

Das Programm

1. Einführung

BODENBESTANDTEILE

2. Mineralische Bestandteile der Böden
3. Organische Bestandteile der Böden

BODENBILDUNG

4. Faktoren und Prozesse der Bodenbildung
5. Bodenbildung auf verschiedenen Gesteinen
6. Klassifikation und Kartierung von Böden

BODENFUNKTIONEN

7. Wasser, Luft und Wärme
8. Bodenreaktion und Nährstoffe

→ **9. Erhaltung und Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit**

BÖDEN UND KLIMA

10. Böden und Klima

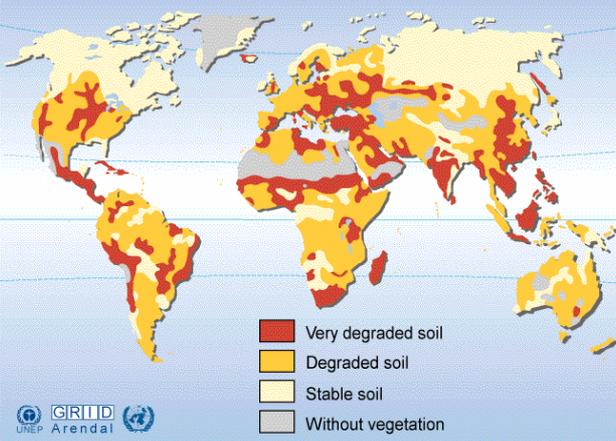
S 123

Einführung

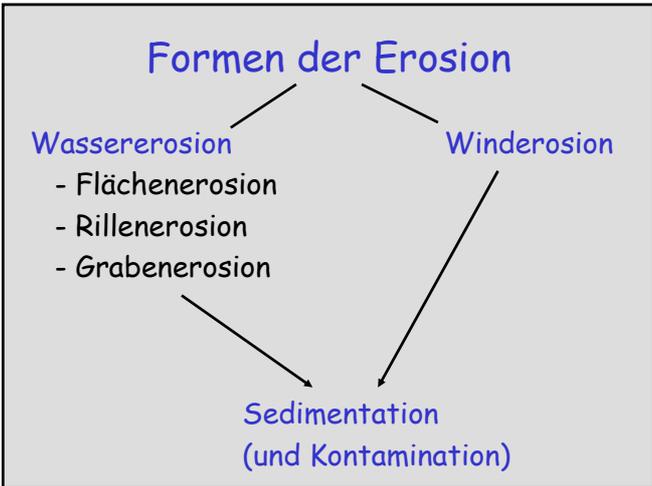
- Bodendegradation ist weltweit eines der grössten Umweltprobleme.
- Gründe: Versalzung, Erosion, Verdichtung, Verarmung an Nährstoffen und organischer Substanz, Versauerung, Versiegelung.
- Bevölkerungswachstum → Intensivierung der Landwirtschaft, zunehmende Nutzung von marginalen Flächen, Veränderung von Landnutzungssystemen → Druck auf die Böden nimmt weiter zu!
- Verminderung der Bodendegradation erfordert regional-spezifische Lösungen.

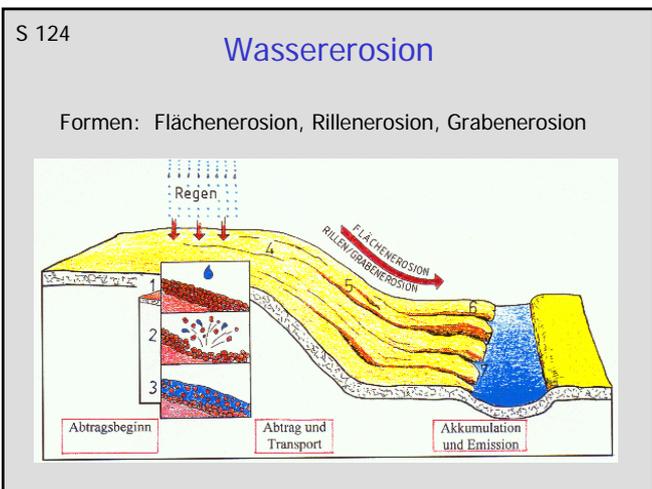
S 123

Soil degradation









Wasserosion

- Bodenpartikel müssen aus dem Gefügeverband abgelöst werden

→ geringe Pflanzenbedeckung, geringe Aggregatstabilität und häufige Starkniederschläge fördern die Erosion.



- Bodenpartikel müssen über grössere Distanzen transportiert werden.

→ gehemmte Infiltration von Wasser und Hangneigung fördern die Erosion.









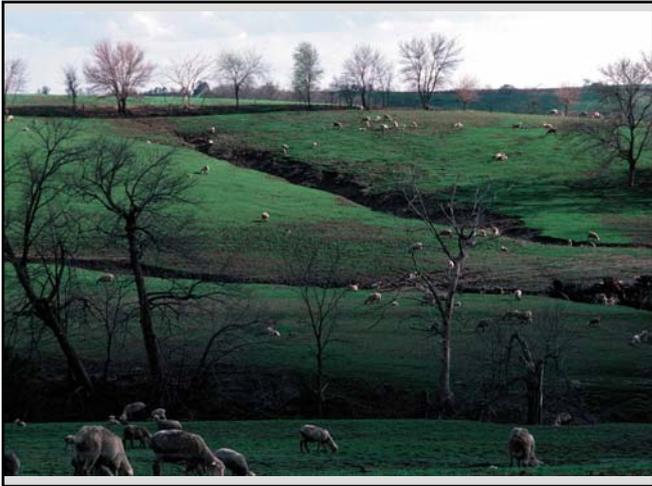




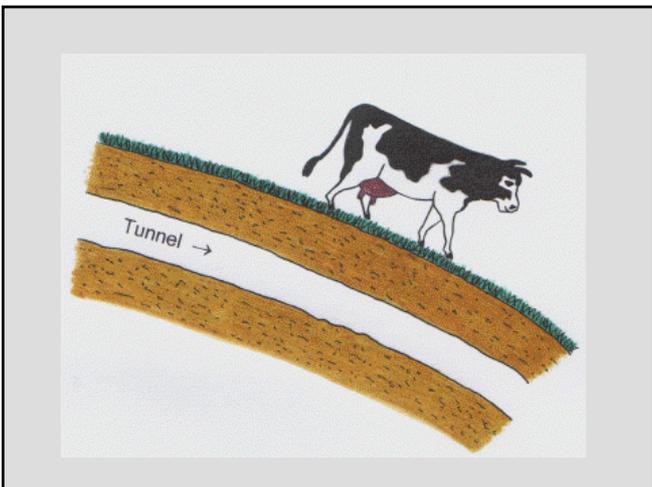














S 124

Folgen der Wassererosion

Abtragsgebiet	Eintragsgebiet (off-site)
Verlust von Wasser	Vernässung, Überschwemmung
Verlust von Feinerde und Nährstoffen	Eutrophierung von Gewässern (P), Überdeckung von Pflanzen
Entstehung von Rillen und Gräben	Verschlämmung von Flussbetten, Kanälen, Stauseen, etc.
Freilegung von wenig verwittertem Gestein (Bsp. Ruanda)	Entstehung von fruchtbaren Auensedimenten (Bsp. Nil)

Sekundäre Folgen der Erosion (off-site)



Verstopfung von Drainagesystemen



Bildung fruchtbarer Böden durch Jahrtausendlange Erosion und Sedimentation (Nil Delta)

Tolerierbarer Bodenabtrag ?

- $15 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \sim 1 \text{ mm ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (bei 1.5 g cm^{-3})
- "Tolerierbar": $1\text{-}15 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$
- Sehr hoch: $100\text{-}1000 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (z.B. SO Asien, Afrika, Indien, Brasilien)
- Bodenbildungsrate:
 $0.1 \text{ bis } 1 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ auf Lockergesteinen
 $0.01 \text{ bis } 0.1 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ auf Festgesteinen
- Tolerierbarer Bodenabtrag je nach Schäden, die betrachtet werden.
Einfluss auf Bodenfruchtbarkeit ist abhängig von der Gründigkeit des Bodens und der Beschaffenheit des Unterbodens.
- Richtwerte VBBo (1998): $2\text{-}4 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, je nach Gründigkeit.

S 124

Faktoren der Wassererosion

- Relief
- Niederschlagsmenge und -verteilung
- Bodenstruktur und Textur
- Vegetationsbedeckung
- Wasserinfiltrationsrate

→ Form der Landnutzung beeinflusst die Erosionsrate sehr stark, zum Teil mit katastrophalen Folgen.

S 125

USLE / ABAG

USLE = Universal Soil Loss Equation

ABAG = Allgemeine Boden Abtrags Gleichung

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (\text{in } \text{t ha}^{-1} \text{ a}^{-1})$$

Bodenabtrag wird durch mehrere Faktoren bestimmt:

- Regenerosität (R-Faktor)
- Bodenerodierbarkeit (K-Faktor)
- Hangneigung (S-Faktor)
- Hanglage (L-Faktor)
- Bodennutzung (C-Faktor)
- Kulturunabhängige Schutzmassnahmen (P-Faktor)



S 126

Erosionsschutz

- Bodenbedeckung (Pflanzenbestand, Mulch, Ernterückstände)
- Bodenbearbeitung und Einsaat quer zum Hang
- Förderung der Aggregatstabilität (e.g. durch organische Düngung)
- Vermeidung von Bodenverdichtungen
- Terrassierung von Hängen

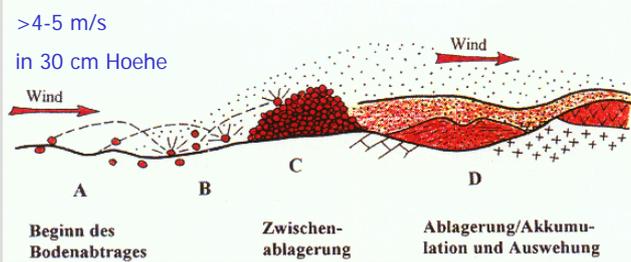


Winderosion



S 125

Winderosion



S 126

Faktoren der Winderosion

Windgeschwindigkeit knapp über der Bodenoberfläche

- Klima, Relief

Feldlänge

- Windschutzhecken, Baumstreifen

Bodenart und Feuchte

- Trockene, humusreiche, feinsandige Böden sind am anfälligsten für die Winderosion.

Bodenbedeckung und Rauigkeit

- Rauhe Bodenoberfläche bremst den Wind nahe an der Oberfläche.
- Vegetation → bremst Wind und vermindert Austrocknung der Bodenoberfläche.





S 126

Schutz vor Winderosion

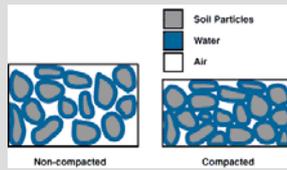
- Bodenbedeckung (Pflanzenbestand, Mulch, Ernterückstände)
- Windschutzhecken
- Kleine Felder (→ häufiger Wechsel der angebauten Kultur)

Bodenverdichtung

nasse Böden
+ schwere Maschinen

→ Bodenverdichtung !!!

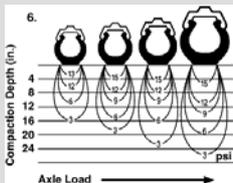
- Schlechte Durchlüftung
- Gehemmte Infiltration
- Erhöhte Erosionsgefahr



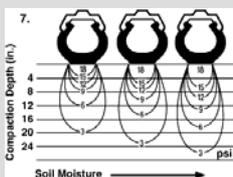
Bodenverdichtung durch schwere Maschinen



Bodenverdichtung durch Maschinen



Verdichtung im Unterboden steigt mit zunehmendem Druck durch Reifen

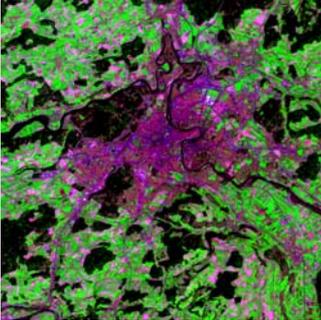


Verdichtung im Unterboden steigt auch mit zunehmender Bodenfeuchte

Bodenversiegelung

= Bedeckung der Bodenoberfläche mit undurchlässiger Schicht

Stadt Bern



Schweiz:

ca. 6% der Landesfläche

53% des Siedlungsgebietes

0.86 m²/s werden überbaut

(=3153 ha/Jahr)

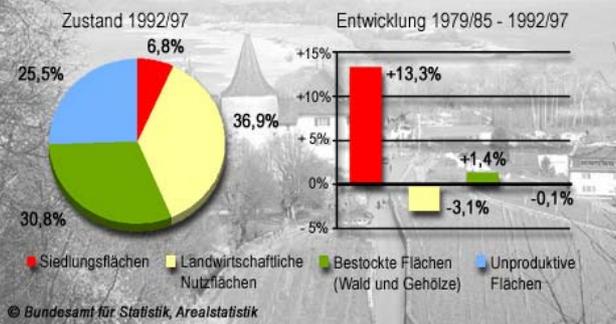
→ Grundwasserneubildung

→ Durchlüftung

→ Oberflächenabfluss

Bodennutzung in der Schweiz

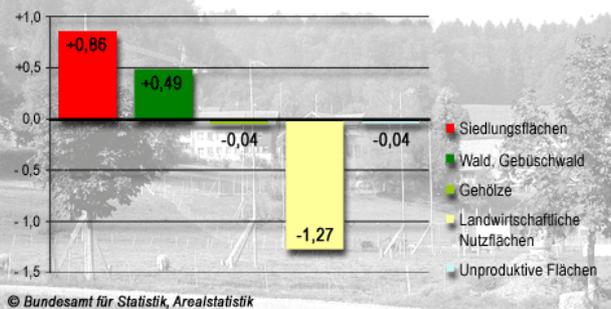
Zustand und Entwicklung der Bodennutzung



Bodennutzung in der Schweiz

Bodennutzungswandel in m² pro Sekunde

1979/85 - 1992/97



Beispiel: Volketswil 1972 - 1996

1972

1996



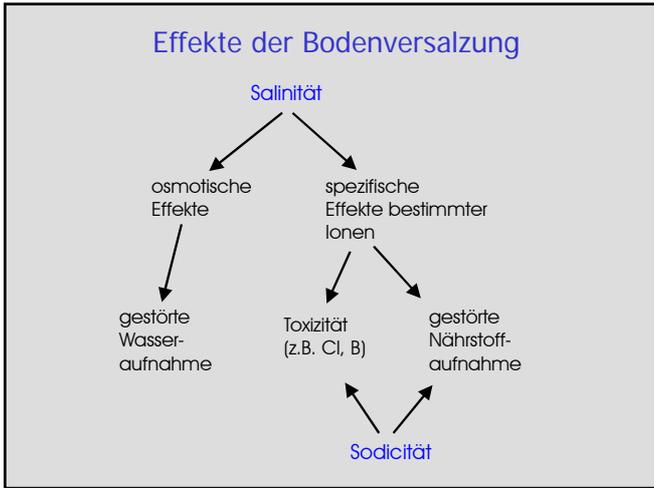
Bodenversalzung



Bodenversalzung

= Anreicherung von leicht löslichen Salzen

- Salzeintrag > Salzauswaschung
- Eintrag:
Küste ($100-200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) > Inland ($10-20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)
Bewässerung (→ Qualität und Menge des Wassers !)
Kapillarer Aufstieg von Grundwasser
- Auswaschung:
Versickerung (→ Drainage des Bodens)



Weltweit sind 23% der kultivierten Böden als saline und 37% als sodic eingestuft.

Sodic = Na Sättigung >15%
 Saline = EC > 4 dS m⁻¹)

Fazit

- Böden sind Lebensgrundlage.
- Starke Bodendegradation ist oft die Folge einer nicht standortgerechten Landnutzung.
- Bodendegradation ist sehr häufig irreversibel.
- Die Verminderung der Bodendegradation ist in vielen Regionen eines der wichtigsten Umweltprobleme.
- Lösungen sind sehr komplex (politische, soziale, ökonomische, agrar-technische, bodenkundliche Aspekte)
