

# Projekt: Boden-Bildung

Die vorliegende Zusammenstellung rund um das Thema Boden ist als Arbeitsmappe im Baukastensystem aufgebaut.

Jede Aktion ist ausführlich beschrieben und mit den notwendigen schriftlichen Materialien für die Durchführung ausgestattet, die jeweils im Anschluss an die Übersicht zu finden sind.

Alle weiteren erforderlichen Materialien sind der Materialliste zu entnehmen und im Vorfeld zu beschaffen.

## Erstellt durch:

Georg Salditt  
Internationales Begegnungszentrum St. Marienthal  
St. Marienthal 10  
02899 Ostritz  
Telefon: (03 58 23) 7 72 32  
e-mail: IBZ-Salditt@t-online.de

Manuela König  
Quercus-Büro für Wald und Umwelt  
Mozartstraße 20  
68161 Mannheim  
Telefon: (06 21) 8 62 54 98

# Inhaltsverzeichnis

## A. Wochenprogramme

1. *BodenForscher*
2. *BodenPerspektiven*
3. *BodenWissen*

## B. Familienprogramme

1. *BodenKunst*
2. *Tierisch interessanter Boden*
3. *Bodenexperimente*

## C. Referate

1. *Wie entstehen Böden*
2. *Den Boden unter die Lupe genommen*
3. *Organische Bestandteile des Bodens*
4. *Besonderheiten im Boden*

## D. Kennen lernen

1. *Gestaltung eines Bodenringes*
2. *Platzwechsel*
3. *Stocknetz*

## E. Gruppeneinteilung

1. *Bodenteile erfühlen*
2. *Bodentierpuzzle*
3. *Geräuschk Dosen*
4. *Karten mit Bodentieren*
5. *Wildschweinrotte*

## **F. Kreativität**

- 1. Basteln eines Bodenmemorys**
- 2. Basteln eines Mobiles**
- 3. Bilder mit Sand gestalten**
- 4. Bodenmosaik legen**
- 5. Malen mit Bodenfarben**
- 6. Matschbilder**
- 7. Sammeln von Natur- und Bodenfarben**

## **G. Sinneswahrnehmung**

- 1. Barfussraupe**
- 2. Bodenperspektive**
- 3. Sammeln von Bodendüften**
- 4. Spiegelgang**

## **H. Wissen**

### **1. Allgemeines**

- 1. Bodenleiter*
- 2. Bodenuntersuchung für Kinder und Familien*
- 3. Nachbau von Wurzeln*
- 4. Ökologisches Netz*
- 5. Waldbodenfenster*
- 6. Zersetzungsreihe von Blättern und Nadeln*

### **2. Jugendliche und Erwachsene**

- 1. Anlage eines Bodenaufschlusses*
- 2. Humusformen bestimmen*
- 3. Untersuchung eines Bodenprofils*

### **3. Versuche**

- 1. Boden als Filter*
- 2. Boden und Pflanzen*
- 3. Bodenerosion*
- 4. Bodenverdichtung*
- 5. Sandkörner genau beobachten*

### **I. Spiele**

- 1. Alle Regenwürmer sind im Boden*
- 2. Bodenfangspiel*
- 3. EidechSENSpiel*
- 4. Eulen und Krähen*
- 5. Maulwurf jagt Regenwurm*
- 6. Waldzauberer*

### **J. Sonstiges**

- 1. Planung und Anlage eines Barfusspfades*
- 2. Bau eines Insektenstaubsaugers*
- 3. Bau eines Regenwurmschaukastens*

### **K. Material für die Gruppenarbeit**

- 1. Allgemeines*
- 2. Bodenverdichtung*
- 3. Bodenerosion*
- 4. Bodenbildung*
- 5. Boden in Gefahr*

### **L. weiteres Material**

- 1. Fantasiereise*
- 2. Geschichte*
- 3. Gedichte*

# Wochenprogramm: „BodenForscher“

Zielgruppe: Jugendliche ab 14 Jahren und Erwachsene

Ziele: + eigenständiges Forschen als Arbeitsweise kennen lernen

+ Kenntnisse in der Bodenbiologie erlangen

+ unterschiedliche Herangehensweisen an ein Thema kennen lernen

+ Erkenntnisse über Gefahren für Böden gewinnen

+ Erlerntes Wissen festigen

## Montag

Thema: Einführung in die Thematik

12:30		Mittagessen
13:30		Beziehen der Zimmer
14:00		Gegenseitiges Kennen lernen, Erwartungen der Teilnehmer an die Veranstaltung, Erläuterung des Seminarprogramms und Vorstellung des Hauses
15:30		Pause
16:00		<b>Kreativer Einstieg:</b> <i>Gestaltung eines Bodenringes</i>
16:45		Pause
17:00		<b>Hinführung zum Thema durch Erlebnisse:</b> <i>Barfussraupe</i> (fühlen) und <i>Spiegelgang</i> (aus anderen Perspektiven sehen) Besprechung der Erfahrungen
18:30		Abendessen
19:30		Abendausklang mit Lagerfeuer in der Naturschutzstation

## Dienstag

Thema: Bodenverdichtung, Bodenerosion, Bodenbildung

8:00		Frühstück
9:00		<b>Bodenverdichtung, Bodenerosion, Bodenbildung</b> (Zersetzung/ Bodenlebewesen) Aufteilung in Arbeitsgruppen ( <i>Gruppeneinteilung</i> ): Vorbereitung, Durchführung von Versuchen und Auseinandersetzung mit den Ergebnissen in Arbeitsgruppen → Versuche zu: Bodenverdichtung ( <i>Versuch: Bodenverdichtung</i> ), Bodenerosion ( <i>Versuch: Boden und Pflanzen &amp; Bodenerosion</i> ) und Bodenbildung ( <i>Regenwurm-kasten</i> ) (Zersetzung/Bodenlebewesen)
12:30		Mittagessen
13:30		<b>Bodenverdichtung, Bodenerosion, Bodenbildung</b> (Zersetzung/ Bodenlebewesen) Gruppenarbeit in den Arbeitsgruppen vom Vormittag – das Thema wird nochmals

		aufgegriffen. Erweiterung des Themas anhand ausgewählter Fachliteratur Präsentation der Ergebnisse (Versuch und Textarbeit) mit anschließender Diskussion im Plenum. Für den Versuch Bodenbildung wird der Versuchsaufbau erläutert und die Ergebnisse der Textarbeit vorgestellt. Versuchsergebnisse erst nach einigen Tagen erkennbar – Besprechung am Freitag
18:00		Abendessen
19:00		Freie Abendgestaltung

### Mittwoch

Thema: Die Bodenfauna erforschen

8:00		Frühstück
9:00		<b>Untersuchung von Bodenlebewesen</b> Aufteilung in Arbeitsgruppen ( <i>Gruppeneinteilung</i> ) Arbeiten in der Gruppe: <i>Bau eines Insektenstaubsaugers</i> (Arbeitsgerät für die Gruppen) Forschungsauftrag im Wald: Untersuchungen an einem <i>Waldbodenfenster</i> (Bodenlebewesen suchen, sammeln, beobachten)
12:30		Mittagessen
13:30		<b>Untersuchung von Bodenlebewesen</b> Bestimmung/genauere Beobachtung der gefundenen Bodentiere mit Binokularen, Lupen,... Arbeit mit Bestimmungsliteratur, weiterführender Literatur, Dokumentation der gefundenen Bodentiere (genau beobachten, beschreiben, zeichnen, malen (zeichnen und malen erfordert genaues Hinsehen!),...) Präsentation und Besprechung der Ergebnisse im Plenum Spiel: <i>Maulwurf jagt Regenwurm</i>
18:00		Abendessen
19:00		Freie Abendgestaltung

### Donnerstag

Thema: Zersetzungskreislauf, Humusbestimmung

8:00		Frühstück
9:00		<b>Was wird aus der Bodenstreu im Wald?</b> Untersuchungen im Laubwald: <i>Bodenleiter</i> – den Zersetzungskreislauf kennen lernen Untersuchungen im Laub- und Nadelwald: Kriterien der <i>Humusbestimmung</i> und Bestimmungsübungen (unterschiedliche Standorte)

		Ökologisches Netz (Zusammenhänge im Boden verdeutlichen)
12:30		Mittagessen
13:30		Besuch des Naturkundemuseums in Görlitz – Besichtigung der Ausstellung unter dem Aspekt „ <b>Leben im Boden</b> “
18:00		Abendessen
19:00		Abschlussabend (Gestaltung durch die Teilnehmer)

## **Freitag**

Thema: Erworbene Kenntnisse festigen

8:00		Frühstück
9:00		<p>Laufspiel zum Thema „Boden“ (<i>Eulen und Krähen</i>)</p> <p><b>Kenntnisse erworben – Erkenntnisse gewonnen?</b></p> <p>Ergebnisse des Versuchs „Regenwurmschaukasten“ überprüfen – Veränderungen und Zusammenhänge erkennen, Besprechung und Diskussion der Ergebnisse im Plenum</p> <p><b>Underground</b> – ein Spiel verdeutlicht Zusammenhänge im Boden</p>
12:30		Mittagessen
13:30		<p>Unterschiedliche <b>Bodenfarben sammeln</b> (<i>Sammeln von Natur- und Bodenfarben</i>)</p> <p><b>Reflexion und Auswertung der Veranstaltung</b></p>
15:00		Abreise

# Wochenprogramm: „BodenPerspektiven“

Zielgruppe: interessierte Jugendliche ab 16 Jahren und Erwachsene

- Ziele:
- + Planung und Bau eines Barfußpfades → Erwerb und Training von planerischen und handwerklichen Fertigkeiten
  - + Erfahren von Boden mit verschiedenen Sinnen
  - + Kreativität und Offenheit für ungewöhnliche Perspektiven fördern
  - + Kenntnisse über den Bodenaufbau und die Bodenaufgabe erlangen

## Montag

Thema: Einführung in das Thema

12:30		Mittagessen
13:30		Beziehen der Zimmer
14:00		Gegenseitiges Kennen lernen, Erwartungen der Teilnehmer an die Veranstaltung, Erläuterung des Seminarprogramms und Vorstellung des Hauses
15:30		Pause
16:00		<b>Kreativer Einstieg:</b> <i>Bodenbild/-mosaik legen</i>
16:45		Pause
17:00		<b>„Geruch-Sinnlicher“ Einstieg:</b> Bodendüfte sammeln und präsentieren ( <i>Sammeln von Bodendüften</i> )
18:00		Abendessen
19:00		Abendausklang mit Lagerfeuer in der Naturschutzstation

## Dienstag

Thema: Bodenarten – Humusschicht – Streuabbau

8:00		Frühstück
9:00		<b>Boden in Schichten – Ansprache der Bodenarten</b> Exkursion zu einem Bodenaufschluss: das Bodenprofil in Schichten gliedern, kennen lernen der Bodenarten, Unterscheidungskriterien anwenden ( <i>Untersuchung eines Bodenprofils</i> )
12:30		Mittagessen
13:30		<b>Die obere Bodenschicht unter die Lupe genommen</b> – Humusformen unterscheiden, Abbauprozesse de Neue Perspektiven: <i>Spiegelgang</i> (aus anderen Perspektiven sehen)
18:00		Abendessen
19:00		Freie Abendgestaltung



## Mittwoch

Thema: Planung eines Barfusspfades

8:00		Frühstück
9:00		<b>Barfussraupe zur Einführung in das Thema</b> Sammlung der Eindrücke und Erfahrungen Darstellung der Aufgabenstellung – Planung eines Barfusspfades (Planung und Anlage eines Barfusspfades)
10:30		Pause
11:00		<b>Brainstorming: Planung eines Barfusspfades</b> Was muss bei der Anlage eines Barfusspfades beachtet werden? Wie kann der Pfad aussehen? Welche Materialien werden benötigt? ... Alle wichtigen Punkte beachten Visualisierung per Memo-Karten – Bildung von Themengruppen
12:30		Mittagessen
13:30		<b>Fortsetzung der Planungsphase</b> Gruppenarbeit: am Vormittag erarbeitete Themengruppen werden in Kleingruppen bearbeitet – konkrete Planungen bzw. Planungsgrundlagen
16:30		Pause
17:00		<b>Zusammenführung der Einzelplanungen</b> – Erstellung einer Gesamtplanung des Barfusspfades
18:00		Abendessen
19:00		Freie Abendgestaltung

## Donnerstag

Thema: Bau des geplanten Barfusspfades

8:00		Frühstück
9:00		<b>Anlage/Bau des geplanten Barfusspfades</b> Organisation der Baumaterialien – Arbeitsvorbereitung – Beginn der Gestaltung
12:30		Mittagessen
13:30		<b>Fortsetzung: Anlage/Bau des Barfusspfades</b>
18:00		Abendessen
19:00		Abschlussabend (Gestaltung durch die Teilnehmer)

## Freitag

Thema: Leben im Boden (Naturkundemuseum Görlitz)

8:00		Frühstück
9:00		Besuch des Naturkundemuseums in Görlitz – Besichtigung der Ausstellung unter dem Aspekt „ <b>Leben im Boden</b> “

12:30		Mittagessen
13:30		<i>Ökologisches Netz</i> zur Verdeutlichung der Vernetzung im Boden Erster barfüssiger <b>Begang des Barfusspfades</b> durch die Gruppe <b>Reflexion und Auswertung der Veranstaltung</b>
15:00		Abreise

# Wochenprogramm: „BodenWissen“

Zielgruppe: Jugendliche ab 16 Jahren und Erwachsene

- Ziele:
- + Kenntnisse in der Bodenkunde und der Bodenbiologie erlangen
  - + unterschiedliche Herangehensweisen an ein Thema kennen lernen
  - + Erkenntnisse über Gefahren für Böden gewinnen
  - + Erlerntes Wissen festigen
  - + kreatives Arbeiten fördern und eigene Ideen entwickeln
  - + Forschen als Arbeitsweise kennen und anwenden lernen

## Montag

Thema: Einführung in die Thematik

12:30		Mittagessen
13:30		Beziehen der Zimmer
14:00		Gegenseitiges Kennen lernen, Erwartungen der Teilnehmer an die Veranstaltung, Erläuterung des Seminarprogramms und Vorstellung des Hauses
15:30		Pause
16:00		<b>Wie entstehen Böden?</b> Referat als Einstieg ins Thema
16:45		Pause
17:00		<b>Den Boden unter die Lupe genommen</b> Referat als Einstieg ins Thema
18:00		Abendessen
19:00		Abendausklang mit Lagerfeuer in der Naturschutzstation

## Dienstag

Thema: Unterwegs im Bodenmaterial

8:00		Frühstück
9:00		<b>Exkursion zu einem Bodenaufschluss</b> und Feldarbeiten am Profil (Was zeigt ein Bodenaufschluss, Horizontierung, Bodenarten, Durchwurzelung) → gemeinsames Erarbeiten unter Anleitung des Exkursionsführers
12:30		Mittagessen
13:30		<b>Auf der Suche nach Bodentieren</b> Aufteilung in Arbeitsgruppen ( <i>Gruppeneinteilung</i> ) Auftrag für jede Gruppe: Anlage eines <i>Waldbodenfensters</i> und Untersuchung der Bodenfauna (Bodentiere suchen, sammeln, beobachten); Arbeit mit Bestimmungsliteratur, Dokumentation der gefundenen Tiere; Vorstellung und Besprechung im Plenum <i>Ökologisches Netz</i> (Zusammenhänge im Boden verdeutlichen und verstehen)

18:00		Abendessen
19:00		Freie Abendgestaltung

### **Mittwoch**

Thema: Die obere Bodenschicht

8:00		Frühstück
9:00		<b>Organische Bestandteile des Bodens</b> Referat als Einstieg für die Exkursion
10:30		Pause
11:00		<b>Anpassung und Spezialisierung – Besonderheiten im Boden</b> Referat als Grundlage
12:30		Mittagessen
13:30		Exkursion mit Feldarbeiten zum Thema „Organische Bodensubstanz“ (Streuabbau im Wald ( <i>Bodenleiter, Zersetzungsreihe von Blättern und Nadeln</i> ), <i>Ansprache von Humusformen</i> an unterschiedlichen Waldstandorten)) → Arbeiten in Kleingruppen mit anschließender Diskussion der Ergebnisse <b>Underground</b> – ein Spiel zum Verständnis der „Arbeitsteilung“ bei der Bodenbildung
18:00		Abendessen
19:00		Freie Abendgestaltung

### **Donnerstag**

Thema: Schutz der Ressource Boden

8:00		Frühstück
9:00		<b>Boden in Gefahr!</b> Textarbeit in Gruppen zu Themen des Bodenschutzes und Vorbereitung von Präsentationen
12:30		Mittagessen
13:30		<b>Präsentation der Ergebnisse</b> im Plenum – Diskussion <b>Ideenwerkstatt</b> – Was können wir selbst tun, um die Ressource Boden zu schützen (gemeinsame Fertigung von Ergebnisplakaten)
18:00		Abendessen
19:00		Abschlussabend (Gestaltung durch die Teilnehmer)

### **Freitag**

Thema: Boden als Lebensraum

8:00		Frühstück
9:00		Besuch des Naturkundemuseums in Görlitz – Besichtigung der Ausstellung unter

		dem Aspekt „ <b>Leben im Boden</b> “
12:30		Mittagessen
13:30		<b>Boden als Wurzelraum</b> – Hauptbaupläne von Baumwurzeln kennen lernen und nachbauen ( <i>Nachbau von Wurzeln</i> ) <b>Reflexion und Auswertung der Veranstaltung</b>
15:00		Abreise

# Familienprogramm: „BodenKunst“

Eine kreative Näherung an das Thema Boden

## Freitag

17:00 Uhr	Begrüßung und Vorstellung des Hauses
18:00 Uhr	Abendessen
19:00Uhr	Kennen lernen der Programmteilnehmer – Kennenlernspiele nach Wunsch (evtl. <i>Barfussraupe</i> zur Stärkung der Sinneswahrnehmung)
im Anschluss	gemütliches Beisammensein im und um das Umweltzentrum

## Samstag

8:00 Uhr	Frühstück
9:00 Uhr	Heranführen an das Thema ( <i>Bodenuntersuchung für Kinder und Familien</i> )
	<i>Bodenmosaik legen</i> (Kleingruppen)
	Präsentation der Mosaik und Besprechen der Erfahrungen
12:30 Uhr	Mittagessen
14:00 Uhr	<i>Herstellen von Bodenfarben</i> und Malen mit Bodenfarben (frei oder themengebunden)  Präsentation der Arbeiten in der Gruppe
18:00 Uhr	Abendessen

## Sonntag

8:00 Uhr	Frühstück
9:00 Uhr	Ton – die feinen Bodenbestandteile <i>kreatives Arbeiten mit Ton</i> (freies Arbeiten oder nach Themenvorgabe)  Präsentation der Arbeiten in der Gruppe
	Resümee des Wochenendes mit den Teilnehmern
12.30 Uhr	Mittagessen

# Familienprogramm: „Tierisch interessanter Boden“

Eine Forschungsreise in die Bodenwelt

## Freitag

17 Uhr	Begrüßung und Vorstellung des Hauses
18 Uhr	Abendessen
19Uhr	Kennen lernen der Programmteilnehmer – Kennenlernspiele nach Wunsch Evtl. <i>Barfussraupe</i>
im Anschluss	gemütliches Beisammensein im und um das Umweltzentrum

## Samstag

8 Uhr	Frühstück
9 Uhr	Gemeinsamer Weg in den Wald – Allgemeine Hinführung zum Thema Waldboden
	Teilung der Großgruppe in <i>Kleingruppen</i> (=Arbeitsgruppen)
	<i>Bodenleiter</i> und <i>Dokumentation der Zersetzungsreihe</i>
	<i>Bau eines Insektenstaubsaugers</i>
12.30 Uhr	Mittagessen
14 Uhr	<i>Bodenfenster</i>
	Bodentierbestimmung und Dokumentation der Bodenlebewesen (Kinder malen, Erwachsene beschreiben, malen oder zeichnen – auch Kombinationen möglich) <i>(Waldbodenfenster)</i>
	Erwachsene arbeiten verstärkt mit Bestimmungsliteratur zur weiteren Information über gefundenen Bodentiere (Heranführen der Kinder an Bestimmungsliteratur; mit Handhabung vertraut machen)
	Präsentation der Ergebnisse vor der Gruppen
18 Uhr	Abendessen

## Sonntag

8 Uhr	Frühstück
9 Uhr	Spiel: <b>Underground</b> – ein Memory mit Hintergrund
	<i>Ökologisches Netz</i> auf den Boden bezogen
	Geschichte vorlesen aus „Die abenteuerliche Reise von Fridolin dem Regenwurm“ (alternativ: Kinderbuch – „Der Maulwurf Grabowsky“, andere Geschichte mit Bodenbezug, Fantasiereise ins Bodenreich)
	Resümee des Wochenendes mit den Teilnehmern
12.30 Uhr	Mittagessen



# Familienprogramm: „BodenExperimente“

Ein Wochenende voller Entdeckungen

## Freitag

17:00 Uhr	Begrüßung und Vorstellung des Hauses
18:00 Uhr	Abendessen
19:00Uhr	Kennen lernen der Programmteilnehmer – Kennenlernspiele nach Wunsch
im Anschluss	gemütliches Beisammensein im und um das Umweltzentrum

## Samstag

8:00 Uhr	Frühstück
9:00 Uhr	Erste Bodenkontakte: <i>Barfuss-Raupe</i> (neue Dimension erfahren)
	Bodenuntersuchung für Kinder/Familien – <i>Durchführung in der Arbeitsgruppe mit anschließender Besprechung</i>
	Versuch: Informationen eines Sandkorns – <i>Durchführung in der Arbeitsgruppe mit anschließender Besprechung</i>
	<b>Wurzeln und Boden</b> <i>Versuch: Boden und Pflanzen</i> – Durchführung in der Arbeitsgruppe mit anschließender Besprechung (Thematik Erdbeben und Erosion) <i>Hauptwurzeltypen nachbauen</i> (Nachbau von Wurzelsystemen) <i>Versuch: Boden als Filter</i> – Durchführung in der Arbeitsgruppe mit anschließender Besprechung
12:30 Uhr	Mittagessen
14:00 Uhr	<i>Reise in die Welt von Regenwurm und Co.</i> (Waldbodenfenster) Bodenleiter – <i>Abbauprozesse im Boden</i> <b>Underground</b> – ein Spiel zum Verständnis der „Arbeitsteilung“ im Boden
18:00 Uhr	Abendessen

## Sonntag

8:00 Uhr	Frühstück
9:00 Uhr	<i>Ökologisches Netz</i> (Zusammenhänge im Boden verdeutlichen und verstehen)
	<i>Sammeln von Bodendüften</i> mit anschließendem „Duftkonzert“
	Resümee des Wochenendes mit den Seminarteilnehmern
12:30 Uhr	Mittagessen

# Wie entstehen Böden

- Referat zur Einführung in das Thema -

## 1 Der Begriff Boden

### **Was ist Boden? Woraus besteht Boden?**

Zahlreiche Definitionen (auch in der Wissenschaft) –

Definition Boden nach *Schröder*:

Boden ist das mit Wasser, Luft und Lebewesen durchsetzte, unter Einfluss der Umweltfaktoren an der Erdoberfläche entstandene und im Ablauf der Zeit sich weiterentwickelnde Umwandlungsprodukt mineralische und organischer Substanzen mit eigener morphologischer Organisation, das in der Lage ist, höheren Pflanzen als Standort zu dienen.

### **Was heißt das genauer???**

Boden besteht aus Mineralien (unterschiedliche Größe und Art) und organischen Stoffen (Humus). Mineralien, Humus und Bodenhohlräume (Poren in verschiedenen Größen) bilden zusammen das sog. Bodengefüge (bestimmte Anordnung im Raum).

In den Hohlräumen findet sich Wasser, Luft und Lebewesen, die sich an diesen Lebensraum angepasst haben.

Wichtige Grundlage für die Entstehung von Boden sind Umweltfaktoren wie Gestein, Klima, Flora, Fauna, Relief.

Eine entscheidende Rolle bei der Bodenbildung spielt der Faktor Zeit.

Viele Umweltfaktoren hängen voneinander ab und beeinflussen sich. Ein Beispiel für die Vernetzung wird anhand des Klimas aufgezeigt:

## 2 Ausgangsmaterial

Anorganische, also mineralische Bestandteile des Bodens bilden den Großteil der festen Bodensubstanz (Ausnahme: Organische Böden wie z.B. Torfböden).

### 2.1 Minerale

Es gibt sehr viele Minerale – hier geht es nur um die Grundlagen.

Minerale lassen sich chemisch eindeutig beschreiben; jedes Mineral kann durch eine chemische Formel dargestellt werden.

Nach Art der Entstehung werden **primäre** und **sekundäre Minerale** unterschieden.

**Primäre Minerale** entstehen bei der Auskristallisation aus der Magmaschmelze. Zu ihnen gehören:

#### 1. Quarz ( $\text{SiO}_2$ )

In der Natur ist Quarz sehr weit verbreitet. Jedes Si-Atom ist von vier O-Atomen umgeben und jedes O-Atom wird von zwei Si-Atomen benutzt ( $\text{SiO}_2$ ). Quarz hat somit eine stabile Tetraederstruktur. Durch sein sehr stabiles Gerüst (atomare Bindungen) weist er eine hohe chemische Widerstandskraft auf.

Er verwittert nur unter tropischen Bedingungen – d.h. in Sedimenten und Böden wird er bei „normalen“ Klimabedingungen stark angereichert.

#### 2. Silikate

In den Magmatiten sind Silikate mit einem Anteil von 80% die häufigsten Minerale und sind für die Bodenbildung von großer Bedeutung.

Silikate haben als Grundbaustein auch den Si-O-Tetraeder. Sie unterscheiden sich jedoch in der Anordnung dieser Tetraeder. Es gibt Insel-, Kette-, Bänder-, Gerüst- und Schichtstruktur.

Wichtige primäre Silikate sind Glimmer (Schichtstruktur), Feldspäte (Gerüststruktur), Hornblenden (Bandstruktur).

Die **Sekundäre Minerale** sind die Tonminerale. Sie entstehen durch Verwitterung. Um sie wird es im weiteren Verlauf noch gehen.

## 2.2 Gesteine

Gestein = Gemisch verschiedener Mineralen

Unterteilung der Gesteine nach ihrer Entstehung in Magmatite, Sedimente und Metamorphite.

### 2.2.1 Magmatite

Magmatite bilden sich durch Erstarrung von glutfüssigem Magma.

Einteilung nach Ort der Auskristallisation aus der Magmaschmelze in **Tiefengesteine** (Plutonite), **Ganggesteine** (durchsetzen älteres Nebengestein) und **Ergussgesteine** (Vulkanite).

Der chemische Aufbau der Gesteine ist sehr unterschiedlich, deshalb sind auch die Voraussetzungen für die Bodenbildung je nach Gestein sehr verschieden (Bsp. „Granitboden“ – Siliziumreicher, ärmer an Puffer- und Nährstoffen folglich instabiler Boden; „Basaltboden“ – Siliziumärmer, reicher an Puffer- und Nährstoffen folglich ein stabiler Boden).

Bekannte Vertreter der:

- + Plutonite: Granit, Diorit, Gabbro
- + Vulkanite: Rhyolit, Basalt

In Deutschland finden wir Magmatite an der Erdoberfläche nur in geringem Umfang – sie sind nur in Gebirgslagen anzutreffen. Im Schwarzwald und Harz sind Granite weit verbreitet. Zusammenhängende Basaltmassen gibt es nur in der Rhön und in Taunus (Vogelsberg). Ansonsten haben die Basaltvorkommen nur lokale Bedeutung (z.B. Quarzporphyr Sachsens, Gabbro des Harzes).

### 2.2.2 Sedimente

Bei der Verwitterung von Gesteinen werden **leichter lösliche Anteile** durch das Wasser als Ionen oder Moleküle u. a. in Seen oder Meere verfrachtet. Zum Teil werden sie dort von Organismen in Schalen und Skeletten eingebaut (Biogene Sedimente) oder es entstehen durch veränderte Löslichkeitsverhältnisse chemische Sedimente.

Schwerer lösliche Bestandteile verbleiben am gleichen Ort oder sie werden durch Wasser, Wind, Gletschereis oder Selbstbewegung am Hang verlagert und als klastische Sedimente an einer anderen Stelle abgelagert.

Alle Sedimente werden in lockerer Form abgelagert. Sie verbleiben entweder als Lockersedimente in dieser Form oder verfestigen sich im Laufe größerer Zeiträume durch Verkittung und/oder Druck. Je nach der Art und Größe der sedimentierten Teilchen werden unterschiedliche Sedimentgesteine unterschieden wie z.B. Sandsteine aus Sanden, Konglomerate aus Geröll (gerundetes Material).

Einteilung der Sedimente nach Art ihrer Entstehung:

- Klastische Sedimente Trümmergesteine (durch Verwitterung und Transport zerbrochen und zerkleinert)
- Chemische Sedimente durch Ausfällung übersättigter Lösung
- Biogene Sedimente unter Mitwirkung von Organismen entstanden

#### Bedeutende Sedimente:

##### a) Löß

Löß ist ein Lockersediment, meist carbonathaltig und von gelblicher Färbung mit Teilchen, die sehr kleine Durchmesser aufweisen (10-60µm). Er wurde durch Wind aus glazialen Schotter- und Sandflächen ausgeweht und in einer breiten Zone vor den deutschen Mittelgebirgen, in Schlesien und im Rhein-, Donau- und Elbetal abgelagert.

Aus Löß haben sich die fruchtbarsten Böden entwickelt (z.B. Parabraunerden und Schwarzerden).

## b) Sandsteine

Der Wert der Sandsteine für die Bodenbildung ist abhängig vom Silikatgehalt der Gesteine und vom Bindemittel, mit dem die Sandkörner zusammengebacken sind. Aus Sandsteinen mit tonigem Bindemittel entstehen nährstoffreiche Böden. Sandsteine aus silikatarmen Sanden entwickeln sich zu nährstoffarmen Böden.

### 2.2.3 Metamorphite

Hoher Druck und hohe Temperaturen (200-700°C) können Magmatite und Sedimente so verändern, dass aus ihnen neue Gesteine entstehen, die sog. Metamorphite. Je nach Ausgangsgestein und Grad der Metamorphose können diese sehr unterschiedlich sein.

Bei der Metamorphose werden Minerale neu eingeregelt, vergrößert oder auch umgewandelt. Der Chemismus der Gesteine verändert sich jedoch selten.

Bei metamorphen Gesteinen ist i.d.R. eine Schieferung zu sehen; sie entsteht durch die Neueinreglung der Minerale.

Metamorphite treten häufig in Gebirgen auf, in denen eine starke Gebirgsbildung stattgefunden hat, wie den Kernen von alten und jungen Faltengebirgen (Alpen, Schwarzwald, Thüringer Wald).

Bekannte Metamorphite sind die Gneise.

Magmatite und Metamorphite sind an der Zusammensetzung in der Erdkruste zu mehr als 95% beteiligt – an der Erdoberfläche finden wir jedoch nur etwa 25%. Die Erdkruste weist jedoch weniger als 5% Sedimente auf – rund 75% der Erdoberfläche besteht jedoch aus Sedimenten. Daher sind Sedimente als Ausgangsmaterial für die Bodenbildung viel bedeutungsvoller.

## 3. Verwitterung

Verwitterung fasst alle Veränderungen zusammen, die Gesteine und Minerale an der Erdoberfläche durch den Kontakt mit Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre erfahren.

Bei der Verwitterung laufen biologische, physikalische und chemische Vorgänge ab. Die Verwitterung ist ein wichtiger Teilprozess bei der Bodenbildung.

### 3.1. Physikalische Verwitterung

Diese Verwitterungsart bewirkt das Zerfallen der Gesteine in kleinere Teilchen ohne dass Minerale chemisch verändert werden. Die spezifische Oberfläche vergrößert sich dadurch und erleichtert chemische Verwitterungsabläufe.

Es werden unterschieden:

**Entlastungszerklüftung** bezeichnet die Abtragung überlagerter Gesteinskörper auf Grund einer Druckentlastung

#### Temperatursprengung:

Auf Grund von extremen Temperaturschwankungen (starke Erwärmung bei Tag, starke Abkühlung bei Nacht) treten im Gestein infolge unterschiedlicher Erwärmung/Abkühlung Spannungen auf. Dadurch kommt es zu Rissen, Spalten und letztlich zum Gesteinszerfall. Häufige Temperaturwechsel verstärken diese Entwicklung. Diese Art der Verwitterung findet allem im Hochgebirge und in der Wüste statt.

#### Frostsprengung:

Durch Gefrieren von Wasser in Gesteinsspalten und Rissen wird erheblicher Druck frei. Grund dafür ist die Volumenzunahme des Wassers beim Gefrieren. Die Frostsprengung wirkt besonders in Klimaten, wo die Bodentemperatur häufig um den Nullpunkt schwankt und dazu reichlich Niederschlag fällt – dies gilt für viel Hochgebirgslagen und subpolaren Gebieten.

#### Salzsprengung:

Salzsprengung ist in ariden Gebieten wirksam, wo Salze bei der Verdunstung des Wassers in der äußersten Gesteinsschicht angereichert werden. Beim Auskristallisieren von Salzen aus übersättigten Lösungen werden Sprengkräfte frei.

### Verwitterung durch Quellen und Schrumpfen

Durch Wasseraufnahme und Austrocknung und den dadurch entstehenden Volumenänderungen kommt es zum Gesteinszerfall. In Lehm- und Tonböden entstehen Trockenrisse.

### Wurzelsprengung

Durch Eindringen in Gesteinsklüfte und -spalten können Wurzeln sprengende Wirkungen haben.

### 3.2 Chemische Verwitterung

Bei der chemischen Verwitterung kommt es durch verschiedene chemische Reaktionen zu einer chemischen Veränderung der Minerale oder zu ihrer völligen Auflösung.

Die chemische Verwitterung ist umso wirksamer, je größer die Angriffsfläche d.h. je kleiner die Korngröße ist.

Die physikalische Verwitterung leistet gute Vorarbeit für eine chemische Verwitterung.

Wichtigster Stoff bei der chemischen Verwitterung ist das Wasser, das als Lösungsmittel und bei der hydrolytischen Zersetzung schwer löslicher Verbindungen wirksam ist. Die Wirkungen des Wassers werden durch Säuren und durch steigende Temperatur verstärkt.

Die chemische Verwitterung zerlegt auch schwer lösliche Mineralien (v.a. Silikate) in ihre Bausteine (=Ionen) und bildet daraus neue Minerale.

Chemische Verwitterungsprozesse sind: Lösungsverwitterung (Herauslösen wasserlöslicher Bestandteile aus Gesteinsverband), Hydrolyse, Oxidation.

## **4. Tonminerale**

Tonminerale sind Minerale, die durch Verwitterungsprozesse entstehen – sie heißen auch sekundäre Minerale. Aufgrund ihrer Größe – sie haben die Größe von Tonpartikeln ( $<2\mu\text{m}$ ) - gehören sie zur Tonfraktion.

Ihnen kommt eine besondere Bedeutung zu, da sie die Fähigkeit haben, tonreichen Böden eine hohe Plastizität zu verleihen und zum Teil durch Wasser aufweitbar sind (d.h. sie können Wasser speichern). Zudem haben sie die Fähigkeit des Ionenaustausch besitzen, d.h. sie spielen eine Rolle bei der Nährstoffbereitstellung im Boden.

Tonminerale sind in fast allen Böden in mehr oder weniger großer Menge vorhanden.

# Den Boden unter die Lupe genommen

- Einführungsreferat -

## Körnung (Korngrößenverteilung)

Böden sind ein Gemenge aus Mineralkörnern verschiedener Formen und Größe und organischen Teilchen. Die Korngrößenverteilung ist eine der wichtigsten Bodeneigenschaften hinsichtlich:

- Bodenfruchtbarkeit
- Durchlüftung
- Durchwurzelung
- Wasserdurchlässigkeit und -speicherung ...

Die Körnung eines Bodens unterteilt sich in:

### 1. Korngrößenfraktionen

Die Korngrößen werden in Gruppen untergliedert, die die Abbildung zeigt. Fraktionen <2mm werden häufig unter dem Begriff Feinboden zusammengefasst.

### 2. Körnungsklassen (=Bodenarten)

Das Gemisch an Korngrößenfraktionen wird in Kurzbezeichnungen zusammengefasst, die (außer bei Lehmböden) durch die vorherrschende Korngrößenfraktion charakterisiert ist – dieses sind die Bodenarten.

Bei den Bodenarten wird Sandboden, Schluffboden, Tonboden und Lehmboden unterschieden. Bei Geländearbeiten wird die Bestimmung der Bodenart mit Hilfe der Fingerprobe durchgeführt (siehe Arbeitsblatt „Bestimmung der Bodenarten“).

Überleitung:

Einige wichtige Ausgangsstoffe von Böden wurden besprochen. Weitere bedeutende Bestandteile sind die organischen Bestandteile des Bodens, die Thema an einem der nächsten Tage sein werden. Grundlegendes ist sicher allgemein bekannt.

## **Nach den Grundlagen kommen die Zusammenfügung des Wissens und die Weiterführung – die Entwicklung der Böden.**

Der Zusammenstellung auf der Folie wird nach und nach gemeinsam erarbeitet.

Grundsatz der Zusammenhänge = Prinzip der Zusammenstellung:

**Faktoren der Bodenbildung lösen im Boden Prozesse aus, die sich als Merkmale in den Horizonten des Bodenprofils zeigen.**

Was verstehen wir unter den Faktoren genauer?

Wichtigste Faktoren der Pedogenese von Naturböden wirken **Gestein, Klima und Vegetation**. Bei Kulturböden kommt der menschliche Einfluss (**Mensch**) dazu.

Auf den Boden wirken im Ablauf der **Zeit** alle Faktoren – sie können sich gegenseitig beeinflussen.

### **1. Gestein**

- ✓ ist Substrat der Bodenbildung und liefert mineralische Bodensubstanz
- ✓ je weniger weit Bodenbildung fortgeschritten ist, desto enger ist die Beziehung zwischen Gesteins- und Bodeneigenschaften
- ✓ Abhängigkeit von Gesteinseigenschaften, wie schnell und wie weit Bodenentwicklung fortschreiten kann

Ausschlaggebend für den Ablauf der Bodenentwicklung sind:

- ✓ **chemische und mineralische Zusammensetzung**

- ✓ **Gefüge und Körnung** (z.B. kompaktes Gestein bietet größeren Widerstand als lockeres Gestein; grobes Gefüge → leichtere Verwitterung)
- ✓ **Oberflächenform (Relief) des bodenbildenden Gesteins** (z.B. Erosion durch fließendes Wasser in steilerem Gelände stärker; Abtrag durch Wind)

## 2. Klima (= mittlerer Verlauf der Witterung)

Klima wirkt direkt vor allem durch **Wärme** (Boden- und Gesteinstemperatur hat Einfluss auf Verwitterung und Verwesung) und **Wasser** (Bodenwasser, Grund- und Stauwasser, erodierendes Oberflächenwasser).

Indirekte Wirkung über die vom Klima beeinflusste Vegetation.

## 3. Vegetation

Vegetation ist kein unabhängig wirkender Faktor sondern ist abhängig von Gestein, Klima und Boden.

Trotzdem wirkt Vegetation spezifisch auf Bodenentwicklung ein durch:

- ✓ liefert Ausgangsmaterial der org. Bodensubstanz - abhängig von Vegetation entstehen verschiedene Humus-Formen
- ✓ schützt Boden vor Erosion, Deflation (Abtrag durch Wind) und Nährstoffauswaschung
- ✓ wirkt ausgleichend auf extreme Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse, beeinflusst Boden- und Mikroklima, wirkt durch Transpiration und Interzeption (Speicherung von Niederschlagswasser im Blattwerk)

## 4. Tätigkeit des Menschen

Direkte Einflüsse auf den Boden durch Kulturmaßnahmen (z.B. Graben, Pflügen, Düngen).

Indirekte Einflüsse durch Beeinflussung von Relief (z.B. Beseitigung von Geländekanten, Auffüllen von Mulden), Klima (z.B. lokal variierbar durch Beregnung, Drainage; regional durch Entwaldung) und Vegetation (z.B. Rodung von Wald und Nutzung als Ackerfläche)

## 5. Zeit

Zeit ist kein materiell oder energetisch wirkender und beeinflussbarer Faktor. Sie ist eine unbeeinflussbare Größe.

## Prozesse der Pedrogenese

Darunter werden alle Abläufe, Vorgänge und Reaktionen zusammengefasst, die an der Entstehung und Entwicklung der Böden beteiligt sind. Unterteilt werden die Prozesse in Transformationsprozesse und Translokationsprozesse.

### 1. Transformationsprozesse

Es finden Umwandlungs- und Umformungsprozesse statt (ohne Verlagerungen)

Darunter fallen **Verwitterungsprozesse**, Prozesse der **Mineralneubildung**, **Verwesung** und **Humifizierung**, **Gefügebildung**, **Ionenaustausch** und **Redoxvorgänge**.

Diese Prozesse sind vor allem an der Entstehung des Bodenkörpers aus mineralischen und organischen Ausgangssubstanzen beteiligt. Sie wirken aber bei der Bodenentwicklung, bei der Differenzierung in Bodenhorizonte, weiter mit (z.B. bei Humus-Akkumulation im Oberboden).

### Gefügebildung

Darunter wird die räumliche Anordnung der Mineralpartikel und der organischen Substanz und der evtl. Verbindung zu Aggregaten, Segregaten oder Fragmenten.

Mit zunehmender Bodentiefe zeigt sich häufig ein deutlicher Wechsel der Gefügeformen.

### **Zusatzinfo**

#### **Verwitterung und Mineralneubildung**

Verlehmung und Verbraunung

Diese Prozesse sind meist miteinander gekoppelt und als Teilprozesse der chemischen Verwitterung von Gesteinen und Mineralien aufzufassen

Verbraunung: Verwitterung eisenhaltiger Minerale unter Freisetzung des Eisens und Bildung von Eisenoxiden. Sichtbar ist dieser Prozess im Profil durch braune Färbung des Oberbodens – sie kann durch Anhäufung braun gefärbter organischer Substanz auch vorgetäuscht sein.

Verbraunung ist mit der Bildung von Ton verknüpft, die als Verlehmung bezeichnet wird (= Korngrößenverkleinerung durch chemische Verwitterung).

## **2. Tranlokationsprozesse**

Darunter werden alle Verlagerungs-, Verteilungs- und Durchmischungsvorgänge im und am Bodenkörper zusammengefasst, die zur Differenzierung eines Boden-Profiles führen.

Ursache dafür sind Wasser, Tätigkeit von Bodentieren und Mensch, Frostwirkung und reliefabhängige Kräfte.

Unterschieden werden diese Prozesse:

### 1. Salz- und Kalkverlagerung

Leicht lösliche Salze (z.B. Na-, K-, Mg-, Ca-Chloride und -Sulfate) aber auch schwerer lösliche Kalke (Ca- und Mg-Carbonate) können mit Sickerwasser verlagert werden. Die Salze und Kalke verlassen entweder den Bodenkörper und gelangen ins Grundwasser oder sie bilden Salz- oder Kalk-Anreicherungsprofile.

### 2. Tonverlagerung

Mit dem Sickerwasser können mineralische Partikel der Tonfraktion (v.a. Tonminerale; aber auch Oxide und Hydroxide und primäre Silikate) verlagert werden.

Wenn der Nachschub an Sickerwasser aufhört, die Sickerwasserfront zum Stillstand kommt und der Boden austrocknet, das Porenvolumen abnimmt wird die verlagerte Tonsubstanz immobil.

Durch eine Tonverlagerung entsteht im oberen Teil des Bodenprofils ein Ton-Verarmungshorizont und im unteren Teil ein Ton-Anreicherungsprofil. In diesem Anreicherungsprofil sind die verlagerten Tonpartikel in orientierter Form gelagert.

### 3. Verlagerung organischer Substanzen

Organische Substanzen können in gelöstem Zustand oder als Komplexverbindung verlagert werden. Das Bodenprofil zeigt im Unterboden ein Humus-Anreicherungsprofil mit einer entsprechenden Humus-Verarmung im Oberboden.

### 4. Turbationen

Bei der Bioturbation verstärken wühlende Bodentiere die Horizonte oder vermischen Horizonte miteinander. Horizontübergänge „verwischen“ dadurch.

### 5. Oberflächen-Verlagerung

Oberflächenverlagerung kann auf verschiedene Weise zustande kommen. Durch abfließendes Oberflächenwasser kann es zu Bodenabtrag, Verlagerung und Akkumulation kommen. Ebenso auch durch Hangrutschung, Hangkriechen und Solifluktion („Bodenfließen“ in aufgetautem Zustand über gefrorenem Untergrund)



## **Zusatzinfo**

### **Weitere bodenbildende Prozesse**

#### Podsolierung

Bei der Podsolierung wird Eisen und Aluminium zusammen mit organischen Stoffen nach unten umgelagert. Dieser Prozess ist meist mit dem Auftreten bestimmter Pflanzengesellschaften und starker Bodenversauerung verbunden.

Im Bodenprofil zeigt sich ein gebleichter Auswaschungshorizont über einem dunklen Einwaschungshorizont.

#### Hydromorphierung

Hydromorphe Merkmale entstehen durch Einwirkung von stagnierendem Grundwasser und Stauwasser. Durch schlechte Durchlüftung treten zeitweise oder andauernde anaerobe (sauerstoffarme) Bedingungen auf. Dies führt zu sichtbaren Umwandlungs- und Verlagerungsvorgängen. Es zeigt sich eine sog. Naßbleichung (gräulich-bleiche Bodenfarbe im Bereich des Wassereinflusses) im Boden.

## **Grundsätzlich: Die Bodenentwicklung ist im Prinzip nie abgeschlossen**

### **Merkmale im Boden**

Die Faktoren und Prozesse der Bodenbildung erzeugen Bodenmerkmale, die in Bodenhorizonten und Horizontkombinationen im Bodenprofil (=Bodenaufschluss) sichtbar werden.

Was sind Bodenhorizonte?

Bodenhorizonte sind Bereiche des Bodens, die:

- ✓ annähernd parallel zur Bodenoberfläche verlaufen
- ✓ durch Prozesse der Bodenbildung entstanden sind und
- ✓ annähernd einheitlich ausgebildet sind.

Haupthorizonte und organische und mineralische Ausgangssubstanzen werden durch große Buchstaben bezeichnet. Wichtige Horizontbeschreibungen auf der Folie zusammengefasst.

Übergangshorizonte, die Merkmale von zwei oder 3 Haupthorizonten aufweisen, werden durch zwei oder drei große Buchstaben gekennzeichnet. Beispielsweise: AE

Der letzte Buchstabe steht für den stärker hervortretenden Horizont.

Schwach ausgeprägte Horizonte werden in Klammern geschrieben.

Durch kleine geschriebene Zusatzbuchstaben können die Haupthorizonte näher definiert werden. Gebräuchliche Zusatzbuchstaben sind als Folie zusammengefasst.

Die Bodenfarbe ist ein bedeutendes Diagnosemerkmal zur Kennzeichnung von Bodenhorizonten (z.B. humose Horizonte, Oxidationshorizonte, Bleichhorizonte, ...) und von Böden (z.B. Schwarzerde, Roterde, Bleicherde,...).

Aufgrund des Auftretens bestimmter Horizonte und Horizontabfolge erfolgt eine Einteilung der Böden in Bodentypen. Diese Zuordnung ist nicht zwingend notwendig – sie stellt lediglich eine Einordnung in ein bestehendes System dar.

Für die pragmatische Arbeit ist es wichtiger, aus durch die Horizontuntersuchung gewonnenen Erkenntnissen, Schlüsse auf die Bodenverhältnisse und das Baumwachstum zu ziehen. Dies erfolgt durch die Zusammenführung aller Beobachtungen am Profil.

Am besten lassen sich die Merkmale im Gelände ansprechen und unterscheiden.

# Organische Bestandteile des Bodens

- Einführungsreferat -

## Was ist organische Substanz?

Zur organische Substanz (=Humus) gehören alle abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Stoffe sowie ihre Umwandlungsprodukte, die sich in und auf dem Boden befinden.

Alle **lebenden** Organismen (Bodenflora und Bodenfauna) gehören **nicht** zur organischen Substanz. Die Gesamtheit der Bodenorganismen bildet das Edaphon.

Die Bestandteile der organischen Substanz sind:

1. *Streustoffe*: nicht oder nur schwach umgewandelte Ausgangsstoffe mit morphologisch sichtbaren Gewebestrukturen  
Dazu gehören oberirdisch abgestorbene Pflanzenreste, tote Wurzeln und Bodenorganismen bzw. deren Bestandteile.
2. *Huminstoffe*: stärker umgeformte, dunkle, hochmolekulare Produkte

Zum Humus gehören also Streustoffe und Huminstoffe.

Im Boden ist der Humus zum Teil als Decke über dem Mineralkörper zu finden – dann wird er als Auflagehumus bezeichnet. Teilweise durchsetzt der Humuskörper den Mineralkörper des Bodens auch.

Der Abbau der organischen Substanz wird als Zersetzung bezeichnet - die Umwandlung in Huminstoffe heißt Humifizierung.

*Hat Mineralisierung etwas mit den organischen Bestandteilen zu tun?*

Ja, als Mineralisierung wird der vollständige mikrobielle Abbau zu anorganischen Stoffen wie Kohlendioxid und Wasser bezeichnet, bei dem auch Mineralstoffe freigesetzt werden, die für das Pflanzenwachstum wichtig sind.

## Die organischen Ausgangsstoffe und ihre Umwandlung

Zu den organischen Ausgangsstoffen zählen:

- Von grünen Pflanzen durch Photosynthese gebildete Sprossorgane, die nach dem Abfallen (Blätter, Nadeln, Zweige) oder nach dem Absterben als Streu auf den Boden gelangen.
- Abgestorbene Wurzeln und Wurzelteile
- Organische Ausscheidungsprodukte der Pflanzenwurzeln (z.B. organische Säuren)
- Ausscheidungsprodukte von Mikroorganismen (z.B. Schleimstoffe)
- Leichen von Bodentieren und Mikroorganismen

Punkte 2-5 fallen ständig in unterschiedlichen Bodenhorizonten an.

Die Pflanzenrückstände dienen den Mikroorganismen und Bodentieren als Nahrung und unterliegen dabei der Zersetzung.

Die Mineralisierung und Humifizierung verläuft in Phasen, die mehr oder weniger ineinander greifen:

- **Phase 1 (Biochemische Initialphase):**

Sie beginnt kurz vor oder direkt nach dem Absterben von Pflanzenteilen und Tieren. Durch organismeneigene Stoffe laufen chemische Reaktionen ab. Im Zellinneren werden hochpolymere Verbindungen in Einzelbausteine wie Stärke und Zucker zerlegt. Chlorophyll wird in (aromatische) Abbauprodukte zerlegt – dies zeigt sich äußerlich durch die herbstliche Färbung der Blätter.

- **Phase 2 (Phase der mechanischen Zerkleinerung):**  
Organismen der Makro- und Mesofauna zerkleinern die Pflanzen- und Tierpartikel. Die Primärzersetzer zerbeißen und zernagen die Pflanzenteile und nehmen die Stoffe auf (z.B. Regenwürmer, Arthropoden) und scheiden organischen Kot aus. Sekundärzersetzer (=Mesofauna z.B. Collembolen, Milben, Nematoden) verwerten den organischen Kot. Durch deren Tätigkeit werden große Oberflächen geschaffen.  
Beim Durchlaufen des Darmtraktes von Regenwurm und Borstenwurm werden die Stoffe intensiv mit Bodenpartikeln vermischt.
- **Phase 3 (Phase des mikrobiellen Abbaus):**  
Umsetzung der zerteilten Pflanzenteile durch Mikroorganismen (Bakterien und Pilze). Es findet Humifizierung (= Bildung von Huminstoffen) und Mineralisierung (= Freisetzung der organischen gebundenen Elemente und Umwandlung in anorganische Verbindungen; Teilprozess der Zersetzung) statt.  
Wasserlösliche Kohlenhydrate wie Stärke und Eiweiß sind am leichtesten zersetzbar.  
Das Edaphon besteht hauptsächlich aus solchen Stoffen, deshalb werden deren Kadaver besonders schnell zersetzt.  
Pflanzenrückstände behalten oft nach dem Abbau der Zellinhaltsstoffe die Zellwände z.T. auch die pflanzliche Struktur in kaum veränderter Form bei. Dies gilt besonders für ältere, cellulose- und ligninreiche Gewebeteile. Pilze und spezialisierte Bakterien bauen die Cellulose ab, was die pflanzliche Struktur aufhebt und das schwer zersetzbare Lignin freilegt. Das Lignin wird dann durch Pilze abgebaut.

### **Die Abbaugeschwindigkeit**

Je größer die Anteile an Lignin und Cellulose, desto langsamer erfolgt der mikrobielle Abbau. Je größer der Anteil an leicht zersetzbaren, stickstoffhaltigen Stoffen, desto schneller erfolgt der Abbau.

*Besteht ein Unterschied in der Abbaugeschwindigkeit zwischen älteren und jüngeren Pflanzen?*

Da die Pflanzen mit zunehmendem Alter einen größeren Anteil an „holzigen“ Zellwandbestandteilen aufweisen, werden die Überreste älterer Pflanzen langsamer zersetzt als die junger Pflanzen.

Zusätzlich besteht ein Zusammenhang zwischen der Abbaugeschwindigkeit und den Lebensbedingungen von Bodenorganismen. Mangel an Wärme, Wasser, Sauerstoff und Nährstoff hemmt die Zersetzung.

Bei Waldstandorten kann dabei die Zeit für den vollständigen Abbau bis zum nächsten Streuanfall nicht ausreichen. Deshalb können mächtigere Lagen nur teilweise zersetzter Bodenstreu auftreten. Bei Waldstandorten, die eine hohe Biomasseproduktion (dadurch große Bodenstreu-masse) zeigen, ist es meist so, dass auch besonders intensive Abbautätigkeit stattfindet. → Höhere Pflanzen und Zersetzer haben ähnliche Standortansprüche.

Durch Hemmstoffe in der Streu wird die Stoffumsetzung verzögert. Sie kann erst nach Auswaschung oder Umwandlung wieder intensiver werden.

### **Humifizierung**

- ✓ Die leicht zersetzbaren Substanzen werden bei optimalen Verwesungsbedingungen rasch und weitgehend vollständig zu anorganischen Endprodukten abgebaut, wobei schwer abbaubare Verbindungen angereichert werden.
- ✓ Bei nicht optimalen Bedingungen (z.B. Luftmangel, Wassermangel, Wasserüberschuß, niedrige Temperaturen) erfolgt der Abbau verzögert. Und es werden mehr oder weniger stark veränderte Teile potentiell umsetzbarer organischer Substanzen angereichert.

In beiden Fällen werden Zellinhaltsstoffe und Zellwandbestandteile freigesetzt.

Für die Bodenentwicklung – insbesondere für die Bodenfruchtbarkeit – ist die Bildung von Huminstoffen ausschlaggebend. Die Huminstoffe entstehen aus Spaltprodukten des Streuabbaus.

### **Was sind Huminstoffe?**

Huminstoffe sind hochmolekulare, organische Verbindungen. Sie sind dunkel gefärbt. Als kleine Teilchen (< 2µm) zeigen sie eine große spezifische Oberfläche und können Wasser, andere Moleküle und Ionen reversibel anlagern.

Im Boden sind sie als Einzelteilchen zu finden (z.B. mit Mineralen und Streuresten zu größeren Aggregaten verklebt → Bsp. Losung der Bodentiere) oder angelagert an Tonminerale und Oxide. Huminstoffe sind sehr unterschiedlich zusammengesetzt aufgrund verschiedener Bildungsbedingungen (Bodentyp, Vegetation, Bodenbiologie)

## **Bildung von Humusformen**

Huminstoffe und Streureste bilden zusammen den Humuskörper des Bodens.

Der Humuskörper lässt sich in Humushorizonte gliedern. Die Gesamtheit der Humushorizonte ergibt die Humusform.

Wird die Einarbeitung der anfallenden organischen Substanz durch Bioturbation gehemmt, entsteht die Humusaufgabe.

Von oben nach unten zeigen viele Waldstandorte folgende Horizonte:

### **1. L-Lage = Streulage (L von engl. „litter“)**

Äußerlich unzersetzte Blätter und Nadeln, Samen und Samenkapseln, Zweige von Waldbäumen, Waldbodenpflanzen

Die Blätter und Nadeln können etwas zerfressen, rissig und unregelmäßig gefleckt sein. Diese Veränderungen können bereits an der Pflanze entstanden sein.

Manchmal haftet etwas Feinhumus als Tierkot an der Streu.

### **2. Fermentationshorizont = Of-Horizont = Vermoderungshorizont = Grobhumushorizont**

Es finden sich in diesem Horizont halb zerfallenen Blätter und Nadeln sowie Kleintierkot.

Große Teile des Bodenhumus liegen als Feinhumus vor (10-70%).

### **3. Humifizierungshorizont = Oh- Horizont = Humusstoff-Horizont = Feinhumushorizont**

Hauptsächlich besteht dieser Horizont aus Feinhumus - es sind nur wenig zerkleinerte Streureste mit erkennbarer Gewebestruktur vorhanden.

### **4. Ah-Horizont = humushaltiger, mineralischer Oberboden**

Der Grobhumus ist nur in Form von Resten abgestorbenen Wurzelmaterials und Tierleichen vorhanden. Feinhumus findet sich lediglich durch Einschlammung infolge Regen oder Vermischung mit dem Mineralkörper durch Bodenwühler.

Humusformen sind Kombinationen der zuvor beschriebenen Humushorizonte.

Die wichtigsten Humusformen sind:

#### **a. Mull**

Eine Humusaufgabe fehlt oder sie wird in sommergrünen Laubwäldern innerhalb einiger Monate nach Streufall abgebaut.

Der Ah-Horizont ist oft mächtig. Streustoffe sind fast nicht vorhanden. Fast der gesamte Humuskörper besteht aus braungrauem-schwarzem Feinhumus. Es ist eine Vielzahl von Bodentieren vorhanden (besonders Regenwürmer und wühlende Arthropoden wie Asseln, Tausendfüßler und Fliegenlarven). Die Bodenflora besteht überwiegend aus Bakterien und Strahlenpilzen. Es ist ein charakteristischer Geruch nach frischer Erde auffällig.

Die Humusform Mull bildet sich in Böden, die günstige Luft- und Wasserverhältnisse und relativ hohe Nährstoffgehalte aufweisen, so dass die Streu rasch abgebaut wird. Die Vegetation liefert nährstoffreiche, leicht zersetzbare Streu.

Mull findet sich unter krautreichen Laubwäldern, Wiesen- und Ackerstandorten.

**b. Moder**

Bei der Humusform Moder sind meist alle Auflagehorizonte vorhanden. Die Übergänge zwischen den einzelnen Horizonten sind unscharf. Unter den Humushorizonten folgt ein deutlich ausgeprägter humoser Mineralboden.

Es ist ein charakteristischer, etwas aufdringlicher „Moder“-Geruch festzustellen.

Diese Humusform bildet sich v.a. unter krautarmen Laub- und Nadelwäldern oder unter kühlfeuchten Klimaverhältnissen.

**c. Rohhumus**

Diese Humusform zeichnet sich i.d.R. durch eine mächtige Humusaufgabe aus (5-30cm) aus. Es sind fast keine wühlenden und bodenvermischenden Bodentiere vorhanden und nur wenig eingeschlammter Humus. Ein humoser A-Horizont fehlt oder er tritt stark gegenüber der Auflage zurück.

Die Auflage ist in Fermentations- und Humifizierungshorizont gegliedert. Die Übergänge sind scharf

Die Humusform Rohhumus bildet sich auf extrem nährstoffarmen und grobkörnigen Böden. Die darüber liegende Vegetationsdecke liefert eine schwer abbaubare und nährstoffarme Streu z.B. Heiden oder Koniferen. Dichte, lichtarme Fichten- und Rotbuchenforsten ohne krautigen Unterwuchs begünstigen die Rohhumusbildung ebenso wie kühlfeuchtes Klima.

## **Hydromorphe Humusformen** (Sonderformen durch Wassereinfluss)

Durch Sauerstoffmangel wird in nassen Böden die Zersetzung gehemmt, was zur Anreicherung von organischer Substanz führt.

Bei Böden, die im Sommer belüftet werden, im Winter bis oben vernässen, ist ein höherer Humusgehalt vorhanden. In solchen Böden werden *Feuchthumusformen* unterschieden (Feuchtmull, Feuchtmoder und Feuchtrohumus)

Nährstoffarme Standorte mit hohem Grundwasserstand weisen geringe Tiertätigkeit auf, so dass Humusaufgaben mit organischer Substanz von mehr als 30% entstehen. Sie heißen *Torfe*.

Nährstoffarme Standorte, die ganzjährig oder längerfristig überflutet sind, weisen dieselben Folgen auf – hier werden Nieder- und Hochmoortorf unterschieden.

Im Gelände kann die Humusform folgendermaßen bestimmt werden:

Mit einem scharfen Messer oder Spatel wird ein Bodenwürfel mit senkrechten Seitenwänden ausgestochen. Anhand des Profilschnittes lassen sich die einzelnen Horizonte ansprechen.

Durch Abprüfen des Vorhandenseins von bestimmten Horizonten wird die Humusform ermittelt.

Grundsätzlich sollte die Humusform an ungestörten Bodenstellen bestimmt werden.

# Besonderheiten des Bodens

- Grundlagenreferat -

## Bodenorganismen

Im Boden leben zahllose Organismen – teilweise ist es ihr alleiniger Biotop, d.h. der Lebensraum ist Ort der Nahrungsaufnahme und Vermehrung, Zuflucht- und Rückzugsort für Ruhe, Gefahr und ungünstige Lebensbedingungen (Kälte, Hitze, Trockenheit). Für andere Organismen ist der Boden ein Ort für eine oder mehrere der beschriebenen Lebensvorgänge.

Je nach Bodeneigenschaften findet sich eine große Vielfalt der Bodenlebewelt. Die Organismen beeinflussen aber auch viele Umwandlungs- und Verlagerungsprozesse und somit haben sie Einfluss auf die Bodenentwicklung

**Unter den Bodenorganismen lassen sich zwei Gruppen unterscheiden (nicht dazu gerechnet werden im Boden wurzelnde höhere Pflanzen):**

### 1. Bodenflora

- ✓ **Bakterien:** Darunter werden einzellige Organismen (1-10µm) als Einzelzellen, Zellenketten, Kokken, ... subsumiert.  
Der Großteil der Bakterien kann alle leichter zersetzlichen Kohlenstoff- und Stickstoffquellen verwerten. Außerdem gibt es Spezialisten, die an bestimmte Substrate gebunden sind. Diese Gruppe ist bedeutend für die Stoffumsetzungen.
- ✓ **Pilze:** Zu dieser Gruppe gehören mehrzellige, myzelbildende Organismen wie Schleimpilze, Schimmelpilze und Hutpilze. Zahlreiche Pilze können Symbiosen mit Wurzeln höherer Pflanzen (v.a. Bäume) eingehen (= Mykorrhiza)
- ✓ **Algen:** Die Algen leben autotroph (zur Photosynthese befähigt) und benötigen dazu Licht. Deshalb sind sie auf die oberste Bodenschicht beschränkt.
- ✓ **Flechten:** Symbiose aus Algen und Pilzen.

Je nach Art und Menge des Nahrungsangebotes, der Feuchtigkeits-, Temperatur- und Reaktionsverhältnissen und der Bodendurchlüftung schwanken die Gesamtzahl der pflanzlichen Mikroorganismen und das Verhältnis der verschiedenen Gruppen zueinander sehr stark.

### 2. Bodenfauna

Die Bodenfauna ist für die Zersetzung der organischen Substanz und ihre Einarbeitung in den Boden (durch Bioturbation) von großer Bedeutung. Eingeteilt werden kann die Bodenfauna in:

- ✓ **Mikrofauna** (< etwa 100µm): Dazu gehören einzellige Protozoen und Nematoden, die meist parasitisch oder saprophytisch leben.
- ✓ **Mesofauna** (etwa 100µm - 1cm): Dazu gehören Arthropoden (Gliederfüßler; z.B. Milben, Springschwänze) und Enchytraeiden (kleine Borstenwürmer). Sie leben meist saprophytisch – Arthropoden auch als Räuber der Mikroflora und -fauna.
- ✓ **Makrofauna** (> etwa 1cm): Als wichtigste Bodenwühler gehören in diese Gruppe die Lumbriciden (Regenwürmer). Auch Arthropoden mit Asseln, Tausendfüßern und Larven und Imagines von Insekten gehören dieser Gruppe an – ebenso die Schnecken.
- ✓ **Wirbeltiere:** Sie werden nur begrenzt zur Bodenfauna gezählt, spielen jedoch bei der Bioturbation eine Rolle. Zu ihnen gehören Maulwurf, Wühlmaus, Kaninchen.

Je nach den herrschenden Lebensbedingungen ist die Bodenfauna zusammengesetzt – grundsätzlich zeigt die Bodenfauna eine große Variabilität.

**Die Bodenorganismen passen sich ihrem Lebensraum an. Sie sind angepasst an:**

## 1. Wechselnde Temperaturbedingungen

Allgemein gilt, dass höhere Temperaturen im Boden die Aktivität der Bodentiere ansteigen lässt. Das Temperaturoptimum der meisten Bodentiere liegt zwischen 10°C und 35°C. Als besondere Anpassung können manche Tiere bei zu hohen Temperaturen in eine Wärmestarre verfallen oder sie wandern in tiefere Bodenschichten. Bei Temperaturen von mehr als 80°C sterben die Mehrzahl der Bodenlebewesen ab.

Niedere Temperaturen führen zur Reduktion von Organismenaktivität - bei Gefrieren des Bodens kommt diese zum Erliegen. Die Lebewesen können in tieferen, frostfreien Bodenbereichen überdauern (z.B. Regenwürmer, Wirbeltiere) oder sie überdauern als Sporen oder als von Kokons umgebenen Eiern (Würmer).

## 2. Wechselnde Feuchtigkeitsbedingungen

In Form von ruhenden Sporen oder Cysten können Mikroorganismen auch Extremverhältnisse überdauern. Grundsätzlich ist die Variationsbreite der notwendigen optimalen Feuchtebedingungen sehr groß.

Wechselnde Feuchtigkeitsbedingungen stehen mit Problemen der Sauerstoffversorgung in Verbindung. Durch Wasserüberangebot werden die Bodenporen mit Wasser gefüllt – der Sauerstoff wird dadurch verdrängt.

## 3. Sauerstoffmangel

Zu Sauerstoffmangel im Boden kommt es wenn die Hohlräume wassergefüllt sind (oder wenn eine Massenvermehrung von Mikroorganismen auftritt). Viele Bodenorganismen (der Großteil) benötigen molekularen Sauerstoff zur Atmung – sie besitzen jedoch unterschiedliche Optima. Es gibt jedoch auch anaerobe Organismen (Organismen der Fauna), die ohne molekularen Sauerstoff leben können

Bei Regenfällen kommen einige Bodentiere aufgrund des Sauerstoffmangels an die Erdoberfläche. Andere Organismen können in andere Formen solche Extrembedingungen überstehen.

## 4. PH-Wert

Die Bodenorganismen weisen eine unterschiedliche pH-Wert-Toleranz auf.

### **Bodentiere haben sich auch angepasst an:**

#### **Dunkelheit**

Viele der im Boden lebenden Tiere haben wenige oder nur leistungsschwache Augen, die häufig nur der Hell-Dunkel-Orientierung dienen. Als Orientierungshilfe haben sie einen ausgeprägten Geruchssinn, Geschmacksinn, Tastsinn und können Erschütterungen sehr gut wahrnehmen.

Die Färbungen der Bodentiere sind meist ihrer unscheinbaren Umwelt angepasst.

#### **Enge**

Der Großteil der Bodentiere ist klein. Einige Tiere schaffen sich im Bodenraum ihren eigenen Lebensbereich durch Graben von Gängen und Wühlen in der Erdmasse. Andere Tiere nutzen vorhandene Bodenhohlräume (z.B. Fadenwurm), wobei die Körpermaße dann den vorhandenen Bodenporen entsprechen müssen.

Bei Gefahr haben die Tiere das Problem, dass sie aus ihrer Umgebung nicht flüchten können – deshalb krümmen sich viele von ihnen zusammen und bleiben reglos liegen.

Allgemein gilt:

Die oberste Bodenschicht ist aufgrund häufiger, stark wechselnder Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse schwächer besiedelt als darunter liegende Bereiche. Unterhalb von 20-30 cm Bodentiefe nimmt die Organismenaktivität aufgrund schlechter Durchlüftung und zunehmender Verarmung schnell ab.

Den bedeutendsten Einfluss auf die Bodenorganismen hat die Menge und Art des Nahrungsangebotes und damit die Nutzungsart der Böden.



### ***Einfluss der Bodenorganismen auf die Bodeneigenschaften***

Unter natürlichen Verhältnissen wird die Eignung eines Bodens als Standort für Pflanzen hauptsächlich durch den Umfang der Organismenaktivität beeinflusst. Die Aktivität der Bodenorganismen trägt zur Profilbildung bei; sie wirkt sich auf chemische (Mineralisierung und Humifizierung) und physikalische Eigenschaften (Einfluss durch Bodenwühler) eines Bodens aus.

Erbewegungen durch Bodenwühler führen in den durchwühlten Horizonten zur Erhöhung des Porenvolumens und somit zur Verbesserung von Durchlüftung, Wasseraufnahmevermögen und Wasserleitfähigkeit.

Die Bodenentwicklung und somit die Profilbildung wird vor allem durch biochemische Aktivität der Mikroorganismen beeinflusst.

### **Mykorrhiza**

Unter Mykorrhiza wird eine Symbiose zwischen einem Pilz und einer höheren Pflanze verstanden. Es wird Endo- und Ektomykorrhiza unterschieden.

Die **Ektomykorrhiza** finden wir vor allem bei Laub- und Nadelbäumen in gemäßigten und kühlen Klimazonen. Die meisten unserer Waldbäume sind mit einer Mykorrhiza vergesellschaftet.

Die Wurzelenden der Bäume sind mantelartig von einem dichten Pilzmycel umspinnen. Die Pilzhyphen dringen in das Rindengewebe der Wurzeln ein. Die Wurzeln bleiben kürzer, verdicken sich und verzweigen sich knollenartig. Vom Pilzmantel um die Wurzel gehen Pilzhyphen in den Boden. Sie übernehmen die Aufgaben der Wurzelhaare, insbesondere die Wasser- und Ionenversorgung der Pflanze. Die Mykorrhiza kann Mineralstoffe in Lösung bringen und dadurch pflanzenverfügbar machen. Durch die Fähigkeit der Pilze den Humus aufzuschließen wird auch die Stickstoff- und Phosphorversorgung der Pflanze verbessert.

Der Pilz erhält von der Pflanze organische Verbindungen (v.a. Kohlenhydrate) und andere Stoffe, die für die Pilzentwicklung notwendig ist.

Manche Pilze bevorzugen eine bestimmte Baumart.

Die Mykorrhiza ist sehr empfindlich gegen Düngung. Die Lebensbedingungen der Pilze werden durch Veränderungen des PH-Wertes (z.B. durch Kalkung im Wald) beeinträchtigt.

#### **Zusatzinfo:**

Bei der Endomykorrhiza wachsen die Pilze intrazellulär – die Wurzel ist von einem lockeren Netz aus Pilzhyphen umgeben. Wurzelhaare sind ausgebildet, da ein Pilzmantel nicht vorhanden ist. Orchideen haben solche Endomykorrhiza – bei ihnen ist im Anfangsstadium der Entwicklung der Pilz notwendig, da er Nährstoffe und Vitamine liefert. Ohne Mykorrhiza keimen viele Orchideen nicht – es ist in diesem Fall (nur am Anfang) eher von einem Parasit zu sprechen als von einer Symbiose (diese kommt danach).

### **Boden – Grundlage des Lebens**

Durch ihre Entstehung und ihre Eigenschaften werden Böden wichtige Funktionen in unterschiedlichen Bereichen zugeordnet. Unterschieden werden:

#### **1. Boden als Grundlage der land- und forstwirtschaftlichen Produktion**

Darunter verstehen wir die Produktion von Grundlagen für menschliches und tierisches Leben – Nahrungs- und Futtermittel und erneuerbare Rohstoffen. Boden stellt Luft, Wasser, Nährstoffe und physikalische Verankerung bereit.

#### **2. Boden als Genschutz und Genreserve**

Bei dieser Funktion geht es um die Erhaltung der Artenvielfalt von Organismen im Boden – insbesondere um diese Organismen, die ausschließlich im Boden leben können.

Durch verschiedene Einflüsse, besonders Einträge von schädlichen Substanzen wie Schwermetalle, Radioaktivität ist die Generhaltung gefährdet.

### **3. *Boden als Grundlage der Infrastruktur***

Unter Infrastrukturfunktion wird die Bereitstellung von Flächen für die Anlage von Siedlungen, Industrieflächen, Verkehrseinrichtungen, Sport-, Erholungs- und Freizeiteinrichtungen verstanden.

Der Großteil dieser Flächen wird durch diese Nutzung versiegelt. Im Jahr 2003 wurden täglich 97 ha Boden versiegelt – rechnerisch sind das 673 Quadratmeter pro Minute – 280 Quadratmeter pro 25 Sekunden.

### **4. *Boden als Rohstofflieferant***

Der Boden liefert uns Bodenmaterialien wie Sande, Kiese, Tone aber auch Wasser. Um diese Rohstoffe zu nutzen werden Böden ganz oder teilweise abgetragen. Durch diese Eingriffe gehen Böden vollständig verloren oder werden zumindest in ihren Funktionen eingeschränkt.

### **5. *Boden als Kulturgut***

In Böden finden wir Überreste von Tieren und Pflanzen sowie Pollen in Moorböden. Diese Zeitzeugen und auch Zeugen menschlicher Tätigkeit wie z.B. Gräber und Ruinen liefern uns Grundlagen für das Verständnis von Geschichte und Erforschung der Vergangenheit.

### **6. *Boden als Filter und Puffer sowie mit Transformationsfunktion***

Böden stellen ein natürliches Reinigungssystem dar, das emittierte Schadstoffe aufnehmen, sie binden und in mehr oder weniger hohem Maß aus dem Stoffkreislauf entfernen kann. Mit dem Niederschlagswasser werden gas- und staubförmige Schad- und Schmutzstoffe in den Boden eingetragen. Das Wasser sickert durch die Bodenschichten, wird dadurch gereinigt und gelangt so ins Grundwasser.

Durch Filterung werden die Schadstoff- und Schmutzpartikel mechanisch im Boden gebunden. Auch feinste Partikel ( $< 0,2 \mu\text{m}$ ) können in Böden mit hohem Feinporenanteil aus dem Sickerwasser herausgefiltert werden. Sind die Bodenporen mit herausgefilterten Substanzen gefüllt, nimmt die Filterleistung deutlich ab. Kies- und sandreiche Böden besitzen in der Regel eine hohe Filterleistung – schluff- und tonreiche Böden besitzen in der Regel eine geringe Filterleistung.

Durch die Pufferwirkung von Böden werden gasförmige und gelöste Schadstoffe durch Adsorption an die Bodenaustauscher gebunden oder nach Reaktion mit bodeneigenen Substanzen chemisch gefällt und dadurch weitgehend immobilisiert. Ein mehr oder weniger großer Anteil an Schadstoffen verbleibt jedoch in der Lösung. Diese Stoffe können dann von Pflanzen aufgenommen werden und so in die Nahrungskette gelangen oder ausgewaschen werden und in das Grundwasser gelangen.

Die Aktivität von Mikroorganismen ist entscheidender Indikator für das Verhalten organischer Abfall- und Schadstoffe. Diese Aktivität bestimmt die Transformationsfunktion von Böden. Durch mikrobielle Tätigkeit können beispielsweise feste organische Substanzen zu gelösten und/oder gasförmigen Stoffen um- oder abgebaut werden – gelöste organische Stoffe können zu festen und/oder gasförmigen Stoffen verändert werden.

Durch mikrobielle Transformation können also die Aggregatzustände und chemische Zusammensetzungen verändert werden – die entstehenden Stoffe besitzen meist keine Schadstoffwirkung mehr.

Der Großteil der von uns Menschen produzierten Schadstoffe führt in der Regel früher oder später zu einer Kontamination der Böden. Durch technischen Aufwand können Schadstoffe aus der Luft und aus dem Wasser entfernt werden – Schadstoffe im Boden (besonders Schwermetalle) können aus dem Boden nicht mehr entfernt werden.

# Kennen lernen – „Gestaltung eines Bodenringes“

Alter:	ab 6
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	mind. 30 Minuten

Die Gruppe verteilt sich um den vorbereiteten Ring, so dass jeder ausreichend Platz vor sich hat. Die Teilnehmer erhalten die Aufgabe, den Ring vor sich kreativ zu gestalten. Dafür können verschiedene Farben verwendet werden:

→ Sand und Naturpigmente (Sand in Gefäß mit Naturpigmenten mischen – je mehr Pigment, desto intensiver die Farbe)

→ Erde in unterschiedlichen Farben

und es können auch Farben, die an Ort und Stelle vorhanden sind (z.B. Pflanzenteile, Blätter,...) verwendet werden.

Der gesamte Ring soll in dieser Weise gestaltet werden – für die Übergänge zwischen den einzelnen Personen ist der Kontakt zwischen den Nachbarn wichtig. Sie sollen sich zum einen über die Gestaltung der Übergänge verständigen und können so aber auch ersten Kontakt zu ihrem Nachbarn finden.

Dieses Kontakte knüpfen kann verstärkt werden, in dem der Spielleiter in einer zweiten Runde vorgibt, dass die Plätze so getauscht werden, dass jeder zwei neue Nachbarn hat. Dann können die bereits gestalteten Bereiche weiter gestaltet werden.

Varianten	Bei Kindern sollte die erste Gestaltung des Ringes nicht nach einem Personenwechsel verändert/weitergeführt werden – in diesem Fall soll ein Platzwechsel lediglich neue Kontaktmöglichkeiten bieten. Zum Beispiel kann ein Wechsel als Einstieg verwendet werden, um sich mit den „neuen Nachbarn“ darüber zu unterhalten, was ihnen an der Gestaltung vor ihnen besonders gut gefällt. Der Spielleiter muss sehen, was er der Gruppe „zumuten“ kann.
Tipps	Ausreichend Zeit einplanen – erst nach einer Anlaufphase setzt kreatives Arbeiten ein
Vorbereitung	Aufsuchen eines Laubwaldgebietes Der Spielleiter bildet mit Hilfe einer langen Schnur einen Kreis auf den Boden ab. Entlang der Kreislinie wird der Bodenbelag (Laubstreu, Bodenbewuchs) etwa 30 cm breit entfernt – d.h. es entsteht ein sichtbarer Ring. Der Kreis muss so groß sein, dass die gesamte Gruppe um diesen Kreis herum stehen kann und ausreichend Platz zur Verfügung hat.
Material	längere Schnur Sand und Naturpigmente (zu beziehen über <a href="http://www.kreidezeit.de">www.kreidezeit.de</a> ) oder Erde in unterschiedlichen Farben/Körnungen

# Kennen lernen – „Platzwechsel“

Alter	ab 12
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	je nach Gruppengröße

Jeder Teilnehmer schreibt seinen Namen auf ein Blatt Papier (A4). Der Spielleiter sammelt die Blätter ein, legt noch 3-5 Blätter (bei größeren Gruppen mehr) ohne Beschriftung dazwischen. Dann werden die Blätter mit der Schrift nach unten auf den Boden gelegt und zwar dass möglichst ein Quadrat entsteht und dass zwischen den Blättern ausreichend Platz vorhanden ist. Die Teilnehmer verteilen sich nun auf Blättern; einige Plätze bleiben leer.

Jeder Teilnehmer dreht sein Blatt unter den Füßen um und merkt sich den Namen und stellt sich wieder darauf. Die Personen mit einem Papier ohne Beschriftung bleiben – wie alle anderen – auf ihrem Platz stehen.

Die Aufgabe für alle besteht darin, dass jeder letztendlich auf dem Blatt steht auf dem sein Name steht.

Die Regeln dazu sind folgende:

Fortbewegen darf sich jeder nur waagrecht oder senkrecht (nicht über Eck) und nur derjenige kann einen Platz weitergehen, der einen freien Nachbarplatz hat. Letztendlich heißt das, für den Platzwechsel einer Person inmitten von Personen müssen sich immer mehrere Personen mitbewegen. Es entstehen immer neue freie Plätze, die

Die gesamte Gruppe muss mithelfen, dass jeder an seinen Platz kommt – Kommunikation ist das A und O. Im Sortieren wird/muss sich die Gruppe eine Strategie bzw. mehrere davon einfallen lassen, um zum Ziel zu kommen.

Durch das miteinander Kommunizieren, das Ansprechen der Anderen werden die Namen ausgetauscht und durch Wiederholungen prägen sich die Namen ein.

Varianten

Tipps Ort mit ebenem Gelände; gut auch wenn befestigt. Auch gut im Raum möglich.

Vorbereitung

Material Blätter und dicke Stifte

# Kennen lernen – „Stocknetz“

Alter	ab 10
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	10-25 Minuten

Jeder Teilnehmer soll sich eine Stock suchen – einer der ihn besonders anspricht.

Nach der Rückkehr werden die Stöcke zu Füßen des Spielers abgelegt und alle Mitspieler stellen sich im Kreis auf.

Der Spielleiter wirft seinen Stock einem Teilnehmer zu, der sich daraufhin kurz vorstellt. Nach der Vorstellung wirft er den Stock weiter. Der Fänger stellt sich wieder vor und wirft den Stock weiter usw. bis alle an der Reihe waren.

Bei einem zweiten Durchgang wird der Stock in der gleichen Reihenfolge wieder weiter geworfen. Dieses Mal nennt der Werfer den Namen des Fängers.

**Varianten** Das Netz kann auch mit einer Schnur geknüpft werden – der sonstige Ablauf ist wie beschrieben (beim Aufwickeln der Schnur werden die Namen dann wiederholt).

**Tipps** Vor der ersten Runde die Teilnehmer darauf aufmerksam machen, dass sich jeder die Namen zu merken versucht.

Ein dritter Durchgang nimmt die gleiche Reihenfolge wieder auf – allerdings wirft der Spielleiter die Stöcke unmittelbar nacheinander zu, so dass dann alle Stöcke ins Spiel kommen. Das ganze Netz ist am Arbeiten! Und zum Schluss sind alle Stöcke (wenn's ideal läuft) wieder beim Spielleiter.

**Vorbereitung**

**Material** Stöcke aus dem Wald (sucht jeder Mitspieler selbst)

# Gruppeneinteilung „Bodenbestandteile erfühlen“

Alter

Teilnehmerzahl

Dauer

In einen Beutel werden unterschiedliche Bodenbestandteile gelegt. Aus diesem zieht jeder Teilnehmer ein Teil. Alle Mitspieler nehmen dieses Teil ohne anzuschauen in die Faust, diese kommt auf den Rücken, wo es jeder zuerst selbst erfühlt.

Um Gruppen zu bilden gehen immer zwei Teilnehmer Rücken an Rücken zusammen und lassen den jeweils anderen sein Bodenbestandteil fühlen. Die gleichen Bestandteile, die sich gefunden haben, bilden eine Arbeitsgruppe.

Als Materialien eignen sich:

- kleine (grüne) Blätter
- kleines Ästchen mit Nadeln
- Stein
- Teil einer Wurzel
- Holzstücke gleicher Abmessungen

Varianten

Tipps	Deutlich machen, dass die Augen als Identifikationsorgan nicht eingesetzt werden dürfen.
Vorbereitung	Entsprechende Anzahl an vorgesehenen Materialien sammeln
Material	Bodenmaterialien in entsprechender Anzahl (Personenzahl und Anzahl der in einer Gruppe arbeitenden Personen beachten), undurchsichtiger Beutel

# Gruppeneinteilung „Bodentier-Puzzle“

Alter	beliebig
Teilnehmerzahl	beliebig (Anzahl der Karten entsprechend vorbereiten)
Dauer	10 Minuten

Verschiedene bekannte Bodentiere sind auf Papier/Karton gedruckt in Puzzleteile zerschnitten. Die Anzahl der Tiere spiegelt die Anzahl der Gruppen wieder.

Die Einzelteile werden in einem Beutel gemischt. Jeder Teilnehmer zieht ein Puzzleteil. Die Gruppen finden sich, in dem die Teilnehmer die Teile zusammenfügen.

Ist die Anzahl der Puzzleteile größer als die Gruppengröße, händigt der Spielleiter die fehlenden Teile nach Gruppenfindung der Gruppe aus, um ein vollständiges Bild zu erlangen.

Bodentiere oder Tiere, die eine Verbindung zum Boden haben: z.B. Schnecke, Regenwurm, Kellersassel, Spinne, Tausendfüßler, Maulwurf, Ohrwurm, Kaninchen, Zecke, Fuchs,...

Varianten

Tipps

Vorbereitung

Material            Bodentierkarten in Puzzle zerschnitten

# Gruppeneinteilung „Geräuschk Dosen“

Alter	ab 6
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	10 Minuten

In schwarze Filmdosen werden unterschiedliche Bestandteile des Bodens gefüllt:

- Luft (leere Filmdose)
- Wasser
- Sand
- Stein
- Kies
- Humus
- Holzteile

Die Anzahl der Materialien ist variabel und richtet sich nach Gruppengröße und/oder Anzahl der Teilnehmer.

Jeder Teilnehmer zieht aus einem Beutel, in dem die notwendige Anzahl an Filmdosen enthalten ist, eine Dose. Durch das Hören der Geräusche sollen sich diejenigen Teilnehmer zu einer Gruppe zusammenfinden, deren Dose die gleichen Geräusche macht (Dosen nicht öffnen!)

Da ein Boden aus allen Bestandteilen besteht, gehen von jedem Bodenbestandteil einer zu einer Gruppe zusammen, die dann eine Arbeitsgruppe bilden.

Im Idealfall sind alle Bodenbestandteile zu gleicher Anzahl vorhanden, dann haben alle Arbeitsgruppen die gleiche Gruppengröße.

Varianten

Tipps	Überprüfung der genauen Anzahl im Vorfeld ist sehr wichtig, da eine Gruppe evtl. deutlich weniger Mitglieder hat.
Vorbereitung	Dosen mit entsprechenden Bodenbestandteilen füllen
Material	Filmdosen mit Bodenbestandteilen, undurchsichtiger Beutel



# Gruppeneinteilung „Karten mit Bodentieren“

Alter ab 6  
Teilnehmerzahl beliebig  
Dauer

Auf Karten (Anzahl auf Gruppengröße abgestimmt) sind verschiedene Bodentiere oder Tiere, die Verbindung mit dem Boden haben zu sehen. Aus einem verdeckt gehaltenen Stapel zieht jeder Teilnehmer eine Karte. Durch Kommunikation finden sich die einzelnen Gruppen zusammen.

Beispiel: Regenwurm, Kaninchen, Fuchs, Zecke, Ohrwurm, Spinne ...

**Varianten** Jeder bekommt eine Karte auf dem Rücken befestigt und versucht durch Fragen an die Mitspieler Informationen zu seinem Tier herauszufinden, in dem er den anderen Fragen stellt. Dabei müssen die Fragen für die Gefragten mit „Ja“, „Nein“, „Vielleicht“ oder „Ich weiß es nicht“ zu beantworten sein. Erst nach Herausfinden verschiedener Informationen darf ein Tipp des Tieres abgegeben werden. Sobald die ersten Spieler ihr Tier herausgefunden haben ist die Frage „Bin ich das gleiche Tier wie Du?“ nicht zulässig.  
Wenn jeder sein Tier herausgefunden hat, finden sich die zusammen, die das gleiche Tier erraten haben (oder von jedem Tier ein Vertreter, weil ja im Boden alle gemeinsam vorkommen)

**Tipps**

**Vorbereitung**

**Material** Karten mit entsprechenden Bodentieren, (Wäscheklammern zum Befestigen der Karten)

# Gruppeneinteilung „Wildschweinrotte“

Alter	ab 6
Teilnehmerzahl	beliebig, je mehr desto besser
Dauer	10 Minuten – beliebig länger

Alle Teilnehmer laufen durcheinander. Sie bilden in der Personenzahl, die der Leiter/ die Leiterin in die Runde ruft Gruppen („Rotten“). Man beginnt mit kleinen Zahlen und ruft zum Schluss die Zahl der für die die Weiterarbeit gewünschte Gruppengröße.

**Varianten** Immer beim Zusammengehen der Gruppen kann die Aufgabe gestellt werden, sich mit den Gruppenmitgliedern zu unterhalten um neue Informationen zu den jeweiligen Personen zu erhalten. Es kann auch zur Aufgabe gemacht werden, eine bestimmte Fragestellung zu behandeln.

**Tipps** geeignet zur Gruppenbildung

**Vorbereitung** keine

**Material** keines

# Kreativität – „Basteln eines Boden-Memorys“

Alter ab 4  
Teilnehmerzahl beliebig  
Dauer

Die Idee eines Memory-Spieles wird aufgegriffen und ein individuelles Spiel gestaltet.

In Gruppen werden die Spiele gemalt, gebastelt,...

Die Vorgehensweise ist folgendermaßen:

Aus Karton/dickerem Papier werden quadratische Karten geschnitten. Diese dienen als Spielkarten, auf die Bodenlebewesen, Zersetzungsstadien, Korngrößen, Bodenarten,... alles was mit Boden zu tun hat aufgemalt oder aufgeklebt werden kann. Von jeder Spielkarte werden zwei identische (oder aber als Fortgeschrittenen-Version zwei unterschiedliche aber eindeutig zusammengehörige) Karten angefertigt. Es kann direkt auf die Karton-Karten gemalt werden oder aber auf Papier, das dann ausgeschnitten und aufgeklebt wird.

Der individuellen Kreativität ist bei der Gestaltung der Spiele keine Grenze gesetzt.

Insgesamt sollten pro Person mindestens 3 Spielkartenpaare gestaltet werden – je nachdem wie groß die Arbeitsgruppe ist. Für das Spielen danach sind ausreichend Paare notwendig, sonst ist das Spiel zu schnell zu Ende.

Im Anschluss an die Bastelarbeiten sollten die neuen Spiele auf jeden Fall ausprobiert werden. Dabei können die Spiele zwischen den Gruppen ausgetauscht werden.

**Varianten** Das Spiel „Underground“ kann Ideen liefern  
Es können Memorys in Bezug auf andere Themen gebastelt werden  
Bei Familien mit kleineren Kindern können die Bastelarbeiten auch so aufgeteilt werden, dass Erwachsene Vorlagen (z.B. von Bodentiere,...) erstellen und die Kinder diese Vorlagen farbig gestalten  
Für eine längere Haltbarkeit können die Spielkarten laminiert werden

**Tipps** Bei ausreichend Zeit, können die Bastelarbeiten auch auf mehrere Tage verteilt werden. Dann werden immer nur wenige Spielkarten am Stück gestaltet und neue Ideen können immer wieder direkt umgesetzt werden.

**Vorbereitung**

**Material** Karton oder dickeres Papier, Farbstifte, Klebstoff, evtl. Laminiergerät und Laminierfolien

# Kreativität – „Bau eines Mobiles“

Alter ab 6  
Teilnehmerzahl  
Dauer 30-60 Minuten

Jeder Teilnehmer sucht unterschiedliche Dinge, die alle einen Zusammenhang zum Boden haben sollen und im Anschluss zum Basteln eines Mobiles verwendet werden können.

Zusätzlich zu den Bodenbestandteilen sammelt jeder Teilnehmer dünne Äste, die als Grundgerüst für das Mobile hergenommen werden.

Mit dünnem, stabilen Nylonfaden wird zuerst das Gerüst zusammengeknüpft und aufgehängt. Jetzt können die gesammelten Boden-Teile angehängt werden.

Als Boden-Bestandteile eignen sich besonders: Blätter (von frisch bis schon beginnende Zersetzung), kleine Zweige (NB und LB), Früchte und Fruchtschalen (z.B. Eicheln, Bucheckern, verschiedene Zapfen, ...), Rindenstücke, Wurzelteile.

Allgemein gilt: keine schweren Stücke anhängen

Varianten Mobile mit selbst gemalten und gestalteten Bodentieren und/oder Bodenbestandteilen gestalten  
bei großen Gruppen evtl. in Teams arbeiten

Tipps Aktion für Kinder die selbst knoten können  
Bei jüngeren Kindern mehr Zeit einplanen, da Knoten länger dauert

Vorbereitung

Material Nylonfaden, Schere, evtl. Klebstoff und Tesafilm

# Kreativität – „Bilder mit Sand gestalten“

Alter	jedes Alter möglich
Teilnehmerzahl	unterschiedlich (Arbeit in Kleingruppen sinnvoll)
Dauer	je länger Zeit gegeben wird, desto kreativer arbeitet die Gruppe mindestens 60 Minuten incl. Sammlung der Farben

Gemeinsam sammelt die Gruppe Sand und Erde in den unterschiedlichsten Farbtönen. Empfehlenswert ist hierfür der Besuch in einer Sandgrube oder ein Bodenaufschluss, wo mehrere Bodenschichten mit unterschiedlicher Färbung bereits angeschnitten sind. Die verschiedenen Bodenfarben werden einzeln gesammelt. Mit dem Sand werden Bilder auf dem Erdboden „gemalt“.

Ähnlich wie die Mandalas der buddhistischen Mönche (runde, symmetrische, filigrane, aus farbigem Pulver gestreute Bilder), sind diese Bilder nicht für die Ewigkeit gemacht. Bei uns übernimmt die Natur bald das Bild – Regen und Wind verwischen die Konturen.

Nicht das fertige Kunstwerk sondern die Freude am Gestalten dieser Bilder steht hier im Vordergrund.

**Varianten**      Zusätzlich zu den verschiedenfarbigen Sanden und Böden können andere Bodenbestandteile (Laub, Humus, Steine, Äste,...) in das Kunstwerk integriert werden

**Tipps**            Anfänglich sollte klar gemacht werden, dass die Kunstwerke der Natur übergeben werden und nicht konserviert werden können. Unter Umständen kann per Digitalkamera das „fertige“ Kunstwerk jeder Gruppe dokumentiert werden.

Arbeit mit gekauften Naturpigmenten ist auch möglich (Naturpigmente sind zu beziehen über [www.kreidezeit.de](http://www.kreidezeit.de)) – Sand wird mit Naturpigmenten vermischt. Diese Mischung kann zur Gestaltung verwendet werden.

**Vorbereitung**

**Material**        Becher, Tüten,... zum Sammeln der Farben  
evtl. Digitalkamera zur Dokumentation der Kunstwerke

# Kreativität – „Bodenmosaik legen“

Alter	beliebig
Teilnehmerzahl	beliebig (Arbeiten in Kleingruppen)
Dauer	mind. 60 Minuten

Die Gruppe legt einen Rahmen aus Totholz (Größe variabel – evtl. festlegen, wenn geringer Zeitrahmen). In diesem Rahmen wird ein Mosaik aus unterschiedlichen Bodenbestandteilen gelegt.

Ein Mosaik besteht aus gleich großen Teilchen. Größere Teile werden in kleinere Stücke geteilt und dann farblich und stofflich getrennt gesammelt. Das Sammeln und Sortieren ist immer der erste Schritt ehe es anschließend an das Legen des Mosaiks geht.

Die Gruppe einigt sich auf ein Motiv oder arbeitet auch abstrakt (möglichst ohne Vorgaben des Seminarleiters). Die Entscheidung muss von allen Gruppenmitgliedern getragen werden. Dann beginnt der kreative und auch gruppendynamische Prozess.

Anstelle eines Mosaiks kann auch ein Bodenbild gelegt werden. Dafür bleiben die Urformen der unterschiedlichen Bodenbestandteile erhalten; die einzelnen Teile haben keine einheitliche Größe. Das Bodenbild ist vor allem für Kinder die sinnvollere Variante, da sie von einem Mosaik in der Regel keine Vorstellung haben. Außerdem sind Kinder grundsätzlich sehr kreativ ohne genauere Vorgaben und eine Norm zu erhalten.

Im Anschluss an den kreativen Prozess geht die gesamte Gruppe von einem Mosaik/Bild zum anderen. Die Gruppen stellen dabei ihre Werke vor. Jeder erhält die Möglichkeit seine Gedanken, Empfindungen,... zum Bild und auch zur Entstehung des Bildes zu äußern. Es ist sehr bedeutsam, über das Werden der Kunstwerke und die Eindrücke der kreativ Tätigen zu sprechen. Wertungen sollen bei dieser Besprechung unterbleiben.

## Varianten

Tipps	Es sollte in Kleingruppen gearbeitet werden Im Vorfeld besprechen, dass möglichst viele verschiedene Dinge verwendet werden, die mit Boden zu tun haben – auf verschiedenen Farben eingehen, die der Boden bietet. Keine Einschränkungen bei den zu verwendenden Materialien Keinen engen Rahmen vorgeben, um die Kreativität nicht zu hemmen Keine Wertungen der Bilder/Mosaik vornehmen
Vorbereitung	Möglichst in einem Gebiet arbeiten, das verschiedenartige Materialien bietet.
Material	Keine zusätzlichen zu den natürlich vorkommenden Materialien

# Kreativität – „Herstellung von Bodenfarben und malen mit Bodenfarben“

Alter	beliebig
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	variabel

Farben bestehen aus Pigmenten, Bindemittel und Lösungsmittel. Aus diesen Materialien können Farben selbst hergestellt werden.

Grundlegende Informationen:

## **PIGMENTE**

- Pigmente sind bunte Farbkörper (kleinste Körnchen) die sich in Wasser fein verteilen.
- Färbendes Pulver entsteht durch feines Zermahlen (Feile/Raspel, Mörser, Schleifpapier) aus Erde, Stein, Holzkohle, Kreide
- Wichtig ist bei Pigmenten die Lichteuchtigkeit – wenn das Experimentieren wichtiger ist als die lange Leuchtkraft und Homogenität der Farbe, können alle Substanzen getestet werden (Kaffee, zerriebene Blüten, Gewürzpulver,...)

## **BINDEMITTEL**

- Bindemittel ist dafür verantwortlich, dass Pigmentteilchen aneinander und auf dem Malgrund festkleben
- Ohne Bindemittel lässt sich die trockene Farbe wieder abwischen – bei zu wenig Bindemittel färbt die Farbe ab
- Bindemittel bestimmen die Konsistenz der Farben (von zarter Bierlasur bis deckende Kaseinfarbe), ihre Haltbarkeit und ihre Löslichkeit
- Im Prinzip eignet sich jeder Kleber als Bindemittel. Beim Experimentieren ist nur darauf zu achten, dass der Kleber ungiftig, nicht zu zäh, schnell trocknend und durch ein Lösungsmittel – im Gebrauch mit Kindern Wasser – verdünnbar ist.
- Als Bindemittel eignet sich sehr gut: Bier, Kleister, Ei, Kasein, Öl

## **LÖSUNGSMITTEL**

- Verflüssigen/verdünnen das Bindemittel und machen so die Farbe streichfähig
- Für die Arbeit mit Kindern ist Wasser am besten geeignet – Wasser löst bis auf Harze, Wachse oder Öle aller andern Binder

## **GEWINNUNG VON PIGMENTEN**

Für die Bodenfarben müssen die Pigmente gesammelt werden ehe die Farben hergestellt werden können. Bei einem Spaziergang/Exkursion geht die Gruppe gemeinsam auf die Suche nach Pigmenten: verschiedenfarbige Erde, verschiedenfarbige Steine (z.B. Sandstein in verschiedenen Nuancen, Löss,...), Holzkohle, Tonscherben.... Die Erden müssen vor der Weiterverarbeitung getrocknet werden (geht gut auf der Heizung – für schnelle Trocknung, die Erde breit auslegen). Die Sammlung der Farben sollte mindestens einen Tag vor dem Malen stattfinden (oder man greift beim Malen auf vorhandene von einer vorherigen Gruppe gesammelte Pigmente zurück und behält die jetzt gesammelten für die nächste Gruppe zurück).

Mit einer Raspel/Feile werden Steine fein zermahlen. Die Erde lässt sich in einem Mörser fein zerstoßen.

Dann muss das sehr feine Pulver von den gröberen Bestandteilen getrennt werden. Dies lässt sich mit einem Teesieb machen oder aber mit einem feinen Gardinengewebe und Zeitung. Dafür wird das Gardinengewebe auf eine gefaltete Zeitungsseite gelegt und das Pulver in die Mitte des Gewebes gegeben. Dann wird das Gewebe zu einem Beutel gefaltet und in einen Plastikbeutel gesteckt und beide Beutel oben zusammengehalten. Durch Schüttelbewegung wird nun das feine Pulver herausgesiebt; es fällt in den Plastikbeutel ohne zu stauben. Ist alles Material durchgesiebt, kann das feine Pigment weiterverwendet werden – die groben Bestandteile können zurückgege-

ben und beim nächsten Mal zerkleinert werden. Der Vorgang wird so oft wiederholt bis ausreichend Pigment gewonnen ist.

Auf diese Weise wird ein kleines Sortiment verschieden farbiger Erd- und Gesteinspigmente hergestellt.

Beim Arbeiten mit Gruppen können mehr verschiedene Farbtöne gewonnen und diese dann ausgetauscht werden.

### REZEPTE FÜR DIE BODENFARBEN

Für die Farbe wird Bindemittel mit dem gewünschten Pigment „angerieben“, d.h. auf einer Palette, flachen Schale, Joghurtbecher,... wird ein wenig Bindemittel gegeben und das Pigment dann eingearbeitet. Nach und nach wird weiteres Pigment zugegeben bis die gewünschte Farbe erreicht ist.

- **Bier als Bindemittel:**

Etwas Bier in eine flache Schale (z.B. Deckel eines Schraubglases) geben. Dann wird das Pigment „angerieben“ – d.h. nach und nach wird das Pigment eingearbeitet. Dann kann weiter verdünnt werden oder weiteres Pigment zugefügt werden bis der gewünschte Farbton erreicht ist.

- **Ei als Bindemittel:**

Ein Ei wird aufgeschlagen, in ein Glas mit passendem Schraubdeckel gegeben und gut aufgeschüttelt. Ein kleiner Teil dieses Bindemittels wird genommen und mit Pigmentpulver verrührt („angerieben“). Um die gewünschte Streichfähigkeit zu erreichen kann die Farbe mit Wasser verdünnt werden.

- **Kasein als Bindemittel:**

In ein Glas mit Schraubverschluss wird 250ml warmes Wasser gefüllt, 50g Magerquark (etwa 6 gehäufte Teelöffel) dazugegeben und gut miteinander verrührt. In einem extra Gefäß wird 15g Hirschhornsalz in möglichst wenig Wasser aufgelöst und in das warme Kasein eingerührt. Die Kaseinlösung ruhen lassen (etwa 20 Minuten) – sie ist fertig, wenn sie nicht mehr schäumt.

Um Farbe herzustellen wird Pigment mit wenig Wasser gelöst und dann mit der Kaseinlösung vermischt. Die Farbe lässt sich mit Wasser verdünnen – jede gewünschte Konsistenz ist somit möglich.

Das Bindemittel erst kurz vor dem Malen dem Pigment zugeben.

Mit der selbst hergestellten Farbe lässt sich auf verschiedenen Materialien malen: Papier, Holz, Leinwand, Rindenstücke, Aststücke...

Für die Verwendung der Farbe in sehr wässriger Form - zum Malen in Aquarelltechnik - kann nur Papier und spezielles Aquarellpapier benutzt werden.

Es können nur die grundlegenden Dinge dargestellt werden – Ausprobieren und Experimentieren!

Varianten Naturpigmente können auch gekauft werden ([www.kreidezeit.de](http://www.kreidezeit.de)) allerdings wird beim eigenen Experimentieren die nahe Verbindung zum Boden deutlich. Liegt das Hauptaugenmerk auf dem Malen, kann die Palette an Farben durch gekaufte Pigmente vergrößert werden.

Tipps Ehe man diese Techniken mit Seminarteilnehmern durchführt, sollte jeder Seminarleiter die Handhabung selbst ausprobieren – Schwierigkeiten beispielsweise für Kinder können so individuell eingeschätzt werden und die Vorgaben je nach Gruppe angepasst werden.

Das Sammeln und Trocknen von Erden und Gesteinen sollte möglichst frühzeitig stattfinden – gut ist es als Seminarleiter eine Vielzahl aus Erden und Gesteinen als Anschauungsmaterial und zur Verarbeitung bereitzuhalten. Die Gruppe ist dann bei Ihren Sammlungen für Ergänzung und das Auffüllen der Materialien für zukünftige Gruppen zuständig. Das Trocknen dauert häufig länger als den Gruppen zeitlich zur Verfügung steht. Außerdem ist es gut, das Sammeln in einen sinnvollen Zusammenhang im Seminarablauf zu stellen.



Zeit zum Experimentieren lassen; Eigeninitiative soll sich im Bereich der Herstellung entwickeln (verschiedene Rezepte ausprobieren, wie sind die Unterschiede,...) und im kreativen Bereich, wenn mit den Farben gemalt wird. Ideal ist es, wenn verschiedene Materialien zur Verfügung stehen, dann kann jeder das finden, das ihn inspiriert.

## Vorbereitung

**Material** Gläser mit Schraubdeckelverschluss, kleine Stöckchen, Teelöffel, Esslöffel, Becher und kleine Schälchen, Wasserkocher  
Für Bindemittel: Ei, Bier, Magerquark, Hirschhornsalz, Wasser,  
Für Pigmentgewinnung: verschiedenen Erde und Gesteine, Holzkohle,  
Ton- und Keramikscherben, feines Gardinengewebe (Stücke von etwa 25x25 cm), Mörser, Plastikbeutel Zeitungspapier, Schraubgläser, Plastikbehälter, Teesieb  
Sonstiges: Pinsel, Malgrund (Papier, Rindenstücke, Holzplatten,...)

# Kreativität – „Matsch-Bilder“

Alter	ab 4
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	ab 30 Minuten

Aus Sand oder feinkörniger Erde, Wasser, Kleister und Fingerfarben werden witzige Matsch-Bilder hergestellt.

Zuerst wird Sand, Wasser und Kleister gemischt, bis ein dickerer Brei entsteht. Der Brei wird auf eine Unterlage gestrichen – z.B. auf einen festen Karton. Die Oberfläche kann frei gestaltet werden.

Mit Fingerfarbe, die entweder direkt oder mit einem Pinsel vorsichtig aufgetragen wird, bekommen die Bilder ihren letzten Pfiff.

Je nach Feuchtigkeitsgrad brauchen die Bilder einige Tage zum Trocknen.

## Varianten

Tipps	Klare Regeln vorgeben, um Chaos zu vermeiden Bei kleineren Kindern keine Pinsel verwenden
-------	--

## Vorbereitung

Material	Sand/feinkörnige Erde, Wasser, Kleister, Fingerfarben, Eimer/Schüsseln/, Becher, evtl. Pinsel
----------	---

# Kreativität – „Sammeln von Natur- und Bodenfarben“

Alter	ab 4
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	15-25 Minuten

Die Teilnehmer haben die Aufgabe verschiedene Farbtöne des Bodens zu finden, die dann mit doppelseitigem Klebeband auf der weißen Karte fixiert werden können oder sie werden direkt auf das Papier aufgetragen (z.B. Erde auf das Papier „schmierer“). Dabei sollen nicht unterschiedliche Farbtöne der Erde gesammelt werden, sondern auch Dinge, die mit dem Boden zu tun haben, die in den Kreislauf des Bodens gehören.

Der Fantasie ist bei dieser Übung keine Grenzen gesetzt.

**Varianten** Es kann vorgegeben werden Gegenstände, die mit dem Boden zu tun haben zu sammeln – dann ist jedem gleich klar, dass Pflanzen, Steinchen, Erde, Blätter, Nadeln,... dazugehören  
Beim Sammeln von Naturfarben bietet sich der Herbst mit seinen vielen Farbtönen an.

**Tipps** Es kann beim Aufkleben als Vorgabe gegeben werden, die Farben als Regenbogen oder Farbkreis oder nach Helligkeit sortiert anzuordnen.  
Die Teilnehmer vorher darauf aufmerksam machen, dass mit „Bodenfarben“ alle unmittelbaren und mittelbaren Farben gemeint sind (auch Beispiele vorgeben) – letztendlich kann jede Pflanze aufgeklebt werden, da sie auch irgendwann in den Kreislauf Boden eingehen wird.

**Vorbereitung**

**Material** Weiße Karten (fester) oder weißes Papier, doppelseitiges Klebeband, Schere

# Sinneswahrnehmung – „Barfuss-Raupe“

Alter	beliebig (evtl. kritisch zwischen 12-15 Jahren)
Teilnehmerzahl	beliebig (bei mehr als 10 Personen mehrere Gruppen)
Dauer	20-40 Minuten

## **Regeln und Durchführung der Aktion** (Abfolge kann verändert werden):

Alle Teilnehmer ziehen Schuhe und Strümpfe aus.

Die Gruppe stellt sich hintereinander auf – größere Gruppen teilen sich in kleinere Gruppen von 10-15 Personen auf.

Die Teilnehmer bekommen die Augen verbunden (macht am besten der Hintermann in der Schlange). Jeder legt beide Hände bei seinem Vordermann auf die Schultern. Der Spielleiter ist der Kopf der Raupe und geht sehend voran – die gesamte „blinde“ Gruppe geht als Raupenkörper hinterher. Die Raupe wird über unterschiedliche Böden und Bodenbeschaffenheiten geführt (Laub, Nadeln, Steine, Schlamm, Wasser, Gras, ...). Wenn möglich sollte die Route auch durch Sonne und Schatten führen.

Während des Gehens soll absolute Ruhe herrschen, damit jeder die Sinneseindrücke aufnehmen und sich auf die Route konzentrieren kann. Wenn der Raupenkopf wieder am Ausgangspunkt angekommen ist bleibt er stehen und alle nehmen ihre Augenbinden ab.

Jetzt werden die verschiedenen Eindrücke und Erlebnisse gesammelt und ausgetauscht. Auch Schwierigkeiten, Ängste, ... werden thematisiert.

**Varianten** Die Schuhe können auch erst ausgezogen werden nachdem jeder die Augen verbunden hat. Dies erhöht die Sensibilität, da sich keiner vor Beginn der Aktion auf die Empfindungen einstellen konnte.

Wenn jemand die Augen nicht verbunden haben möchte kann er auch die Augen schließen. Bei Ängsten während das Gehens kann er somit jederzeit die Augen öffnen.

Es kann im Vorfeld ein Seil gespannt werden, an dem die Teilnehmer mit verbundenen Augen entlanggehen. Die Bodenbeschaffenheit soll variieren und es dürfen sich keine verletzungsträchtigen Gegenstände auf dem Weg befinden. Während alle Teilnehmer am Seil entlang gehen muss Ruhe herrschen und der Spielleiter passt auf, dass alles planmäßig und ohne Gefahr für die Teilnehmer verläuft. Am Ende des Seilganges werden die Teilnehmer vom Spielleiter an der Hand genommen und an einen Platz zum Niedersetzen geführt. Dort sammeln sich alle Teilnehmer und behalten die Augen verbunden bis alle Personen den Seilgang beendet haben. Im Anschluss werden die Eindrücke und Empfindungen besprochen.

**Tipps** Wenn die Gruppe zu groß ist besteht die Gefahr, dass die Schlange auseinander reißt, da das Tempo der vorderen Personen zu schnell ist für die weiter hinten in der Raupe gehenden Personen. Für ein eindrücklicheres Erlebnis ist die Teilung in kleine Gruppen sinnvoller.

Der Untergrund muss frei sein von gefährlichen Gegenständen!

Der Leiter muss besonders auf Äste in Gesichtshöhe der Teilnehmer achten!

**Vorbereitung** Aussuchen einer Strecke mit unterschiedlicher Bodenbeschaffenheit bzw. verschiedenen Bodenarten

**Material** Augenbinden (Anzahl = Gruppengröße)

# Sinneswahrnehmung – „Bodenperspektive“

Alter ab 4  
Teilnehmerzahl beliebig  
Dauer

Die Teilnehmer legen sich alle auf den belaubten Waldboden.  
Der Spielleiter bedeckt die Teilnehmer vorsichtig mit Laubstreu. Das Gesicht wird frei gelassen, um den Ausblick aus diesem Fenster zu bewahren.  
Die Teilnehmer lernen diese Perspektive kennen und machen Erfahrungen mit und durch den Boden – z.B. sind Insekten, Wärme, Feuchtigkeit,... zu spüren.

**Varianten** Wenn mehr Zeit in dieser Perspektive zugebracht werden soll ist eine Fantasie-reise eine gute Möglichkeit, sich weiter in den Boden zu vertiefen. Dafür schließen die Teilnehmer die Augen und werden durch eine Geschichte eines Boden-lebewesens (z.B. Regenwurm, Kellerassel,...) mit in die Tiefen des Bodens genommen. Wichtig ist das Zurückholen in die Gegenwart!

**Tipps** Nur im Sommerhalbjahr – oder an trockenem Frühherbsttag (schon Laub vorhanden!). Es bietet sich unter Umständen an, jedem Teilnehmer eine Matte als Unterlage zu geben.  
Vorsicht, wenn in Verbreitungsgebiet von infizierten Zecken. Die Zeckenproblematik nicht auf die leichte Schulter nehmen!

**Vorbereitung** Waldstück mit ausreichend Laubstreu aussuchen

**Material** keines

# Sinneswahrnehmung – „Sammeln von Bodendüften“

Alter	ab 4
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	ab 30 Minuten

Im Bodenbereich gibt es verschiedene Düfte – es riecht beispielsweise nach Moder, Pilzen, Moos, feucht,...

Die Teilnehmer gehen auf die Suche nach verschiedenen Düften, indem sie sich im Bodenbereich von ihrer Nase leiten lassen. In Gruppen werden die Düfte gesammelt und ausführlich entdeckt (Sinneseindrücke und Gedanken können auch aufgeschrieben werden). Jede Gruppe sollte sich merken in welchem Umfeld sie den Duft entdeckt haben.

Nach dem Suchen und Entdecken werden in der Gesamtgruppe die einzelnen Düfte „präsentiert“ – d.h. jeder Teilnehmer darf die Düfte erschnuppern. Nach jedem Duft sagt die Gruppe, die den Duft gefunden hat ihre Eindrücke dazu und wo er gefunden wurde. Ganz automatisch kommen auch Kommentare der anderen Teilnehmer.

Auf diese Art kann der Boden in einer neuen Dimension entdeckt werden – eine Abrundung des Themas. Durch diesen Zugang können auch die Zusammenhänge des Systems Boden verdeutlicht werden.

Varianten

Tipps

Vorbereitung nicht notwendig

Material nicht notwendig

# Sinneswahrnehmung – „Spiegelgang“

Alter	ab 6
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	15 – 30 Minuten

Jeder Teilnehmer erhält einen Spiegel (Arbeit in Paaren möglich, dann ein Spiegel pro Paar).

Der Spiegel wird so an die Stirn gehalten, dass der Boden für die Person sichtbar ist, um so das Augenmerk auf den Boden zu richten. Dann bewegt sich jeder frei durch das Gelände und sammelt möglichst viele Eindrücke des Bodens. Diese Perspektive ist für manche Menschen sehr ungewohnt.

Bei Paararbeit hat einer der Partner den Spiegel und konzentriert sich ganz auf die Perspektiven, der andere führt seinen Partner durch das Gelände. Dabei ist eine sichere Führung sehr wichtig – der zu Führende muss sich auf seinen Partner verlassen können.

Um die Perspektive der am/im Boden lebenden Tiere kennen zu lernen (Blick von unten nach oben), hält sich jeder den Spiegel auf die Nase unter die Augen.

Diese Übung kann auch zu Beginn durchgeführt werden, ehe die Konzentration auf den Boden gelenkt wird. Dies ist v.a. dann sinnvoll, wenn die Übung als Hinführung zum Thema Boden verwendet wird.

Varianten	Mit dem Spiegel verschiedene Positionen (Hocke, auf Bauch legen, auf den Rücken legen,...) einnehmen und sich dabei - wenn möglich - fortbewegen, um unterschiedliche Perspektiven zu bekommen.
-----------	---

Tipps

Vorbereitung	Bereich mit vielseitigem Boden aussuchen (verschiedene Streu, Farben, Bewuchs,...) – ideal in Waldgebiet
--------------	--

Material	Spiegel (so viele wie Teilnehmer oder halb so viel zum Arbeiten in Paaren)
----------	--

# Wissen – „Bodenleiter“

Alter	Auswertung & Erklärungen ab Klasse 6
Teilnehmerzahl	verschieden (Arbeit in Kleingruppen)
Dauer	30-60 Minuten

Die Teilnehmer arbeiten in Gruppen zu 4-6 Teilnehmer.

Alle Gruppen suchen sich einen Platz im Wald. Jede Gruppe legt mit Totholz eine Leiter mit vier Feldern auf den Boden (Quadrate von etwa 50cm Seitenlänge).

Innerhalb der Felder geht jede Gruppe folgendermaßen vor:

1. Feld: es wird nichts entfernt (Vergleichsfläche)
2. Feld: alle ganzen, unzersetzten Blätter/Nadeln, Zweige und Bodenpflanzen werden entfernt
3. Feld: alles, noch als Blatt-/Nadelstreu erkennbares Material wird entfernt
4. Feld: die gesamte Humusschicht wird bis zum oberen Mineralboden entfernt

Jede Gruppe misst die jeweilige Höhe der Schichten („Horizonte“) und dokumentiert diese.

Die Gruppe sammelt während der Arbeit an den einzelnen Feldern die unterschiedlichen Zersetzungsstadien der Blätter. Die verschiedenen Farben und Zersetzungsstadien werden verglichen und in der Reihenfolge „unzersetzt“ bis „weitgehend zersetzt“ auf ein Blatt Papier aufgeklebt. Dabei wird nach den verschiedenen Baumarten unterschieden. Fehlende Stadien können zeichnerisch ergänzt werden.

Die Reihen können entweder parallel zu der Räumung der Leiterfächer gelegt werden oder erst im Anschluss als Arbeitsauftrag gegeben werden.

Die Ergebnisse der einzelnen Gruppen werden nach Beendigung der Arbeit in der Großgruppe vorgestellt und diskutiert.

Varianten

Tipps	Einleitung: „Im Herbst lassen die Laubbäume ihre Blätter fallen. Wenn in einem Laubwald das Laub pro Jahr als 10 cm dicke Schicht zu Boden fällt, dann ist das Laub in 10 Jahren 1 Meter hoch – stimmt das? Nein!? Warum?!“
-------	---

Vorbereitung

Material	Bestimmungstabellen der unterschiedlichen Zersetzungsstadien der Laubstreu
----------	--



# Wissen – „Bodenuntersuchung für Kinder und Familien – Heranführen“

Alter ab 6  
Teilnehmerzahl  
Dauer

Anhand von Anleitungen erforschen die Kinder/Familien den (Wald-)Boden:

## 1. Heranführen an die Thematik

Erfahren der Materie mit verschiedenen Sinnen (Anleitung durch Referent)

Vorgehensweise: 1. Laub zur Seite schieben – Erde in die Hand nehmen

2. Genaue Betrachtung und auf Lebewesen achten

3. Daran riechen

4. Erde zwischen den Fingern zerreiben

→ Erfahrungen in der Gruppe besprechen; Teilnehmer berichten; Referent führt Antworten zusammen und räumt eventuelle Berührungängste aus.

## 2. Forschen anhand eines Forscherprotokolls

Jeder Teilnehmer oder jede Gruppe sucht sich eine Stelle, an der sie die Bodenuntersuchung durchführen möchte. Dort wird anhand des Arbeitsblattes „Forschungsprotokoll“ der Boden untersucht.

Im Anschluss werden die Ergebnisse in der gesamten Gruppe vorgestellt und besprochen.

Varianten Im Anschluss kann ein Forschungsprotokoll angefertigt werden – Gedankenstütze und Material zum mit nach Hause nehmen

Tipps Jeden der möchte zu Wort kommen lassen  
Berührungängste ernst nehmen und darauf eingehen

Vorbereitung evtl. Forschungsprotokolle kopieren

Material evtl. Forschungsprotokolle kopieren

# Wissen – „Nachbau von Wurzelsystemen“

Alter

Teilnehmerzahl

Dauer

Die Wurzelteller beim Spaziergang geben erste Einblicke in die unterschiedlichen Baupläne von Baumwurzeln. Die Wurzeln unserer heimischen Baumarten haben unterschiedliche Grundbaupläne, die die Teilnehmer nachbauen sollen (beim Spaziergang sind alle drei Systeme angesprochen und gezeigt worden).

Die Teilnehmer arbeiten in drei Gruppen – und zwar folgendermaßen:

Aus Totholz in unterschiedlichen Dimensionen baut jede Gruppe eines der drei typischen Wurzel-Grundbaupläne nach.

Bei der Besprechung sollte die Diskussion auf die Aufgaben der Wurzeln kommen. Die Verankerung ist anzusprechen. Dabei ist es nahe liegend im Gegensatz zu den Baumwurzeln Wurzeln von krautigen Pflanzen vorzustellen und zu vergleichen.

Es sollen Überlegungen angestellt werden, welche Zusammenhänge zwischen den Wurzeln und dem Boden bestehen.

Varianten

Tipps

**Vorbereitung** Bei einem vorherigen Spaziergang den TeilnehmerInnen verschiedene Wurzelteller – mit den drei Grundwurzelsystemen – von einheimischen Bäumen zeigen.

**Material** Totholz in unterschiedlichen Dimensionen – sollte in jedem Wald in Erreichbarkeit in ausreichendem Maße vorhanden sein

# Wissen – „Ökologisches Netz“

Alter	ab 6
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	ab 30 Minuten

Es wird ein Kreis gebildet. Jeder Teilnehmer bekommt eine Karte (Bild oder Text oder beides), die er für jeden sichtbar an sich befestigt. Jeder repräsentiert sein Lebewesen bzw. seinen Begriff.

Der Spielleiter beginnt (z.B. als Baum) eine Beziehung zu einem Mitspieler aufzuzeigen (allen Mitspielern erklären), indem er die Verbindung mit einer Schnur demonstriert.

Der Knäuel wird immer weitergegeben, wenn neue Bezüge gefunden werden. Vor allem Derjenige, der den Knäuel in Händen hält sucht nach Verbindungen und teilt seine Gedanken den Mitspielern mit. Anknüpfungspunkte können Nahrungsbeziehungen, Wohnraum, Nützlichkeit,... sein.

So werden nach und nach alle Spieler in das Netz mit eingebunden – es werden die vielfältigen Verknüpfungen in der Natur herausgearbeitet.

Es kann noch weitergedacht werden: Was hat das Aussterben von Arten/ Verschwinden von Lebensgrundlagen bzw. schon das Zurückgehen für das ganze Ökosystem (alle Verknüpfungen) für Auswirkungen?

Was für Auswirkungen hat die starke Vermehrung von Arten/ Überangebot an Lebensgrundlagen?

Zurückgehen von Arten: Spieler geht zwei Schritte in den Kreis – das hat auch Auswirkungen auf die Verbindungen – sie müssen sich den neuen Verhältnissen anpassen.

Das Aussterben einer Art: Loslassen der Verbindung (Schnur muss wieder gestrafft werden und führt somit zu Veränderungen innerhalb des Netzes)

Vermehrung: Spieler geht 2 Schritte nach außen – das hat auch Auswirkungen auf die Verbindungen, sie müssen nachgeben d.h. nach innen gehen. Somit wird deutlich, dass es dann z.B. von dieser Art geringere Individuenzahl gibt, da diese ja dann als zusätzliche Nahrung benötigt wird.

Wichtig: die Schnur muss auch bei Veränderungen immer gespannt sein!!!

**Varianten**           Begriffe können auf Kreppband geschrieben und jedem TN angeklebt werden  
Übertragung auf alle Lebensräume möglich  
Ausdehnung des Spiels auf das gesamte Ökosystem ist möglich.

**Tipps**               Hilfestellung beim Verbindungen-Knüpfen (durch Spielleiter oder andere Mitspieler) damit es für die Mitspieler nicht langweilig wird  
Spielleiter sollte vorher das Netz gedanklich durchspielen.  
Immer darauf achten, dass die Schnur gespannt ist

**Vorbereitung**

**Material**           Karten mit Bodenlebewesen (oder Karten mit Mitgliedern eines anderen Ökosystems), Wäscheklammern zum Befestigen der Karten (Anzahl = Gruppengröße)  
Schnur (geschickt sind mehrere Schnüre, die mit Karabiner miteinander verbunden werden können, da so je nach Gruppengröße variiert werden kann)

# Wissen – „Waldbodenfenster“

Alter

Teilnehmerzahl

Dauer

Die Teilnehmer arbeiten in Gruppen von 4-6 Personen. Jede Gruppe erhält das unten aufgeführte Material und sucht sich einen Arbeitsplatz im Wald.

Durch Auslegen des Bodenfensters definiert jede Gruppe den Ort, an dem sie arbeitet. Alle sammeln viele, möglichst verschiedene Bodentiere. Dafür wird der Waldboden vorsichtig durchsucht – v.a. die Laub-/Nadelschicht und Humusschicht wird dabei untersucht. Erst gegen Ende der Untersuchungen sollte die Gruppe in den tieferen Boden vordringen.

Mit Hilfe der Federstahlpinzette und dem Insektenstaubsauger werden die Bodenlebewesen gesammelt und können dann in der Becherlupe näher betrachtet werden. Zum Sammeln können sie auch in die Petrischale gegeben werden.

Mit Hilfe der Bestimmungstabellen können die Tiere in Gruppen zusammengefasst werden. Teilweise können die Tiere auch mit Hilfe der Bestimmungsliteratur genau bestimmt werden. Allerdings ist es nicht oberstes Ziel jedes Tier genau zu bestimmen – viele Tiere können nur unter dem Mikroskop eindeutig bestimmt werden. Viel wichtiger ist die Zuordnung der Tiere zur entsprechenden Gruppe, was durch genaue Beobachtung erfolgen kann.

Jedes Gruppenmitglied sucht sich ein Tier aus, das er/sie dann im Abschlussplenum vorstellt – Aussehen, Auffälligkeiten, ... und der Name, wenn die Bestimmung erfolgreich war. Bei jüngeren Teilnehmern kann sich auch jeder einen Phantasienamen ausdenken, der das Tier charakterisiert.

Wenn Mikroskope zur Verfügung stehen können die Tiere auch mit in den Raum genommen werden und einzelne davon genauer angeschaut werden.

**Hinweise** Die Bodentiere sind sehr lichtempfindlich. Sie werden bei längerem Aufenthalt im Tageslicht nicht überleben. Den Teilnehmern sollte dies durchaus bewusst gemacht werden – zu Forschungszwecken ist diese Arbeit jedoch notwendig und den Teilnehmern so zu vermitteln.

**Tipps** Vor allem bei jüngeren Teilnehmern sollte Jeder/Jede sich ein oder zwei Tiere vornehmen und diese genau beobachten. Im Anschluss werden die Tiere gemalt – so können die Beobachtungen festgehalten werden.

**Vorbereitung** Jede Gruppe muss mit vollständigen Material ausgestattet werden

**Material (pro Gruppe)** Schwarze Folie mit Loch (Bodenfenster) zur Abgrenzung eines Fensters (oder Begrenzung mit Plastiksäcken), Becherlupe, Insektenstaubsauger, Federstahlpinzette, Petrischalen mit Deckel, Bestimmungsschlüssel / Bestimmungsliteratur für Bodentiere, Papier und Zeichenutensilien

# Wissen – „Zersetzungsreihe von Blättern und Nadeln“

Alter

Teilnehmerzahl

Dauer

Aufteilung der Großgruppe in Arbeitsgruppen von maximal 6 Personen.

Jede Gruppe macht sich als Forscherteam auf die Suche nach Blättern und Nadeln, die unterschiedlich in Zersetzungsgrad und ggfs. Farbe sind.

Die Blätter/Nadeln werden nach Baumarten getrennt. Für jede Baumart stellen die Teilnehmer eine Reihenfolge der Blätter von „unzersetzt“ bis „weitgehend zersetzt“. Nach Überprüfung der Reihe wird sie aufs Papier aufgeklebt.

**Varianten**            gute Kombination dieser Aufgabe mit der Anlage einer Bodenleiter bzw. im Anschluss an diese Aktivität

**Tipps**                Bei älteren Teilnehmer kann die Aufgabe als Kombination zur Bodenleiter gestellt werden

**Vorbereitung**

**Material**            Weißes Papier (mindestens 1 Blatt pro Arbeitsgruppe – evtl. pro Person ein Blatt, damit jeder Teilnehmer ein Exemplar mit nach Hause nehmen kann)  
Zusatzblatt – der Zersetzungsreislauf

# Wissen – „Anlage eines Bodenaufschlusses / Bodenprofils im Wald“

Alter	ab 14 Jahren
Teilnehmerzahl	
Dauer	je nach dem

Unter einem Bodenaufschluss (=Bodenprofil) verstehen wir eine an vorher festgelegter Stelle und in bestimmter Weise gegrabene „Grube“, der uns den Boden genauer betrachten lässt. Ein Bodenaufschluss macht es möglich, die einzelnen Schichtungen des Bodens zu erfassen und bestimmte Einflüsse zu untersuchen.

Bei der Anlage eines Profils ist zu beachten:

- Die Stirnseite des Profils wird etwa 70cm von einem Baumstamm oder einem nicht zu alten Wurzelstock (→ Einschätzung der Bewurzelung und Wurzelentwicklung) angelegt.
- Die Wand an der Stirnseite muss am Ende senkrecht sein und soll möglichst nicht sonnenexponiert angelegt werden.
- Die Grube ist im Idealfall etwa 80cm breit.
- Die Länge der Grube ist beliebig und wird beim Ausgraben festgelegt, je nachdem wie viel Bewegungsmöglichkeiten die Aushubarbeiten erfordern.
- Um die gesamte Bodenmächtigkeit zu zeigen, sollte die Grube möglichst bis zum anstehenden Gesteinsgrund (Felsen) tief gegraben werden. Für einfache Bodenarten-Ansprache und Horizontierung ist das nicht zwingend erforderlich. Die Tiefe ist immer den Ansprüchen anzupassen.
- Die Grubensohle soll bis zum Einstieg ansteigen (Tiere müssen selbständig wieder aus der Grube kommen) – der Einstieg wird gegenüber der Stirnseite angelegt.
- Der Aushub wird rechts und links von der Grube ausgeworfen.
- Die Bodenvegetation und die Humusauflage über der Stirnwand soll unbeschädigt bleiben

Das Bodenprofil soll in etwa so aussehen:

Varianten

Tipps	Sehr arbeitsintensive und anstrengende Tätigkeit (für Mädels nur begrenzt angemessen)
Vorbereitung	Festlegen von Standorten, wo das/die Profil(e) angelegt werden sollen
Material	Pro Arbeitsgruppe: Werkzeug zum Graben (Schaufel, Spaten, Pickel,...)

# Wissen – „Bestimmung der Humusform“

Alter ab 14 Jahren

Teilnehmerzahl

Dauer

Humusform = Ausdruck der momentanen biologischen Umsetzungen im Boden

Wesentliche Merkmale der Humusbestimmung ist der Aufbau aus Horizonten (=Schichten).

Zur Bestimmung der Humusform wird an einer für den Standort typischen und unbeeinflussten Stelle die organische Deckschicht möglichst zusammen mit einem Stück Mineralboden als Würfel ausgestochen (Spachtel oder Messer benutzen). Von oben nach unten werden folgende Lagen unterschieden:

- 1. Streu-Lage** (Symbol „L“ von dem englischen Begriff „litter“ = Streu)  
Diese Lage zeichnet sich durch noch unveränderte Pflanzenabfälle, Laub und Nadeln aus
- 2. Moder-Lage** (Symbol „Of“ von Fermentation)  
Die Pflanzensubstanz befindet sich in Zersetzung, wobei die pflanzliche Struktur noch in Resten erkennbar ist
- 3. Humusstoff-Lage** (Symbol „Oh“)  
Die organischen Reste sind fein pulverig verteilt, wobei die pflanzliche Struktur nicht mehr zu erkennen ist. Diese Schicht ist auf dichten, lange feucht bleibenden Mineralbodenoberflächen am ausgeprägtesten. Die Humusstoff -Lage ist oft in den Mineralboden eingeschlämmt

Die Humusformen lassen sich am schnellsten erfassen, wenn man von der organischen Deckschicht ausgeht. Folgende Humusformen sind zu unterscheiden:

**Mull** (Horizontfolge: L-Ah oder L-Of-Ah)

Über dem Mineralboden ist nur eine Streuschicht vorhanden.

Günstige Humusform über einem nährstoffreichen, biotisch aktiven Boden. Vegetationsrückstände werden rasch zersetzt, humifiziert und von der Bodenfauna oder durch Bodenbearbeitung mit dem Mineralkörper vermischt.

**Mullartiger Moder** (Horizontfolge: L-Of-(Oh-)Ah)

Neben der Streu- und Moderlage ist eine lockere, dünne (2-5mm), filmartige Oh-Lage mit undeutlicher Grenze zum Ah-Horizont sichtbar.

**Moder** (Horizontfolge: L-Of-Oh-Ah)

Neben der Streuschicht ist eine deutliche, meist 1-3cm mächtige Fermentationsschicht vorhanden. Ebenfalls vorhanden ist eine dünne lockere Humusstoffschicht, die pulverig, kaffeesatzartig (>0,5 cm) ausgebildet ist.

Der Übergang zum Mineralboden ist oft unscharf. Der Ah-Horizont ist gewöhnlich geringmächtig und dunkel, bei sandigen Bodenarten treten einzelne blanke Quarzkörner auf.

**Rohhumusartiger Moder** (Horizontfolge: L-Of-Oh-Aeh)

L-, Of- und Oh\_Lage sind deutlich ausgebildet; die Lagen weisen scharfe Übergänge auf. Die Oh-Lage ist mächtiger und dichter als die des Moders, lässt sich jedoch nicht scharfkantig brechen. Der Übergang zum Mineralboden ist scharf.

**Rohhumus** (Horizontfolge: L-Of-Oh-Ahe)

Häufig ist die Bodenaufgabe größer als 5 cm. In der typischen Form ist die Of und Oh-Lage gleich stark. Die Oh-Lage ist stückig brechbar, die Bruchflächen passen aufeinander, die Grenzen sind scharf. Durch Humuseinschlammung wird unter der Oh-Lage häufig ein unbelebter Ahe-Horizont ausgebildet.

Varianten

Tipps Es ist ausreichend, die Haupthumusformen zu unterscheiden. Pragmatisches Vorgehen ist am sinnvollsten.

Vorbereitung	Bestimmungsblatt für Feldübungen ausreichend kopieren
Material	Spachtel oder Taschenmesser, Bestimmungsblatt für die Humusformen in ausreichender Anzahl



# Wissen – „Untersuchung eines Bodenprofils“

Alter ab 14 Jahren  
Teilnehmerzahl  
Dauer

Ein Bodenaufschluss bietet die Möglichkeit, den gesamten Bodenquerschnitt genauer zu untersuchen. Folgende Vorgehensweise wird vorgeschlagen:

1. Gewinnung eines Gesamteindrucks  
→ gesamte Bodenmächtigkeit (Anlegen eines Zollstockes), Wasser in der Grube?, besondere Auffälligkeiten
2. Unterscheidung von einzelnen Horizonten im Gesamtprofil  
→ mit kleinen Stöckchen (kleine Aststücke) wird das Profil in einzelne farblich und/oder durch andere Kriterien unterschiedlich zu charakterisierende Abschnitte (Horizonte) eingeteilt
3. Jetzt folgt die Ansprache jedes einzelnen Horizontes. Zur Dokumentation wird das Arbeitsblatt „Schematisches Bodenprofil“ verwendet. Es erfolgt:
  - Bestimmung der Humusaufgabe anhand des Bestimmungsblattes
  - Bestimmung der Bodenart. Dafür wird nach dem Arbeitsblatt „Bestimmung der Bodenarten“ verwendet. Es wird für jeden Horizont die Bodenart einzeln bestimmt.
  - Einschätzung der Bewurzelung (sind Wurzeln vorhanden – Welche Arten (Hauptwurzeln, Seitenwurzeln, Feinwurzelmaterial...)) Werden die Wurzeln durch Steine, Bodendichte,... beeinträchtigt? ... Auffälligkeiten gehören ins Protokoll ...
  - Beschreibung der Horizonte. Angesprochen werden alle Auffälligkeiten v.a. Farbe, Farbveränderungen, (evtl. Gründe für Veränderungen), Korngrößen-merkmale,...
  - Im Aufnahme-feld „Skizze“ kann eine Darstellung des Abschnittes skizziert werden, wobei besondere Merkmale herausgestellt werden
4. Bei Vorbildung der Teilnehmer oder vorherige Besprechung von Bodentypen kann aufgrund der Erkenntnisse ein Bodentyp festgelegt werden.  
Diese Zuordnung ist nicht zwingend notwendig – sie stellt lediglich eine Einordnung in ein bestehendes System dar.

Wichtiger ist es, aus den durch die Horizontuntersuchung gewonnenen Erkenntnissen, Schlüsse auf die Bodenverhältnisse und das Baumwachstum zu ziehen. Dies erfolgt durch die Zusammenführung aller Beobachtungen am Profil.

Varianten

Tipps Grundlage der Vorgehensweise anhand des Arbeitsblattes „Schematisches Bodenprofil“  
Ehe die Teilnehmer selbständig ein Profil bearbeiten sollte exemplarisch ein Bodenaufschluss gemeinsam besprochen werden.  
Bei weniger Zeitinanspruchnahme eine gemeinsame detaillierte Profilbesprechung unter Einbeziehen aller Teilnehmer. Die Ergebnisse sollten dann von den Teilnehmern mitprotokolliert werden – evtl. kann dann im Nachgang noch die eine oder andere Thematik vertieft behandelt werden.

Vorbereitung

Material Kopien der Arbeitsblätter/Bestimmungsblätter → Schematisches Bodenprofil, Bestimmung der Bodenarten, Humusbestimmung  
Messer bzw. Spachtel (bei Gruppenarbeit genügt eine pro Gruppe)

# Wissen – „Versuch Boden als Filter“

Alter ab 8 Jahren  
Teilnehmerzahl  
Dauer

Als Vorarbeit müssen die Flaschen präpariert werden. Dazu wird mit Messer oder Säge der Flaschenboden abgetrennt (auf gefahrlose Schnittkanten achten) und in den Deckel ein Loch gebohrt. Jetzt wird in eine Flasche Sand gefüllt – die zweite wird mit Waldboden/Gartenboden befüllt.

Die Flaschen werden in das Glas gestellt und evtl. fixiert, damit sie stehen bleiben.

In jede Flasche wird kalter Kaffee eingefüllt.

Es tropft in das jeweilige Glas – und siehe da... Im Glas unter der Flasche mit Boden tropft der Kaffee fast klar in das Glas. Der Boden filtert also den Kaffee.

Im Glas unter der Flasche mit Sand ist der Kaffee in seiner ursprünglichen Farbe angekommen.

Varianten

Tipps Arbeiten in Arbeitsgruppen  
Das Abtrennen der Flaschenböden und Einstechen der Löcher in die Deckel sollten Erwachsene übernehmen

Vorbereitung

Material Je Gruppe wird benötigt:  
2 Plastikflaschen  
Messer/Säge  
2 größere Gläser  
Sand und Wald/Gartenboden  
kalter Kaffee

# Wissen – „Versuch Boden und Pflanzen“

Alter

Teilnehmerzahl

Dauer

Jede Gruppe sticht mit dem Spaten ein Stück Rasen aus und setzt es mitsamt dem Wurzelballen in eine der Schüsseln.

Aus einem Beet (Waldboden) ohne Bewuchs wird ein gleichgroßes Stück abgestochen und in die zweite Schüssel gesetzt.

Mit der Gießkanne wird über beiden Bodenstücken jeweils gleich viel Wasser „ausgeregnet“.

Jede Gruppe beobachtet den Versuchsverlauf und die Ergebnisse. In Anschluss werden Erklärungsversuche in der Gruppe erarbeitet.

Die Beobachtungen werden in der großen Gruppe gesammelt und die Ergebnisse werden besprochen.

(Beobachtung: Das Stück Boden mit Rasen bleibt am Stück. Das Erdstück ohne Pflanzen mit Wurzelmasse fällt auseinander.)

(Erklärung: Bodenbewuchs schützt den Boden vor Regen und Wind und somit vor Bodenabtrag. Die Pflanzenwurzeln stabilisieren den Boden, die Blätter fangen den Regen auf und geben ihn nach und nach an den Boden ab. Das Wasser kann langsam versickern. In Bergregionen kann durch Abholzung von Wald am Hang bei starken Niederschlägen der Hang abrutschen. Wald in diesen Regionen ist ein wirksamer Schutz gegen Schlammlawinen (und im Winter auch gegen Schneelawinen)).

Varianten

Tipps                    Den Gruppen Räume vorgeben, wo sie Bodenmaterial entnehmen können. Oder genau definieren, wo nichts entnommen werden darf.

Vorbereitung        ein Ort mit Rasen von dem Stücke abgestochen werden dürfen

Material              pro Gruppe: 1 Spaten, 2 größere Schüsseln, 1 Gießkanne mit Brauseaufsatz, Wasser

# Wissen – „Versuch Bodenerosion“

Alter ab 8 Jahren  
Teilnehmerzahl beliebig  
Dauer

## Vorbereitung des Versuchs:

An der schmaleren Seite einer Obststeige eine Aussparung bis auf den Kistenboden durchbrechen und die Obststeige mit Plastikfolie auslegen (an der Aussparung die Folie als Trichter auslaufen lassen). Mit der zweiten Steige ebenso verfahren.

Die erste Obststeige mit blanker Erde befüllen.

Die zweite Obststeige mit (zusammenhängendem) Waldboden inklusive Bewuchs befüllen – dazu gehören Bodenpflanzen, kleine Bäumchen, Moos, Laubstreu,...

## Ablauf des Versuchs:

Beide Obststiegen werden in einem Winkel von etwa 45° so aufgestellt, dass darunter ein Messbecher gestellt werden kann (erhöhter Versuchsaufbau). Die Aussparung in der Steige (Trichter) muss sich am unteren Ende befinden, darunter wird ein Messbecher platziert. Zwischen Trichter und Messbecher wird ein Küchensieb fixiert oder gehalten.

Nacheinander wird in jede Steige von oben her 2 Liter Wasser eingefüllt. Unten wird es in den Bechern aufgefangen.

## Was kann beobachtet werden?

- Im Waldboden wird der Großteil des Wassers gespeichert. Der Teil des Wassers, der zeitverzögert im Becher aufgefangen wird, ist sichtbar klarer.
- Der blanke Boden ohne Bewuchs unterliegt der Erosion – im Sieb findet sich Bodenmaterial. Fast die gesamte Wassermenge, die auf den Boden gegeben wurde, läuft schnell in den Becher. Das Wasser ist stark verschmutzt.

Varianten

Tipps Arbeit in Kleingruppen ist effektiv – die Ergebnisse werden gemeinsam in der Großgruppe besprochen und Hintergründe gemeinsam erarbeitet.

Vorbereitung

Material pro Arbeitsgruppe wird benötigt:  
Wasser, 3 Becher, 2 Siebe, 2 Obststiegen, Plastikfolie, Erde und gewachsener Waldboden

# Wissen – „Versuch Bodenverdichtung“

Alter	ab 10 Jahren
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	

## Vorbereitung des Versuchs:

Zwei gleich große Konservendosen werden so vorbereitet, dass sie auf beiden Seiten geöffnet sind und keine scharfen Schnittkanten mehr besitzen (entsprechenden Dosenöffner verwenden). Anschließend wird auf halber Höhe der Dosen eine Markierung angebracht.

## Arbeitsschritte des Versuches vor Ort:

Nacheinander wird ein Standort mit sehr lockerem und einer mit stark verdichtetem Boden aufgesucht. Entweder erhalten die Teilnehmer eine Karte, auf der die zu untersuchenden Stellen markiert sind oder ein ortskundiger Betreuer/Verantwortlicher geht als Begleitung mit.

An beiden Standorten wird folgendermaßen vorgegangen:

In einem ersten Schritt wird die Humusschicht (alte Blätter und die Umsetzungsprodukte (dunkelbraun-schwarz gefärbte Substanz)) entfernt.

Eine Konservendose wird aufgesetzt und das Brett darüber gelegt. Mit dem Hammer wird die Dose so in den Boden geschlagen. Die Dose wird zusammen mit der Bodenprobe herausgezogen.

Jetzt wird 500ml Wasser auf die Bodenprobe gegossen und dabei die Zeitdauer gestoppt bis das Wasser versickert. Dieser Arbeitsschritt kann auch im Bildungszentrum bzw. im Raum durchgeführt werden. Wenn das vorgegeben wird, muss kein Wasser mit ins Gelände genommen werden.

Die Versuche und Ergebnisse werden protokolliert und in eine Form gebracht, in der sie vorgestellt werden können.

Varianten	Arbeit in Kleingruppen ist effektiver – Besprechung der Beobachtungen und Erarbeiten der Inhalte in der gesamten Gruppe
-----------	---

## Tipps

Vorbereitung	Auswahl von geeigneten Standorten – unmittelbare Nähe von sehr lockerem (Waldboden) und stark verdichtetem Boden (Rückegasse im Wald)
--------------	---

Material	Konservendosen (nicht zu kleine!), Dosenöffner (darf keine scharfen Schnittkanten verursachen), Hammer, Brett, Stoppuhr (Uhr mit Sekundenzeiger)
----------	--

# Wissen – „Sandkörner genau beobachten“

Alter ab 6 Jahre  
Teilnehmerzahl beliebig  
Dauer

In der flachen Schale wird der Sand (Sandboden) gewaschen. Dazu wird Sand und Wasser in die Schale gegeben und wie beim Goldwaschen die Schale hin und her bewegt. Das verunreinigte Wasser wird weggeschüttet. Evtl. muss immer wieder Wasser nachgegossen werden.

Wenn sich der Sand am Boden absetzt ist die Vorarbeit geleistet.

Jetzt können die Sandkörner mit der Lupe (mehr sieht man im Binokular) betrachtet werden.

Wie sehen sie aus? Was fällt auf?

(Ergebnisse: Es zeigen sich kleine Steinchen in unterschiedlicher Größe. Kein Steinchen gleicht dem anderen. Manche sind kantig, andere sind rund und glatt wie Kieselsteine.)

(Erklärung: Sand ist zermahlendes Gestein und kommt aus Gebirgen, Flüssen, Meeren und Wüsten. Meist hat Sand einen langen Weg hinter sich und ist Millionen Jahre alt.

Die einzelnen Sandkörner sind kleine Steinchen. Aus Rundung und Gestalt eines Sandkorns können wir etwas über seine Herkunft erfahren. Runde Sandkörner sind meist sehr alt. Wind und Wasser haben sie durch gegeneinander schlagen abgeschliffen und weit verbreitet.

Bei großen Sandablagerungen kann unter Einwirkung von Druck, Wärme und Zeit Sandstein entstehen. Dieser kann durch Verwitterung wieder in einzelne Sandkörner zerlegt werden.)

Varianten Arbeit in Kleingruppen ist meist effektiver – Besprechung dann in der Großgruppe

Tipps Jeden seine Beobachtungen mitteilen lassen

Vorbereitung Einteilung der Gruppe in Arbeitsgruppen

Material Pro Gruppe: Sand (Sandboden), flache Schale, Lupe (Binokular), Wasser

# Spiele – „Alle Regenwürmer sind im Boden“

Alter	ab 4 Jahre
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	variabel

Abgewandelte Form des Spieles „Alle Vögel fliegen hoch“

Alle TN bilden einen Kreis und lassen die Arme baumeln. Der Spielleiter ruft „Alle Regenwürmer sind im Boden“ und nennt dabei zuerst einige Bodentiere, die nicht im Boden leben. Es können verschiedene Bodentiere genannt werden – auch welche, die nur teilweise im Boden leben oder ihren Rückzugsbereich dort anlegen.

z.B. Regenwurm, Kellerassel, Springschwanz, Milbe, Ameise, Fuchs, Dachs, Maulwurf, Mäuse, ...  
Bei den Tieren, die im Boden leben, gehen die Spieler mit ihren Armen nach oben.

Die Nennung der Begriffe sollte schnell gehen, damit nicht lange überlegt werden kann und es lustiger wird.

Varianten

Tipps

Vorbereitung

Material            keines

# Spiele – „Bodenfangspiel“

Alter ab 6 Jahre  
Teilnehmerzahl beliebig  
Dauer

Das Spiel beginnt mit einem Fänger (z.B. Laubblatt). Wer vom Fänger gefangen wird, wird ebenfalls zum Fänger. Möchte man nicht gefangen werden, ruft man rechtzeitig den Namen eines Lebewesens, dessen Lebensraum der Boden ist (z.B. Regenwurm, Spinne, Pilz, ...) und das mit dem Bodenleben zu tun hat. Allerdings heißt es dann still stehen bleiben, bis ein noch nicht gefangener Mitspieler kommt und durch Berühren den Mitspieler wieder im System Boden mobil sein lässt.

Das Spiel soll die Zersetzung der Bodenstreu durch verschiedene Lebewesen spielerisch verdeutlichen.

Varianten

Tipps

Vorbereitung

Material Freie Fläche zum Rennen



# Spiele – „Eidechsenpiel“

Alter ab 4 Jahre  
Teilnehmerzahl beliebig  
Dauer

Erklären, dass es Tiere gibt, die ihre Körpertemperatur an die Außentemperatur anpassen. Der Mensch versucht, immer eine Körpertemperatur von etwa 37°C zu halten. Die Tiere, die ihre Temperatur den äußeren Temperaturverhältnissen anpassen heißen wechselwarme Tiere (z.B. Kröte, Frosch, Eidechse, Ringelnatter, viele Insekten,...). Das Blut dieser Tiere ist im Winter kalt, sie bewegen sich nicht sondern halten an einem geschützten Ort „Winterstarre“. Wenn es wärmer wird – also Frühling – beginnen sie ihre Aktivitäten.

Die Jahreszeiten bestimmen bei diesen Tieren wie schnell sie sich bewegen.

Spielverlauf:

Die Mitspieler stellen sich alle in einen Kreis. Ein Spieler spielt die Sonne und steht in der Mitte. Er bestimmt die Jahreszeiten durch Rufen von „Frühling“, „Sommer“, „Herbst“ und „Winter“, während sich die Mitspieler immer um ihn (die Sonne) in der entsprechenden Geschwindigkeit bewegen. Dabei heißt „Frühling“ und „Herbst“ gehen, „Sommer“ rennen und „Winter“ bedeutet sofort stehen bleiben.

Die Sonne darf die Jahreszeiten durcheinander ansagen – damit es nicht langweilig wird und jeder weiß was als nächstes kommt!

Varianten

Tipps Ein gutes Spiel zum Aufwärmen und zum Austoben (z.B. nach Konzentrationsphasen)  
Deutlich machen, dass im Winter die Bodenaktivität gering ist – wenn nach Bodentieren gesucht wird, findet man an sonnigen (warmen) Stellen viel Bodenaktivität vor.

Vorbereitung

Material Fläche zum Rennen ohne Gefahrenquellen

# Spiele – „Eulen und Krähen“

Alter	ab 6 Jahre
Teilnehmerzahl	
Dauer	5 – 15 Minuten

Dieses Spiel ist ein spielerischer Wissenstest, der vermitteltes Wissen abfragt und dabei viel Bewegung bietet.

Auf einem ausreichend großen Spielfeld wird eine Mittellinie markiert und jeweils auf der gegenüberliegenden Seite werden Grenzen einer „Sicherheitszone“ festgelegt.

Die Teilnehmer teilen sich in zwei gleich große Gruppen und stellen sich an der Mittellinie einander gegenüber. Eine Mannschaft ist die Gruppe der „Eulen“, die zweite ist die Gruppe der „Krähen“.

Der Spielleiter macht eine Aussage, die richtig/wahr oder falsch sein kann. Wenn die Aussage wahr ist, versuchen die „Eulen“ die „Krähen“ zu fangen – ist sie falsch, fangen die „Krähen“ die „Eulen“. Wer ehe er gefangen wird in seiner Sicherheitszone ankommt, ist gerettet. Vorher gefangene Vögel kommen zur anderen Vogelart.

Die Aussagen können vorher vermitteltes Wissen abfragen oder als „Laufspiel ohne besonderen Hintergrund“ gespielt werden. Im zweiten Fall können Aussagen über Allgemeinwissen gemacht oder auch aktuelle Sinneseindrücke wiedergegeben werden (z.B. „Die Sonne steht auf der Seite der Krähen“)

Varianten

Tipps Die Aussagen immer an das Wissen der Mitspieler anpassen

Vorbereitung

Material

# Spiele – „Maulwurf jagt Regenwurm“

Alter

Teilnehmerzahl

Dauer ab 10 Minuten

Bei einer Gruppe von 18 Personen stellen sich 16 Teilnehmer in 4 Reihen zu je 4 Personen auf (größere Gruppen teilen sich gleichmäßig auf). In den Reihen stehen alle mit ausgestreckten Armen, so dass sich benachbarte Personen gerade noch mit den Fingerspitzen berühren können und sich jeder drehen kann. Alle einer Reihe stehen in die gleiche Richtung und in ihrer Gesamtheit stellen sie ein Gangsystem (parallele Gänge) im Erdreich dar.

Durch Drehung aller Teilnehmer um 90° auf das Kommando „Drehen“, verändern sich die Gänge im rechten Winkel. Alte Gänge sind blockiert und neue Gänge werden frei.

Von den beiden Mitspielern, die nicht Teil des Gangsystems sind, ist einer der Maulwurf, der andere der Regenwurm. Der Maulwurf durchläuft seine Gänge und frisst dabei alle Regenwürmer, die ihm begegnen. Um sich in Sicherheit vor dem Maulwurf zu bringen kann der Regenwurm das Kommando „drehen“ rufen, damit sich die Gänge ändern. Nur der Wurm darf das Kommando geben (als Schwächerer hat er die Möglichkeit neue Gänge zu formen). An den Rändern kann in benachbarte Gangreihen gewechselt werden.

**Varianten** Es können mehrere Würmer oder/und Maulwürfe ins Spiel gebracht werden  
Auch der Maulwurf kann das Recht bekommen, den Gangverlauf zu ändern

**Tipps** Bei der Spielerklärung auf die Hintergründe hinweisen (Räuber-Beute-Beziehung, Maulwürfe fressen Regenwürmer. Langsamere Tiere haben oft eine spezielle Anpassung, die ihnen Vorteile oder Überlegenheit bringen).  
Mit einer Taktik wird das Spiel reizvoll – darauf kann hingewiesen werden, wenn die Spieler nicht selbst darauf kommen.

**Vorbereitung**

**Material** Ausreichend Platz zum laufen ohne Gefahrenquellen

# Spiele – „Waldzauberer“

Alter ab 4 Jahre  
Teilnehmerzahl beliebig  
Dauer

Dieses Spiel ist ein Laufspiel – ganz ohne fachlichen Hintergrund!

Jeder, der vom Waldzauberer berührt wird, wächst an dieser Stelle als Baum fest.

Runde 1: Der Waldzauberer steht alleine an der Breitseite des vorher abgegrenzten Spielfeldes – alle anderen Mitspieler stehen auf der anderen Seite. Die Gruppe versucht von der einen Seite auf die andere zu kommen. Der Waldzauberer versucht dabei, so viele wie möglich abzuschlagen, aber er darf nicht wieder rückwärts gehen. Die Abgeschlagenen bleiben als Bäume am Ort ihres Abschlagens fest. Ist der Waldzauberer auf der anderen Seite des Spielfeldes angekommen, ist die erste Runde beendet.

Runde 2 und weitere Runden: Jetzt darf der Zauberer und mit ihm alle festgewachsenen Bäume (allerdings ohne dass sie sich von ihrem Platz weg bewegen) die Vorbeikommenden abschlagen. Es wird so lange gespielt, bis nur noch eine Person – oder keine mehr – übrig ist. Dann kann ein neuer Waldzauberer als Fänger eingesetzt werden.

Varianten

Tipps Ein gutes Spiel zum Austoben und nach Konzentrationsphasen

Vorbereitung

Material Fläche zum Rennen ohne Gefahrenquellen

## sonstiges –

# „Planung und Anlage eines Barfusspfades“

Alter	ab 14 Jahre
Teilnehmerzahl	beliebig
Dauer	1 bis 2 Tage

### Planungsphase:

1. Ideensammlung, wie sich die Teilnehmer einen Barfusspfad vorstellen können (Brainstorming ohne Gedanken an die Umsetzung der Ideen)  
→ Zusammenführung und Dokumentation auf Flipchart
2. Gemeinsame Überarbeitung der Ideensammlung  
→ Bildung von Themengruppen, Überlegungen zur Realisierung, Verknüpfungen zum Umkreis des Umweltzentrums knüpfen, ...
3. Bildung von Arbeitsgruppen, die mindestens folgende Fragen bearbeiten (Ergebnis sind mehrere Vorschläge mit Entscheidungsgrundlagen und Überlegungen im Vorfeld)  
Bearbeitung in den Gruppen
  - a) Überlegungen zu räumlicher Lage und Umgebung des Barfusspfades
  - b) Überlegung zu Zielgruppe und deren Ansprüche
  - c) Überlegung der Elemente des Barfusspfades
  - d) Vorschlag eines Pfades incl. Skizze und genauere Ausgestaltung
4. Vorstellung der Gruppenarbeiten mit Diskussion der Planungen im Anschluss
5. Gemeinsame Erarbeitung eines Entwurfes für den Barfuss-Parcours mit Einarbeitung der Gruppenvorschläge und -ergebnisse.

Zu Beachten bei der Planung (Gedanken für den Seminarleiter – kann als Anstoß für zähe Planungsphase gegeben werden) :

1. Steckenführung interessant gestalten – nicht nur geradeaus
2. Wenn vorhanden ist das Einbeziehen eines Baches interessant
3. Bei Feldgestaltung mit Steinen – Steigerung der Korngrößen (von ganz fein nach großen Steinen) sehr interessant für die Füße. Im Anschluss an die großen Steine sollte dann ein Material kommen das für die Füße angenehm ist – ideal: Sand
4. Überlegungen entlang des Pfades ein Führungsseil anzubringen. Damit ist das Begehen des Pfades blind möglich, auch ohne Führungspersonen einsetzen zu müssen.

### Ausführungsphase:

1. Abstecken des Verlaufes im Gelände (kann von einer Gruppe übernommen werden)
2. Vorbereitung und Organisation der verschiedenen Materialien (verbleibende Gruppen)
3. In kleineren Gruppen werden die unterschiedlichen Abschnitte des Pfades gestaltet.
4. Probelaufen über den Pfad, um mögliche Mängel zu erkennen – evtl. Mängel beheben

### Varianten

Tipps	Als Vorbereitung Durchführung einer Barfuss-Raupe über verschiedene Bodenbeschaffenheiten mit anschließender Reflexion der Empfindungen Zeit nehmen für die Planungen Zusammenführung der Einzelplanungen ist wichtig – die Gesamtplanung muss von allen Teilnehmern abgenommen werden (Kompromisse erarbeiten)
-------	---

Gute Organisation der Ausführungsarbeiten schon im Vorfeld

Der Pfad in der Zukunft: es ist eine regelmäßige Inspektion des Pfades notwendig, um mögliche Verletzungsgefahren zu beseitigen

Vorbereitung      Vorschläge für Standorte des Barfusspfades erarbeiten und mit der Gruppe besprechen (letztes Wort hat Seminarleiter!)

Material            Papier und Stifte für die Planungsphase  
Material für die Ausführung muss nach den Planungen festgelegt werden – das sollte auch als Teilergebnis von den Teilnehmern nach der Planungsphase festgeschrieben werden

# sonstiges – „Bau eines Insektenstaubsaugers“

Alter	ab 6 Jahre
Teilnehmerzahl	
Dauer	15 bis 30 Minuten

Aus Boden und Deckel der Filmdose wird mit einem spitzen und scharfen Messer ein kleines Loch ausgeschnitten. Das Loch soll so groß sein, dass der Plastikschlauch gerade hineinpasst und fest sitzt. Dann wird ein Schlauchstück 1-2 cm tief in den Boden der Filmdose gesteckt. Über ein Ende des anderen Schlauchstückes wird der Nylonstoff gelegt und dieser – zusammen mit dem Stoffstück – in den Deckel der Filmdose gesteckt. Zur Benutzung wird die Dose geschlossen.

Funktionsweise des Insektenstaubsaugers:

Bei geschlossener Dose kann durch Ansaugen am Schlauchstück mit Nylonstoff ein Insekt, das sich vor der Öffnung des unteren Schlauches befindetet, in die Dose eingesaugt werden. Der Stoff verhindert, dass das Insekt in den Mund eingesaugt werden kann.

Varianten

Tipps bei Kindern Loch in Boden und Deckel der Filmdosen machen

Vorbereitung Eventuell Löcher in die Dosen machen

Material Für 1 Insektenstaubsauer wird benötigt:  
1 durchsichtige Filmdose  
2x flexibler, durchsichtiger Plastikschlauch (10 cm lang,  $\varnothing$  ca. 8 mm)  
1 Stück Nylonstoff von Seidenstrumpfhosen (ca. 4x4 cm)

# sonstiges – „Bau eines Regenwurmkastens“

Alter	ab 6 (Mithilfe v. Erwachsenen)
Teilnehmerzahl	beliebig –Gruppenarbeit
Dauer	60 bis 90 Minuten

## **Bau des Kastens:**

Die Holzleisten werden den Abmessungen der Plexiglasscheiben angepasst – es werden drei Holzleisten benötigt, von denen zwei so lang sind wie die kurzen Seiten der Glasplatten und eine so lang wie die lange Seite. Die Leisten werden als U aneinander gelegt und eine Plexiglasscheibe darauf festgeschraubt. Nach dem Umdrehen der Konstruktion wird die zweite Platte auf der anderen Seite angeschraubt. Die Dicke der Leisten (3 cm) stellt den Abstand der beiden Platten dar.

Die Plexiglasscheiben werden also so miteinander verschraubt, dass ein schmaler, nach oben offener Behälter entsteht.

## **Weiteres Vorgehen:**

Der Regenwurmkasten wird mit verschiedenen Bodenarten etc. (siehe Material) gefüllt, die auch unterschiedliche Farben haben sollten. Die einzelnen Schichten werden jeweils etwa 3cm dick eingefüllt. Anschließend wird etwas Wasser in den Behälter gegossen und die Erde durchfeuchtet (Jedoch nicht zu viel Wasser verwenden – Regenwürmer können nicht schwimmen!!). Jetzt können die Regenwürmer eingesetzt werden.

Den Schaukasten mit dem schwarzen Tuch abdecken.

Regenwürmer sind nur bei Wärme, Feuchtigkeit und Dunkelheit aktiv.

## **Zusatzinformationen:**

Regenwürmer sind im Boden aktiv. Durch ihre Fortbewegung werden die verschiedenen Bodenschichten durchmischt, d.h. sie lockern dadurch den Boden. Die Tätigkeit der Regenwürmer fördert die Entwicklung der Kleinstlebewesen im Boden.

Regenwürmer ertragen kein Licht und keine Trockenheit. In der Natur kommen sie nur bei Nacht und Tau aus der Erde, um denn Pflanzenreste in die Gänge zu ziehen oder Algen zu weiden, sich zu vermehren oder, bei starkem Regen, um aus ihren dann überfluteten unterirdischen Gängen zu flüchten.

Durch die Gänge, die der Wurm im Boden anlegt wird dieser gelockert, durchmischt und durchlüftet. Regenwürmer mögen gerne Feuchtigkeit – wenn es ihnen im Sommer in den oberen Schichten zu trocken wird, kriecht er in den tieferen Boden und rollt sich zusammen. Er nimmt diesen Ruhezustand ein und kann dabei bis zur Hälfte seines Gewichtes verlieren.

Regenwürmer sind sehr wichtige Tiere für die Düngung des Bodens. Dabei ziehen die Würmer mit ihrer Mundöffnung Blätter in ihre Gangsysteme und befeuchten sie dort mit Schleim – die Vorverdauung erfolgt durch Bakterien. Die so aufgeweichten Blattreste frisst der Regenwurm zusammen mit Erde und dem Kot von anderen Tieren. Die Ausscheidungsprodukte der Würmer ist krümeliger Boden: Humus, der aus organischen Stoffen und Mineralien besteht. Diesen Kot kleben sie an die Wände ihrer Gangsysteme und drücken ihn am Ausgang ihrer Röhren als kleine Häufchen an die Erdoberfläche.

Varianten

**Tipps** Kinder können den Bau nicht eigenständig durchführen – ideal ist eine Gruppenarbeit, bei der mindestens ein Erwachsener pro Gruppe als Ansprechpartner und Verantwortlicher vorhanden ist.

Beobachtungen sind immer von der gesamten Gruppe durchzuführen. Sind mehrere Schaukästen vorhanden, kann die Wurmtätigkeit verglichen werden.



Die Gruppen sollten die Regenwurmtätigkeit regelmäßig beobachten. Bei mehrere Tage dauernden Projekten bietet sich an, die Beobachtungen als Protokoll festzuhalten

#### Vorbereitung

**Material** Für einen Schaukasten wird benötigt:  
2 Plexiglasscheiben in den Abmessungen etwa 20x30 cm  
3 cm breite, unbehandelte Holzleisten  
Schrauben  
Unterschiedliche Bodenarten (z.B. heller Sand, dunkle Gartenerde, hellere Erden,...)  
(teilweise verrottete) Blätter und Pflanzenteile  
mehrere Regenwürmer (etwa 10)  
schwarzes Tuch

**Die Unterlagen für die Punkte K „Material für die Gruppenarbeit“ und L „weiteres Material“ senden wir Ihnen auf Anforderung gern zu.**

#### **Kontakt:**

---

Georg Salditt

Internationales Begegnungszentrum St. Marienthal

St. Marienthal 10

02899 Ostritz

Telefon: (03 58 23) 7 72 32

e-mail: IBZ-Salditt@t-online.de

---