

Name:	Datum:
-------	--------

## Untersuchung von Bodenproben

### Versuch 1: Formversuche

#### Materialien

verschiedene feuchte Bodenproben, Bodenprobe vom Tatort, Wasser

#### Durchführung

1. Nimm von der Bodenprobe vom Tatort ein etwa haselnussgroßes Stück ab. Falls es sehr trocken ist, feuchte es mit etwas Wasser an und knete es durch.
2. Gehe dann nach dem Untersuchungsschema auf der nächsten Seite vor und bestimme so die Bodenart.
3. Führe die Untersuchung auch mit einer weiteren Bodenprobe durch.

#### Zu welchen Bodenarten gehören die Proben?

Probe vom Tatort: \_\_\_\_\_

Probe Nr.: \_\_\_\_\_

Könnte die unbekannte Probe vom Tatort stammen? \_\_\_\_\_



### Untersuchungsschema

Rolle die Probe in deinen Händen zu einer etwa bleistiftdicken Rolle aus.						
nicht ausrollbar, zerfällt			ausrollbar			
Prüfe die Bindigkeit zwischen Daumen und Zeigefinger! (Ist die Probe krümelig?)			Rolle die Probe zu einer Rolle von etwa halber Bleistiftdicke!			
bindig (nicht krümelig)	nicht bindig (krümelig)		nicht ausrollbar	ausrollbar		
	<b>Zerreibe die Probe auf der Handfläche!</b>			<b>Quetsche die Probe zwischen Daumen und Zeigefinger in Ohrnähe</b>		
	Kein toniges Material in den Handlinien sichtbar!	Toniges Material in den Handlinien sichtbar!		Starkes Knirschen	kein oder schwaches Knirschen	
					<b>Schau dir die Gleitfläche beim Quetschen der Probe an:</b>	
					Matt	Glänzend
stark lehmiger Sand	Sand	schwach lehmiger Sand	stark sandiger Lehm	sandiger Lehm	Lehm	Tone

Name:	Datum:
-------	--------

## Versuch 2: Sedimentationsanalyse

### Materialien

Verschiedene getrocknete Bodenproben, getrocknete Bodenprobe vom Tatort, Rollrand-Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Spatel,  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ -Lösung (Natriumdiphosphat-Lösung: 0,1 mol/L), Stopfen, Stoppuhr oder Uhr mit Sekundenzeiger, Lineal

### Durchführung

Führe den Versuch mit der getrockneten Bodenprobe vom Tatort und einer weiteren getrockneten Bodenprobe durch.

1. Fülle die Bodenprobe etwa 2 cm hoch in das Reagenzglas
2. Gib erst nur wenig Natriumdiphosphat-Lösung hinzu und schüttele den Boden auf.
3. Fülle dann das Reagenzglas mit der Natriumdiphosphat-Lösung bis etwa 2 cm unter den Rand auf.
4. Verschließe das Reagenzglas mit dem Stopfen (Vorsicht: das Reagenzglas könnte zerbrechen!) und schüttele den Boden intensiv auf. Öffne den Stopfen dabei ab und zu.
5. Stelle das Reagenzglas dann in den Reagenzglasständer und bewege es nicht mehr.
6. Miss die Höhe des abgesetzten Bodenanteils mit dem Lineal nach 25 s, 3 min 40 s, 38 min und nach einem Tag ab.

### Notiere die Messergebnisse in der Tabelle!

Bodenprobe	25 s (Zone 1) Sand	3 min 40 s (Zone 2) Grobschluff	38 min (Zone 3) Mittelschluff	1 Tag (Zone 4) Feinschluff, Ton
Probe vom Tatort	mm	mm	mm	mm
Probe Nr.	mm	mm	mm	mm

### Vergleiche die Ergebnisse!

Könnte die untersuchte Probe vom Tatort stammen?

Name:

Datum:

### Versuch 3: Carbonatnachweis im Boden

#### Materialien

1 Stückchen Kalkstein (Calciumcarbonat), 3 Petrischalen, 10 %ige Salzsäure, verschiedene Bodenproben (feucht), Bodenprobe vom Tatort

#### Sicherheitshinweis

Falls du trotz aller Vorsicht Salzsäure auf die Hände bekommst, wasche sie mit viel Wasser sofort ab!

#### Durchführung

Damit du weißt, wie dieser Nachweis aussieht, führe zunächst eine Vergleichsprobe durch.

#### A. Vergleichsprobe: Nachweis von Carbonat in einem Kalkstein

1. Lege das Stückchen Kalkstein in die Petrischale.
2. Tropfe vorsichtig einen Tropfen Salzsäure auf den Kalkstein.
3. Beobachte was geschieht.

#### Was kannst du beobachten?

#### Merksatz:

Wenn man auf einen Kalkstein Salzsäure tropft, \_\_\_\_\_

#### B. Nachweis von Carbonat in Bodenproben

1. Gib ein wenig von deiner Bodenprobe in die Petrischale.
2. Tropfe vorsichtig einen Tropfen Salzsäure auf die Bodenprobe.
3. Führe den Versuch auch mit der Bodenprobe vom Tatort durch.
4. Beobachte, was geschieht! Kannst du etwas riechen?

**Trage deine Beobachtungen in die Tabelle ein!**

	<b>Beobachtungen</b>	<b>Kalkgehalt</b>
<b>Probe vom Tatort</b>		
<b>Probe Nr.</b>		

**Versuche mithilfe folgender Einteilung den Kalkgehalt zu beschreiben:**

keinerlei Aufsprudeln:

**kein Kalk**

schwaches, nicht anhaltendes Aufsprudeln:

**kalkarm**

deutliches, aber nicht anhaltendes Aufsprudeln:

**kalkhaltig**

starkes, lang anhaltendes Aufsprudeln:

**kalkreich**

**Könnte die Bodenprobe vom Tatort stammen?** \_\_\_\_\_



Name:	Datum:
-------	--------

## Versuch 4: Nachweis von Eisen(III)- und Chlorid-Ionen im Boden

### Materialien

Verschiedene Bodenproben (feucht), Bodenprobe vom Tatort, 6 mL Spritzen ohne Spitze, Watte, Spatel, Rollrand-Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Schwefelsäure (0,5 mol/L), 1 Eisennagel, Wasserstoffperoxid-Lösung (3 %ig), Kochsalz (Natriumchlorid), Silbernitrat-Lösung (1 g/100 mL), Kaliumthiocyanat-Lösung (1 g/100 mL)

### Sicherheitshinweis

Falls du trotz aller Vorsicht Schwefelsäure auf die Hände bekommst, wasche sie mit viel Wasser sofort ab!

### Durchführung

Um Eisen(III)- und Chlorid-Ionen nachweisen zu können, musst du die Bodenproben zunächst aufarbeiten.

### Probenvorbereitung: Lösen der Eisen- und Chlorid-Ionen aus den Bodenproben

1. Drücke mit dem Spatel etwas Watte bis zur 2 mL-Markierung auf den Boden der Spritze. Feuchte die Watte an, indem du mit der Spritzflasche etwas Wasser darauf tropfst. Drücke die Watte mit dem Spatel fest.
2. Hänge die Spritze in ein Reagenzglas und stelle es in den Reagenzglasständer.
3. Gib mit Hilfe des Spatels etwa einen fingerbreit Boden in ein Reagenzglas.
4. Gib vorsichtig aus einer Tropfflasche etwa 2-3 fingerbreit Schwefelsäure zum Boden und schüttele ihn vorsichtig auf.
5. Wenn der Boden gut in der Schwefelsäure verteilt ist, gieße die Mischung vorsichtig in die Spritze.
6. Fange die durchtropfende Lösung in dem Reagenzglas auf und warte bis alles durchgetropft ist. Beobachte dabei und schreibe deine Beobachtungen auf.
7. Beschrifte das Reagenzglas mit der Nummer der Bodenprobe.
8. Teile die bei der Probenvorbereitung erhaltene Lösung (schwefelsaure Lösung!) auf drei Reagenzgläser (beschrifte sie mit „A“, „B“ und „V“) auf.
9. Führe die Probenvorbereitung auch mit dem Tatortboden durch.

### Beobachtungen:

Bodenprobe \_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

Tatortboden: \_\_\_\_\_

### Vergleichsprobe A: Nachweis von Eisen(III)-Ionen

1. Lass den Eisennagel vorsichtig mit dem Kopf nach unten in ein schräg gehaltenes Reagenzglas gleiten.
2. Tropfe etwas Schwefelsäure darauf, so dass der untere Teil des Nagels in der Schwefelsäure ist.
3. Warte etwa 5 Minuten.
4. Gib die Flüssigkeit (schwefelsaure Lösung!) in das zweite Reagenzglas.
5. Gib zunächst 1-2 Tropfen Wasserstoffperoxid hinzu.
6. Füge dann tropfenweise Kaliumthiocyanat-Lösung hinzu, bis sich nichts mehr ändert.

### Was kannst du beobachten?

---

**Merksatz:**

Wenn man zu einer Eisen(III)chlorid-Lösung Kaliumthiocyanat-Lösung tropft, verfärbt sie sich \_\_\_\_\_

### A. Nachweis von Eisen(III)-Ionen in Bodenproben

1. Nimm das Reagenzglas A aus der Probenvorbereitung und gib tropfenweise Kaliumthiocyanat-Lösung hinzu. Das Reagenzglas V dient zum Farbvergleich.
2. Führe den Versuch auch mit der Bodenprobe vom Tatort durch.
3. Beobachte, was geschieht!

**Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle auf der nächsten Seite!**

### Vergleichsprobe B: Nachweis von Chlorid-Ionen

1. Nimm zwei Reagenzgläser.
2. Gib in ein Reagenzglas wenige Krümel Kochsalz.
3. Fülle in beide Reagenzgläser dann jeweils etwa 3 cm hoch destilliertes Wasser und löse das Kochsalz durch Schütteln.
4. Gib 1 – 2 Tropfen Silbernitratlösung in beide Reagenzgläser.

### Was kannst du beobachten?

Destilliertes Wasser: \_\_\_\_\_

Kochsalz-Lösung: \_\_\_\_\_

### Merksatz:

Wenn man zu einer Kochsalz-Lösung Silbernitrat-Lösung tropft, wird sie

\_\_\_\_\_

### B. Nachweis von Chlorid-Ionen in Bodenproben

1. Nimm das Reagenzglas B aus der Probenvorbereitung und gib 1 – 2 Tropfen Silbernitrat-Lösung hinzu. Das Reagenzglas V dient zum Vergleich.
2. Führe den Versuch auch mit der Bodenprobe vom Tatort durch.
3. Beobachte, was geschieht!

### Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle!

Bodenprobe	mit Kalium- thiocyanat- Lösung	Sind Eisen- Ionen enthal- ten? ja/nein	mit Silbernitrat- Lösung	Sind Chlorid- Ionen enthal- ten? ja/nein
Boden vom Tatort				
Probe Nr.				

Könnte die Bodenprobe vom Tatort stammen? \_\_\_\_\_



## Tipps zur Unterrichtsgestaltung

Für die Grundschule geeignet sind aus dieser Versuchsreihe die „Formversuche“ (Versuch 1) und der „Carbonat-Nachweis im Boden“ (Versuch 3).

Bei den Formversuchen ist unbedingt darauf zu achten, dass die Proben nicht zu trocken sind! In diesem Fall zerbröseln ansonsten auch gut formbare Böden.

Der Versuch 4 „Nachweis von Eisen(III)- und Chlorid-Ionen im Boden“ sollte auf den Nachweis von Eisen beschränkt werden, da sich die parallele Bearbeitung einer Probe auf zwei Ionen für Grundschüler als zu kompliziert erwiesen hat. Schon allein der Nachweis eines Ions mit der entsprechenden Vergleichsprobe ist vergleichsweise anspruchsvoll. Der Nachweis von Eisen-Ionen ist dem Chlorid-Nachweis vorzuziehen, da in unserer Region das Vorkommen von Salz auf wenige spezielle Böden (Salzquellen) beschränkt ist, der Eisennachweis dagegen häufiger ein positives Ergebnis hervorbringt. Für die Motivation der Schüler ist ein positiver Nachweis jedoch wichtig, daher ist auch in der Tatortprobe Eisen enthalten.

Bei Zugabe der Schwefelsäure werden wie bei Zugabe der Salzsäure Carbonate zersetzt und Kohlendioxid frei, so dass bei hohen Kalkgehalten in der Bodenprobe auch hier ein Aufsprudeln vorkommen kann. In diesem Fall muss die Schwefelsäure portionsweise zugefügt werden.

Wichtig ist bei der Durchführung der Ionennachweise der erneute und ausdrückliche Hinweis an die Schüler, dass sie sorgfältig arbeiten sollen! Bei den Versuchen wird Salzsäure und Schwefelsäure verwendet, die beide ätzend wirken. Falls ein Schüler trotz Schutzmaßnahmen (Handschuhe, Schutzbrille) etwas davon auf die Haut bekommt, muss es sofort mit viel Wasser abgewaschen werden. Bei Spritzern auf die Kleidung besteht die Möglichkeit, dass Löcher entstehen; ein Arbeitskittel (altes Hemd) ist daher anzuraten. Spritzer auf Arbeitsflächen sind sofort mit einem Papiertuch oder einem feuchten Lappen, der anschließend mit Wasser ausgewaschen wird, wegzuwischen.

Bei der Sedimentationsanalyse (Versuch 2) bilden sich beim Absetzen der Fraktionen häufig, allerdings nicht immer, deutlich sichtbare Zonen, so dass bei diesem Versuch ein Ablesen nicht unbedingt nach den angegebenen Zeiten erfolgen muss, sondern auch nach einem Tag die gebildeten Zonen bestimmt werden können.

Ein Problem, das vor allem bei jüngeren Schülern auftreten kann, ist das Schütteln der Reagenzgläser, bei dem u.U. Lösung verschüttet wird. Die Reagenzgläser werden mit Stopfen verschlossen (Vorsicht: nicht zu fest drücken! Bruchgefahr!), die aber zwischendurch ab und zu geöffnet werden sollten, damit kein Überdruck entstehen kann. Ein weiteres Problem, insbesondere bei den jüngeren Schülern, sind das Ablesen innerhalb weniger Sekunden und die dabei auftretenden Störungen durch das Bewegen des Reagenzglases, die sich durch den Ansatz über einen Tag vermeiden lassen. Bei Böden, die noch einen hohen Pflanzenanteil enthalten, z.B. torfhaltigen Böden, setzt sich dieser aufgrund der geringen Dichte oben ab.

Das Experimentieren bietet sich hier in arbeitsteiliger Gruppenarbeit an, d.h. jeweils zwei Schüler untersuchen eine unbekannte Probe und den Tatortboden. Die Ergebnisse können im Anschluss in einer Tabelle gesammelt werden und durch den Vergleich der Analyseergebnisse eine der unbekanntenen Proben dem Tatort zugeordnet werden. Die Überführung des Täters gelingt auch hier nur der ganzen Gruppe, nicht Wettbewerb ist also angesagt, sondern Kooperation.



Wichtig ist außerdem, für diese Versuchsreihe ausreichend Zeit einzukalkulieren. Während für den Carbonat-Nachweis und die Formversuche jeweils eine Schulstunde benötigt wird, sollten für den Nachweis von Eisen-Ionen 2 Schulstunden zur Verfügung stehen.

#### Sicherheit im Labor

Schutzbrille und Handschuhe müssen grundsätzlich bei allen Versuchen getragen werden.

## Lehrerinformation: Bodenuntersuchung

In der forensischen Analytik werden Bodenuntersuchungen durchgeführt um eventuell an Schuhen oder Werkzeugen von Verdächtigen haftende Bodenrückstände mit dem am Tatort vorliegenden Boden zu vergleichen.

Die hier vorgestellten Versuche spiegeln verschiedene Möglichkeiten an dieses Problem heranzugehen. Versuch 1 und 2 dienen zur Bestimmung der vorliegenden Bodenart, Versuch 3 und 4 analysieren auf einfache Weise einige Ionen, die häufig in Böden auftreten. Versuch 4 ist hier stellvertretend für die in der forensischen Chemie durchgeführten instrumentell aufwendigen Untersuchungen auf Metallionen (Atomabsorptionsspektrometrie, Ionenchromatographie) aufgenommen.

### Formversuch und Sedimentationsanalyse:

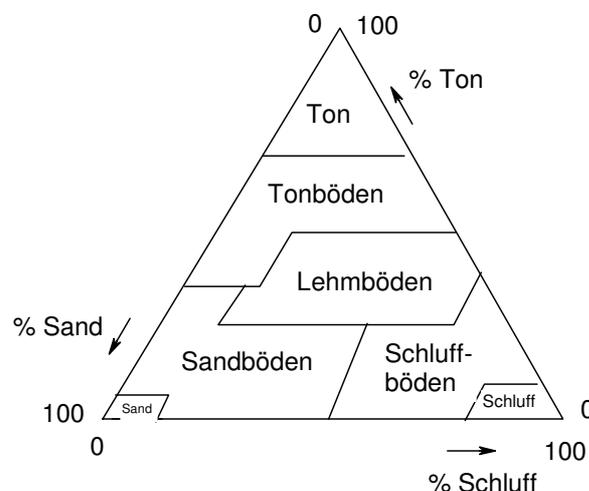
Unter Bodenart versteht man die Zusammensetzung der Böden aus Anteilen verschiedener Korngröße. Man unterscheidet den Grobboden (Bodenskelett) mit einem Korndurchmesser über 2mm und den Feinboden mit kleinerem Korndurchmesser. Dieser wiederum wird differenziert in:

- |            |                                    |                  |
|------------|------------------------------------|------------------|
| a) Sand    | 63 $\mu\text{m}$ – 2 mm            | Korndurchmesser  |
| b) Schluff | 2 $\mu\text{m}$ – 63 $\mu\text{m}$ | Korndurchmesser  |
| c) Ton     | < 2 $\mu\text{m}$                  | Korndurchmesser. |

Bei der Bezeichnung Sand, Schluff oder Ton wird somit keine Aussage über ihre chemische Zusammensetzung getroffen.

Durch Formversuche (**Versuch 1**), Sedimentationsanalysen (**Versuch 2**) oder durch Siebanalysen lassen sich die Anteile an diesen drei Fraktionen im Boden bestimmen und daraus die Bodenart ableiten. Z.B. wird ein Gemisch aus etwa gleich großen Anteilen von Sand, Schluff und Ton als Lehm bezeichnet.

Das Mischungsdreieck zeigt schematisch die Bezeichnungen der Bodenarten in Abhängigkeit von den jeweiligen Anteilen an Sand, Schluff und Ton.





Bei den **Formversuchen (Versuch 1)** wird der Tastsinn ausgenutzt, durch den wir in der Lage sind unterschiedliche Korngrößen zu erkennen. Dabei ist jedoch etwas Übung erforderlich; die Verwendung von eindeutigen Bodenproben (reinem Sand oder Ton) als Einstieg ist sinnvoll.

Die **Sedimentationsanalyse (Versuch 2)** basiert auf der unterschiedlichen Sinkgeschwindigkeit verschieden großer Teilchen und führt so zu einer Sortierung nach Korngrößendurchmesser. Nach der Formel

$$v \text{ [m/s]} = \frac{3600000}{[\text{m} \cdot \text{s}]} \cdot r^2 \text{ [m}^2\text{]}$$

(mit:  $v$  = Sinkgeschwindigkeit in [m/s] und  $r$  = Korndurchmesser in [m]), die sich aus dem Gesetz der Reibung von STOKES ergibt, kann die Zeitdauer bis zur Sedimentation von Sand, Schluff und Ton berechnet werden.

Die angegebenen Zeiten sind so gewählt, dass bei einer Füllhöhe von 16 cm im Reagenzglas in etwa eine Fraktionierung entsprechend der Einteilung in Sand, Schluff und Ton erhalten wird:

bis 25 s	Sand
bis 3 min 40 s	Grobschluff
bis 38 min	Mittelschluff
bis 6 h 10 min	Feinschluff
danach	Ton.

Beim Absetzen der Fraktionen bilden sich häufig, allerdings nicht immer, deutlich sichtbare Zonen, so dass bei diesem Versuch ein Ablesen nicht unbedingt nach den angegebenen Zeiten erfolgen muss, sondern auch nach einem Tag die gebildeten Zonen bestimmt werden können.

Bei Böden, die noch einen hohen Pflanzenanteil enthalten, z.B. torfhaltigen Böden, setzt sich dieser aufgrund der geringen Dichte oben ab.

Aus der gemessenen Höhe der einzelnen Fraktionen lässt sich ihr prozentualer Anteil bezogen auf die nach einem Tag erhaltenen Gesamtmengen berechnen. Bei manchen Bodenproben ist es allerdings erforderlich, die zu einem bestimmten Zeitpunkt abgelesene Höhe zu korrigieren, weil nach einem Tag eine Verdichtung eingetreten sein kann.

Die eingesetzte  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ -Lösung (Natriumdiphosphat-Lösung) dient dazu eventuelle Aggregate im Boden aufzubrechen, die ansonsten zu einer Verfälschung der Ergebnisse führen würden.

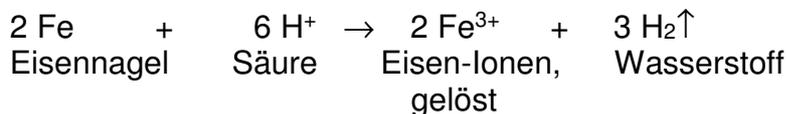
**Anmerkung:** Die Ergebnisse der Formversuche stimmen nicht immer mit denen aus der Sedimentationsanalyse überein (meist ist der Tonanteil zu gering), auch ist die Reproduzierbarkeit der Sedimentationsanalyse stark abhängig von der Probenvorbereitung und auch der Übung bei der Durchführung dieses Experimentes. Um eine befriedigende Übereinstimmung von Doppelbestimmungen zu erhalten, wurde bei der Ausarbeitung dieser Vorschrift getrockneter Boden (48 h bei 120 °C) eingesetzt, bei dem der Anteil des Grobbodens über 2 mm Korndurchmesser durch Sieben abgetrennt wurde.

### Ionennachweise:

Zum Nachweis von verschiedenen **Ionen** (= positiv geladene Form von Metallatomen (= Kation), oxidierte Form; negativ geladene Ionen (= Anion), z.B. Chlorid als Gegenstück zum positiven Metall-Ion, bilden zusammen ein **Salz**) im Boden werden zunächst die Methoden anhand der jeweiligen Salzlösungen bzw. Reinsubstanzen geübt (**Versuche 3 und 4, Vergleichsproben**).

Um für die Schüler einen Bezug zwischen dem **Metall Eisen** und gelösten **Eisen-Ionen** herzustellen, wird für den Nachweis ein Eisennagel verwendet. Der Eisennagel wird mit Schwefelsäure behandelt, wobei ein Teil des Eisens als Eisen(II)-Ionen in Lösung geht. Nach Oxidation mit Wasserstoffperoxid liegen Eisen(III)-Ionen vor, die mit der Thiocyanat-Lösung (s.u.) durch Bildung einer tief rot gefärbten Lösung nachzuweisen sind.

Reaktionsgleichung:



Für den Carbonat-Nachweis wird ein Stückchen Kalkstein (keine Tafelkreide, sie besteht aus Calciumsulfat!); für den Chlorid-Nachweis Kochsalz (Natriumchlorid, NaCl) verwendet, die beide den Kindern bekannt sind.

**Versuch 3 – Nachweis im Boden** differenziert die Bodenproben nach ihrem Kalkgehalt. Durch Salzsäure wird das Carbonat-Ion in Kohlendioxid umgewandelt, das aus dem Boden entweicht und dabei je nach Konzentration durch Aufsprudeln sichtbar wird. Eine halb-quantitative Einschätzung ist durch die Stärke und die Zeitdauer des Aufbrausens möglich.

Da dieser Kalknachweis auf dem Nachweis des Carbonat-Ions beruht, sind mögliche Fehlerquellen das Vorliegen anderer Metallcarbonate, z.B. Magnesiumcarbonat, die mit Salzsäure ebenfalls unter Bildung von Kohlendioxid reagieren. Im Allgemeinen sind sie jedoch in Böden nur in geringerer Konzentration vertreten.

Ein weiteres Problem ist das Vorliegen von **Sulfiden**, z.B. Eisensulfid (FeS), das durch Salzsäure Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) bildet, der ebenfalls sprudelnd entweicht. Schwefelwasserstoff ist aber durch seinen Geruch nach fauligen Eiern erkennbar.

Reaktionsgleichung:

Carbonat-Nachweis:



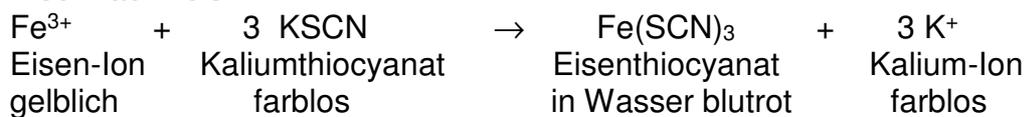
Für den Nachweis weiterer Ionen im Boden (Versuch 4) ist es erforderlich den Boden mit Säure zu eluieren (auszuwaschen), da viele Ionen stark an die negativ geladenen Silikate, die chemisch gesehen das Grundmaterial eines Bodens darstellen, gebunden sind.

Erst bei einem Säuregrad von pH 3 werden Eisen-Ionen freigesetzt (pH = Maß für die Säurestärke, je kleiner der Wert, desto saurer. pH 4-5 entspricht „essigsauer“). Neben Eisen- wirken auch andere Metallionen (z.B. Aluminium-Ionen) auf Lebewesen im Boden toxisch. Der saure Regen führt dazu, dass auch in Gewässern diese Ionen vorliegen können. Ihr Vorkommen im Boden kann durch spezifische Nachweisreaktionen gezeigt werden.

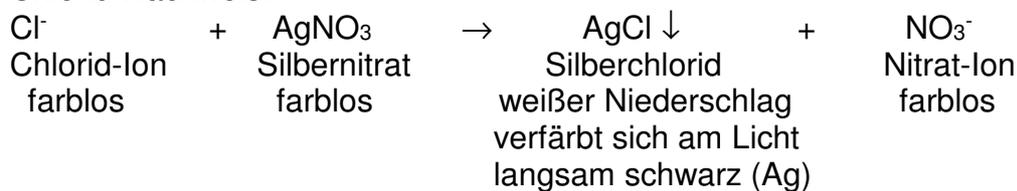
Durch unterschiedlich starke Reaktionen kann der Gehalt an Eisen-Ionen (gelblich bis blutrot) und Chlorid-Ionen in den Bodenproben verglichen werden.

Reaktionsgleichungen:

Eisennachweis:



Chlorid-Nachweis:



Für die Durchführung und die erfolgreiche Differenzierung von Böden (Zuordnung einer Bodenprobe als Tatortboden) ist die sorgfältige Auswahl der Proben grundlegend. Bei der Ausarbeitung der Versuche wurden gezielt Böden mit höherem Anteil von Sand, Schluff bzw. Ton ausgewählt, entsprechend Böden mit verschiedenen Kalk- bzw. Eisengehalten. Ein Boden mit hohem Salzgehalt ist in unserer Region eher selten zu finden, so dass der Nachweis von Chlorid als Spezialfall zu sehen ist. In Küstenregionen ist dies sicher anders. Die beigefügte Tabelle soll Anregungen für die Auswahl von Böden, die natürlich auch aus reinen Anteilen von Sand, Schluff und Ton unter Zusetzung verschiedener Salze zusammengemischt werden können, und einen Überblick über die in der Vorbereitungsphase erhaltenen Analysenergebnisse geben.

Literatur:

1. Alexa Kreisel, Konzeption für fächerverbindenden Unterricht zum Thema „Böden“ für den Chemie- und Biologieunterricht in der Realschule, Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen, TU Braunschweig, 1999
2. Walther Enßlin, Roland Krahn, Stefan Skupin, Böden untersuchen, Biologische Arbeitsbücher, Quelle und Meyer Verlag, Wiebelsheim, 2000

## Untersuchung der verwendeten Bodenproben (2005) zur Auswahl für die Schüler- versuche

Bodenproben 2005	Formversuch	Sedimentation nach 24 h	Carbonat	Eisen	Chlorid
<b>2</b> Lammer Holz, Grabennähe	sandiger Lehm 17-25 % Ton	Sand: 55 % Grobschluff: 15 % Mittelschluff: 11 % Feinschluff, Ton: 19 %	neg. < 0,5 % Carbonat	+	-
<b>3</b> Pawelsches Holz	sandiger Lehm 17-25 % Ton	Sand: 42 % Grobschluff: 36 % Mittelschluff: 20 % Feinschluff, Ton: 2 %	neg. < 0,5 % Carbonat	+	-
<b>4</b> Ölper Holz, Dolinenzone	Lehm	Sand: 52 % Grobschluff: 25 % Mittelschluff: 10 % Feinschluff, Ton: 13 %	sprudelt mäßig, 0,5-2 % Carbonat	+	-
<b>5</b> Acker, Westpark	sandiger Lehm 17-25 % Ton	Sand: 31 % Grobschluff: 28 % Mittelschluff: 38 % Feinschluff, Ton: 3 %	stark sprudelnd, 2-10 % Carbonat	++	-
<b>6</b> Querumer Holz, Waldwiese	sandiger Lehm 17-25 % Ton	Sand: 40 % Grobschluff: 43 % Mittelschluff: 13 % Feinschluff, Ton: 4 %	neg. < 0,5 % Carbonat	+	-
<b>7</b> Querumer Holz, Niedermoor	stark sandiger Lehm	Sand: 46 % Grobschluff: 36 % Mittelschluff: 13 % Feinschluff, Ton: 5 %	neg. < 0,5 % Carbonat	++	-
<b>8</b> Acker, Niedersicke	toniger Lehm 25-45 % Ton	Sand: 23 % Grobschluff: 15 % Mittelschluff: 9 % Feinschluff, Ton: 53 %	neg. < 0,5 % Carbonat	(+) schwach	-
<b>9</b> Salzaustritt Salzdahlum	sandiger Lehm 17-25% Ton	Sand: 21 % Grobschluff: 16 % Mittelschluff: 60 % Feinschluff, Ton: 2 %	sehr stark sprudelnd, lang anhaltend, > 10% Carbonat? aber: riecht nach H <sub>2</sub> S!	+	+ *)

\*) Problem: H<sub>2</sub>S könnte zu Ag<sub>2</sub>S reagieren

Der Formversuch und die Ionennachweise wurden mit dem feuchten, unbehandelten Boden durchgeführt, die Sedimentation mit getrocknetem Boden, nach dem Absieben von Partikeln über 2 mm Durchmesser (also dem Bodenskelett) und Mörsern.