuren
- Vermeidung bzw. Beseitigung infiltrationshemmender Bodenverdichtungen

### **Erosionsmindernde Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren**

- Mulchsaat möglichst ohne Saatbettbereitung (Erhaltung der Bodenbedeckung)
- konservierende Bodenbearbeitung mit Mulchsaat möglichst im gesamten Fruchtfolgeverlauf (bewirkt höhere Bodenbedeckung, Stabilität von Bodenaggregaten und Oberflächenrauigkeit)



### **Erosionsmindernde Flurgestaltung**

- Schlagunterteilung durch Anlage von Erosionsschutzstreifen (z. B. Gehölze und Feldraine, Flurelemente mindern Windoffenheit der Landschaft ab und wirken abflussbremsend)



## Konservierende Bodenbearbeitung

Konservierende Bodenbearbeitung verzichtet auf den Pflugeinsatz. Es kommen nicht wendende Bodenbearbeitungsgeräte zum Einsatz (z. B. Grubber, Scheibeneggen, zapfwellengetriebene Geräte), die den Boden weitgehend in seinem Aufbau belassen.

Durch die nichtwendende Bearbeitung des Bodens kommt es zu einer Anreicherung von Pflanzenresten auf der Bodenoberfläche bzw. in der obersten Bodenschicht (Bodenbedeckung). Die geringere Intensität der Bodenbearbeitung führt zu einer Zunahme der Lagerungsdichte im nicht mehr gelockerten Bereich der Krume und zu einer Steigerung der biologischen Aktivität des Bodens. Neben der geringeren Intensität der Bearbeitung trägt auch das auf der Bodenoberfläche bzw. in oberflächennahen Schichten angereicherte Mulchmaterial zu einer Förderung von Bodenorganismen bei, da hierdurch das Bodenklima verbessert sowie als Nahrungsangebot genutzt wird.

In der Gesamtheit dieser Wirkungen kommt es in der obersten Schicht zu einer Humusakkumulation, zu einer erhöhten Aggregatstabilität sowie zu einem Aufbau eines bis in größere Tiefen reichenden, ungestörten Makroporensystems.

Die Folge ist, dass Bodenaggregate vor der Zerstörung durch Regentropfen weitgehend geschützt sind und dadurch die Bildung von infiltrationshemmenden Oberflächenverschlammungen und Bodenerosion vermindert bzw. gemindert werden kann. Zusätzlich kann überschüssiges Wasser in den vertikal-kontinuierlichen Makroporen (Regenwurmgänge, alte Pflanzenwurzeln) schnell in tiefere Bodenbereiche abtransportiert werden.

Durch konservierende Bodenbearbeitung entsteht ein funktionsfähigeres Gefüge mit verbesserten Stabilitätseigenschaften. Die konservierende Bodenbearbeitung stellt daher die wirksamste Maßnahme gegen Erosion dar und wird von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft empfohlen.

Bei Einführung der konservierenden Bodenbearbeitung ergibt sich ein entsprechender Anpassungsbedarf für die damit verbundenen acker- und pflanzenbaulichen Probleme. Hierzu zählen u. a. Ährenfusariosen, tierische Schaderreger und Durchwuchs/Unkräuter. Hierzu werden in enger Zusammenarbeit mit Landwirten von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft Lösungsstrategien entwickelt.

Weitere Informationen zur konservierenden Bodenbearbeitung finden Sie im Internet unter:

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/boden>

→Bodenbearbeitung →Konservierende Bodenbearbeitung

mit Pflug

ohne Pflug



Oberflächenverschlammung nach einem Gewitter nach konventioneller bzw. konservierender Bearbeitung (Niederschlag von 55 mm/45 min)

Ergebnisse eines Beregnungsversuchs nach 8 Jahren unterschiedlicher Bodenbearbeitung (Niederschlagsintensität 0,7 mm/min, Dauer 60 min)

	<b>Konventionell</b>	<b>Konservierend mit Mulchsaat</b>
Bedeckungsgrad, %	2	30
Humusgehalt, %	2,0	2,6
Aggregatstabilität, %	30,1	43,1
Infiltrationsrate, %	49,4	70,9
Abfluss, l/m <sup>2</sup>	21,2	12,2
Bodenabtrag, g/m <sup>2</sup>	318	138

## Prognose der Erosion durch Wasser

Die Programme EROSION-2D und EROSION-3D sind physikalisch begründete Prozessmodelle zur Prognose der durch natürliche Einzelregen oder Niederschlagsreihen verursachten Bodenerosion in Wassereinzugsgebieten.

EROSION-2D ist ein Prognosemodell, welches auf ein ausgewähltes Hangprofil schnell angewendet werden kann. Mit EROSION-3D kann die Bodenerosion ganzer Einzugsgebiete abgeschätzt werden (siehe Abbildung).

Die Modelle EROSION-2D und EROSION-3D sind im Rahmen umfangreicher Feldversuche (Bodenerosionsmessprogramm Sachsen) in den Jahren 1992 bis 1996 in Zusammenarbeit mit der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, dem Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie, der TU Bergakademie Freiberg und der TU Karlsruhe validiert worden.

Mit Hilfe des Modells kann festgestellt werden, welche erosionsmindernde Maßnahmen unter den örtlichen Bedingungen geeignet sind, um den Schutz des Bodens vor Erosion durch Wasser nachhaltig zu gewährleisten (siehe Abbildung).

Deshalb werden beide Modelle seit 1996 in der landwirtschaftlichen Officialberatung des Landes Sachsen eingesetzt und sind seitdem zur Erosionsabschätzung in zahlreichen Projekten erfolgreich angewendet worden.

Weitere Informationen zur Anwendung der Prognosemodelle finden Sie im Internet unter:

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/boden>

→Untersuchungs- und Messmethoden bzw. Ergebnisse





### Einzugsgebiet Cunewalder Wasser

"Begrüßung der Tiefenlinien"  
20-jähriges Extremereignis  
konservierende Bewirtschaftung

#### Legende

##### Landnutzung

- Acker
- Bahn
- Bebauung
- Gebüsch, Baumgruppe
- Feldweg
- Gartenland
- Gehölzstreifen
- Grünanlage, Park
- Grünland
- Sonstiges
- Sportrasen
- Straße
- Gewässer
- Schutzwiese
- Wald

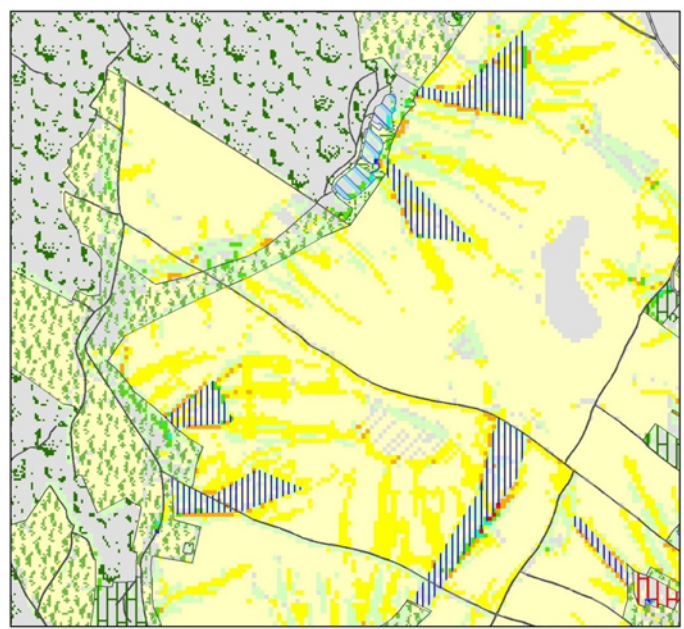
##### Erosion/Deposition [t/ha]

- < -250
- 250 - -25
- 25 - -2,5
- 2,5 - -0,01
- 0,01 - 0,01
- 0,01 - 2,5
- 2,5 - 25
- 25 - 250
- > 250

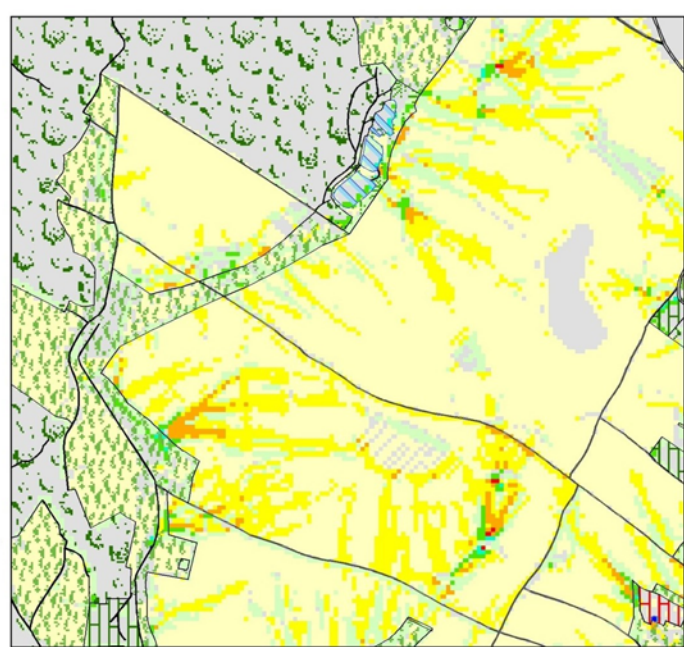


0 125 250 500  
Meter

Darstellung auf der Grundlage der Topographischen Karte 1:10000 mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Sachsen. Genehmigungs-Nr. DN R 01/01. Änderungen und thematische Erweiterungen durch den Herausgeber. Jede weitere Vervielfältigung bedarf der Erlaubnis des Landesvermessungsamtes Sachsen.



Bodenabtrag in Tiefenlinien mit Schutzwiese



Bodenabtrag in Tiefenlinien ohne Schutzwiese

Quelle:  
Richter 2004



## Beurteilung der Bodenstruktur

Die Bodenstruktur ist ständigen Veränderungen unterworfen. Zum einen wirken natürliche Prozesse wie Quellung und Schrumpfung auf den Boden ein. Zum anderen bewirkt auch die Bewirtschaftung Veränderungen in der Bodenstruktur.

Die Bodenbearbeitung sollte zu einer Bodenstruktur führen, die optimale Bedingungen für den Anbau von Ackerkulturen bietet. Darüber hinaus trägt eine optimale Bodenstruktur auch zu einem effizienten Schutz vor Bodenschadverdichtungen sowie vor Wasser- und Winderosion bei.

Was aber eigentlich unter einer optimalen Bodenstruktur zu verstehen ist, ist eher eine Frage der Erfahrungen und des Gefühls des einzelnen Landwirts als eindeutiger Messgrößen.


Tatsächlich lässt sich die Bodenstruktur und deren Veränderungen im Zeitverlauf schneller und besser durch ein „Beobachten“ und „Fühlen“ des Bodens erfassen als durch konkrete Messungen. Dieses Kapitel soll hierfür ein Ratgeber sein.

Weitere Informationen zur Beurteilung der Bodenstruktur finden Sie im Internet unter:

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/boden>

→Beurteilung der Bodenstruktur

## Oberfläche



Trotz einer optimalen Struktur des eigentlichen Bodenkörpers können die Infiltration während Niederschlägen, der Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre und das Pflanzenwachstum gehemmt sein. Denn diese Prozesse hängen auch von der Beschaffenheit der Oberfläche ab. Nur eine poröse, nicht verschlämmte Oberfläche sichert diese Prozesse. Weiteres Kennzeichen eines günstigen Zustandes der Bodenoberfläche ist eine ausreichend hohe Bedeckung der Oberfläche mit Mulchmaterial. Niederschlagstropfen, die zunächst auf solches Mulchmaterial fallen, können keine Bodenaggregate zerstören und so nicht mehr zu einer Verschlämmung beitragen. Auch an der Oberfläche offene Regenwurmgänge sind als günstig zu beurteilen, da sie Überschusswasser von der Oberfläche schnell in tiefere Schichten abführen können. Sie sind außerdem Kennzeichen eines biologisch aktiven Bodens. Ein biologisch aktiver Boden führt durch Zersetzung von Ernterückständen und den „Lebendverbau“ mit mineralischen Bodenteilchen auch zu stabileren Bodenaggregaten, die nur noch schwer zerstört werden können. Deshalb ist insbesondere das Vorhandensein von Regenwurmlosung und Bodenkrümeln ein Indiz für einen optimalen Zustand der Bodenoberfläche.

Außerdem bremst eine möglichst raue Oberfläche die Geschwindigkeit von Wind und Oberflächenabfluss ab und schützt so die aufgelaufene Saat.




Ungünstig: Verschlammte Oberfläche



Günstig: Trotz verschlammter Oberfläche offene Regenwurmgänge unter Ernterückständen

## Oberboden



Tritt im Boden ein Krümelgefüge auf, ist dies als besonders günstig einzustufen. Krümel sind häufig Kennzeichen einer hohen biologischen Aktivität und intensiver Durchwurzelung. Der Aufbau dieser Gefügestruktur im Oberboden wird zudem durch eine ausgewogene Fruchtfolge, eine gute Kalk- und Humusversorgung sowie durch eine geringere Intensität der Bodenbearbeitung gefördert. Krümel weisen einen Durchmesser von 1-10 mm auf, sind meist rundlich und unregelmäßig begrenzt und besitzen eine hohe Porosität.

Das Bröckelgefüge entsteht bei der Bearbeitung von Böden mittleren Tongehalts und optimaler Bodenfeuchte. Bröckel stellen damit die günstigste direkt durch Bodenbearbeitung zu erzielende Gefügestruktur dar, wenn diese locker und porös sind. Bröckel sind unregelmäßig begrenzte Aggregate mit einem Durchmesser kleiner als 50 mm.

In Oberböden von Ackerflächen ist daher ein Mischgefüge aus Krümel- und locker-porösen Bröckeln als günstig einzustufen.

Die günstige Struktur von Oberböden ist auch daran zu erkennen, dass die Ernterückstände aus dem Vorjahr weitgehend abgebaut sind, der Boden gleichmäßig und dicht mit feinen Wurzeln durchsetzt ist, eine gleichmäßige braune Farbe hat und erdig riecht.

Ungünstig dagegen sind scharfkantige, wenig poröse Aggregate und Klumpen mit verschmierten Oberflächen, eine ungleichmäßige und gestörte Feindurchwurzelung, unverrottete und ungleichmäßig verteilte Ernterückstände sowie graublau Verfärbungen und ein fauliger Geruch. Diese Eigenschaften deuten auf eine mangelnde Durchlüftung des Bodens hin.



Ungünstig: Scharfkantige, wenig poröse Aggregate mit einer ungleichmäßigen Feindurchwurzelung



Günstig: Mischgefüge aus Krümeln und Bröckeln

## Unterboden

Insbesondere bei der Einschätzung des Unterbodens muss beachtet werden, dass die Aggregation auch vom Substrat abhängt. So ist für natürlich gelagerte Löß-Böden ein Kohärenzgefüge typisch. Sandböden besitzen dagegen ein Einzelkornggefüge und andere Böden sind aggregiert. Die Struktur solcher Unterböden ist dann als günstig einzustufen, wenn ihre Gefügeformen locker bzw. nicht verdichtet sind, eine ungestörte Tiefendurchwurzelung ermöglicht wird und der Boden ausreichend mit vertikal verlaufenden Makroporen, welche z. B. von Regenwürmern stammen, durchsetzt ist.

Sichere Kennzeichen einer ungünstigen Struktur sind das Auftreten eines plattigen Gefüges im Bereich der Pflugsohle, eine gestörte Tiefendurchwurzelung bzw. das Fehlen oder das verminderte Vorhandensein von Regenwurm-gängen.

Weiterhin können körnungsbedingt weitere Aggregatformen, wie Polyeder und prismatische Gefügeformen auf einen ungünstigeren Gefügestand hinweisen, wenn diese Aggregate relativ groß und verdichtet sind. Ob ein Bodenaggregat verdichtet ist, lässt sich dadurch erkennen, dass es mit den Händen nur schwer zu zerdrücken ist bzw. dass beim Auseinanderbrechen ein erhöhter Kraftaufwand notwendig ist und nur noch Räume zwischen den Aggregaten durchwurzelt sind.





Ungünstig: Plattiges Gefüge unterhalb der Pflugsohle



Günstig: Unterboden ist mit zahlreichen vertikal verlaufenden Makroporen durchsetzt

## Übersicht – Günstige Struktur

<b>Günstige Struktur</b>	
<b>Oberfläche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– je nach Anforderung rau bis fein</li> <li>– Einzelaggregate erkennbar</li> <li>– nicht verschlammte Oberfläche</li> <li>– Makroporen (Regenwurmgänge) erkennbar</li> <li>– Regenwurmlösung</li> <li>– (Bedeckung mit Mulchmaterial)</li> </ul>
<b>Oberboden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Krümelgefüge bzw. Mischgefüge aus Krü- meln und locker-porösen Bröckeln</li> <li>– gleichmäßig dichte Feindurchwurzelung</li> <li>– Ernterückstände weitgehend abgebaut bzw. in Rotte</li> <li>– gleichmäßig braune Farbe</li> <li>– erdiger Geruch</li> </ul>
<b>Übergangsbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– allmählicher Übergang</li> </ul>
<b>Unterboden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– kein Plattengefüge erkennbar</li> <li>– lockeres (nicht verdichtetes) Kohärent- (ty- pisch für Lössböden), Einzelkorn- (typisch für Sandböden) oder Aggregatgefüge</li> <li>– ungestörte Tiefendurchwurzelung</li> <li>– zahlreiche vertikal verlaufende Makroporen (Regenwurmgänge)</li> </ul>

## Übersicht – Ungünstige Struktur

<b>Ungünstige Struktur</b>	
<b>Oberfläche</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– zu fein bzw. zu grob</li><li>– Oberflächenverschlammung bzw. Krustenbildung</li><li>– keine Makroporen (Regenwurmgänge) erkennbar</li><li>– nicht genügende Bodenbedeckung (z. B. durch Mulchmaterial)</li></ul>
<b>Oberboden</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Klumpengefüge</li><li>– scharfkantig, wenig poröse Aggregate (z. B. Polyeder oder Prismen)</li><li>– ungleichmäßige und gestörte Feindurchwurzelung</li><li>– unverrottete und ungleichmäßig verteilte Ernterückstände (z. B. Strohmatratzen) mit Verpilzungen</li><li>– graublaue Verfärbungen</li><li>– fauliger Geruch</li></ul>
<b>Übergangsbereich</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– abrupter Übergang</li></ul>
<b>Unterboden</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Plattengefüge erkennbar</li><li>– verdichtetes Kohärent- (typisch für Lössböden), Einzelkorn- (typisch für Sandböden) oder Aggregatgefüge</li><li>– gestörte Tiefendurchwurzelung</li><li>– wenige bzw. keine vertikal verlaufende Makroporen (Regenwurmgänge)</li></ul>

## Literatur

- Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (Hrsg.) 1997. Bodenstruktur erkennen und beurteilen. Anleitung zur Bodenuntersuchung mit dem Spaten. 2. Auflage. Sonderdruck dlz agrar-magazin
- Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) 2000. Bodenfruchtbarkeit erhalten. Ackerböden vor Schadverdichtung schützen. 1. Auflage
- Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) 2001. Gute fachliche Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung.
- Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) 2001. Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion.
- Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (Hrsg.) 2002. Informationsheft zum landwirtschaftlichen Bodenschutz im Land Brandenburg - Teil Bodenerosion
- Richter, S. 2004. Ableitung und Bewertung von Strategien zur Minderung des Bodeneintrages in die Talsperre Bautzen unter Anwendung des Erosionssimulationsmodells EROSION 3D. Diplomarbeit, TU Dresden
- Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) 1996. Bodenerosion durch Wasser. 2. Auflage.
- Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) 2002. Berichte aus der Pflanzenproduktion. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Heft 11.
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.) 1998. Beitrag der Ländlichen Neuordnung zum Erosionsschutz.
- Schmidt, J., von Werner, M, Michael, A. 1996. EROSION 2D. Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser.

## Internetquellen

- Landesamt für Archäologie Sachsen  
<http://www.archsax.sachsen.de/>
- Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Internetportal Boden)  
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/boden>
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie  
<http://www.umwelt.sachsen.de/lfug>

## **Impressum**

- Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden  
Internet: WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL
- Bearbeitung:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
- Redaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung  
Dr. Berno Zimmerling, Dr. Walter Schmidt, Dr. Olaf Nitzsche, Karin  
Marschall, Henning Stahl, Helmut Götze, Martin Hänsel  
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie  
Abteilung Natur, Landschaft, Boden  
Heiner Heilmann
- Redaktionsschluss:** Oktober 2004
- Fotos:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
- Druck:** RT Reprotechnik.de GmbH  
Leipzig

## **Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.