

# Bodenzusammensetzung im Schulwald



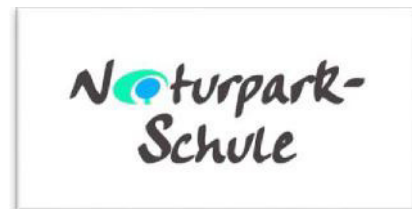
## Projektteilnehmer:

Lea Lottes ( 15 )  
Lucy-Ayleen Helm ( 15 )  
Larissa Zimmermann ( 16 )



## Projektbetreuer:

Felix Ortegel



## Fachgebiet:

Geologie und  
Raumwissenschaft

## Angabe zur Schule:

Steigerwaldschule Ebrach  
Horbachweg 11  
96157 Ebrach



## Angaben zum Wettbewerb

Jugend Forscht, Bayern, Jahr 2018

## Kurzfassung:

Letztes Jahr nahmen wir bereits mit diesem Projekt in der Wettbewerbssparte Schüler experimentieren teil und bekamen viele wertvolle Tipps zur Verbesserung unserer Arbeit. Wir nahmen erneut mehrere Erdproben in unserem Schulwald mit Hilfe eines 90cm langen Kernbohrers. Dabei arbeiteten wir mit dem örtlichen Forstamt in Ebrach zusammen. Wir analysierten den Boden auf pH-Wert, Ammonium-, Nitrat-, Nitrit- und Phosphorgehalt mit einem VISOCOLOR Bodenkoffer. Zusätzlich führten wir eine Sedimentanalyse durch. Nach all diesen Experimenten erhielten wir unsere Ergebnisse, die im hinteren Teil dieser Arbeit aufzufinden sind. Zusätzlich versuchten wir uns diesmal mehr auf die Höhen zu spezialisieren, um zu sehen welche Bodennährstoffe welche Pflanzen zum Wachsen brauchen. Erneut wollen wir wissen, in welchem Zustand sich unser Waldstück befindet und kamen wieder auf ein sehenswertes Ergebnis.



## Inhaltsverzeichnis:

Deckblatt:	... Seite 1
Kurzfassung:	... Seite 2
Vorgehensweise:	
-Bodenproben:	... Seite 4 - 5
-Materialien und Chemikalien:	... Seite 6 ...
-Experimente:	Seite 7 - 11
Ergebnisse:	... Seite 12
Vergleich mit...	
- ... bayernweiten Normwerten:	... Seite 12
- ... unseren letztjährigen Ergebnissen:	... Seite 13
Pflanzenwachstum im Steigerwald:	... Seite 14
Ausblick:	
Quellenangaben:	... Seite 16



# Vorgehensweise:

## 1.1 Bodenproben:

Wir haben genauso begonnen, wie letztes Jahr, also in Zusammenarbeit mit dem Forstamt mehrere Bodenproben des Schulwaldes zu nehmen. Hierfür haben wir einen 90cm langen Kernbohrer benutzt.

Die Bohrungen liefen folgendermaßen ab:

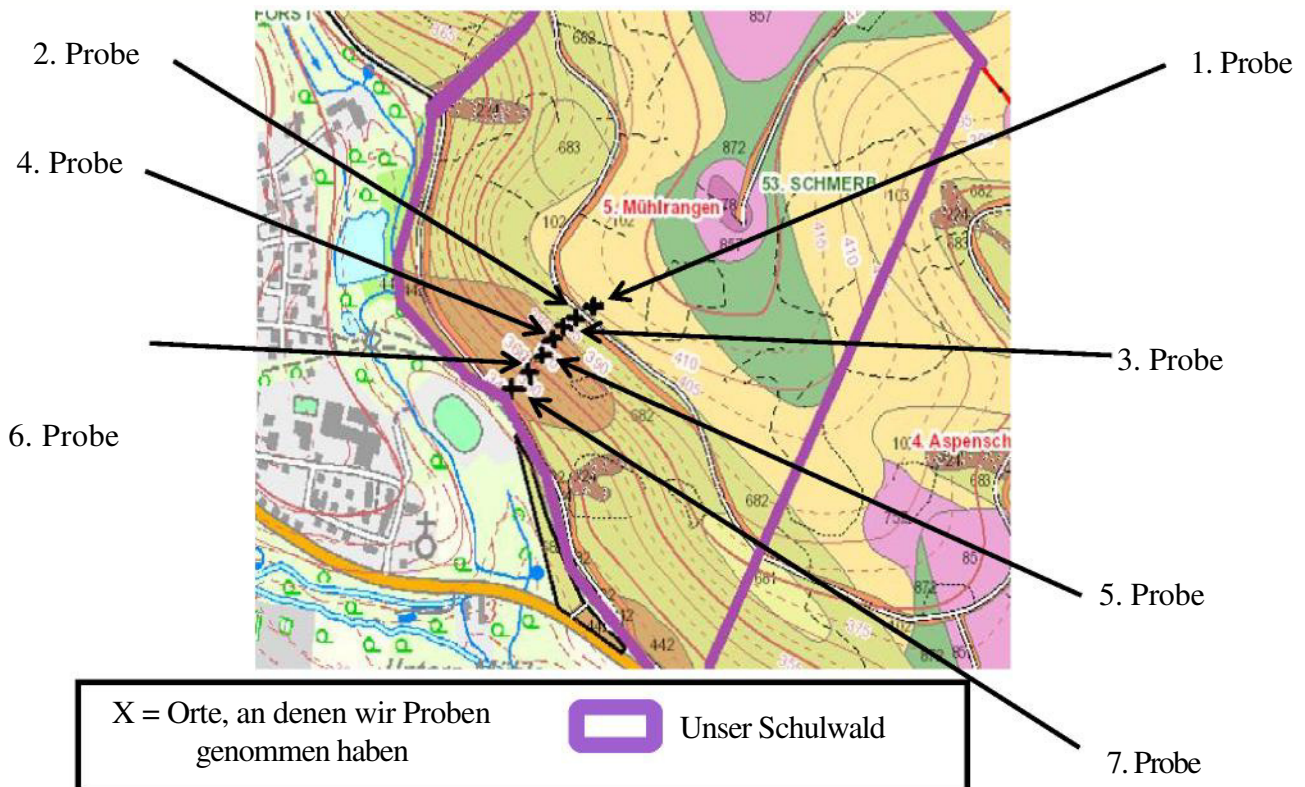
Mit Hilfe eines Hammers klopfen wir den Bohrer bis kurz vor dem Griff in die ausgewählte Stelle. Danach versuchen wir vorsichtig, ihn zu drehen und dabei heraus zu ziehen. Hierbei kamen erste Probleme auf. Durch den vielen Lehm und teilweise Sandstein, war es sehr mühselig, den Bohrstab wieder aus dem Boden zu bekommen. Wir hantierten teilweise zu zweit daran herum, bis wir ihn endlich heraus bekommen konnten.

Diese Proben kamen aus verschiedenen Lagen und Höhen, was durch die GPS-Daten dargestellt wird. Sie enthielten mehrere unterschiedliche Bodenschichten.





Probe	Bodenbestandteile (Alle Angaben in cm)	GPS-Daten
1.	Humus: 10 Sand: 40 Erd-Sand-Lehm-Gemisch: 40	N 49 850 243 O 010 50 533
2.	Humus: 5 Sand: 85	N 49 850 039 O 010 50 5005
3.	Humus: 12 Lehm-Sand-Gemisch: 35 Lehm: 43	N 49 849 8 O 010 504 887
4.	Humus: 7 Lehm-Erd-Gemisch: 30 Lehm-Sand-Gemisch: 25 Lehm: 28	N 49 849 634 O 010 504 74
5.	Humus: 5 Erde: 12 Lehm: 73	N 49 849 473 O 101 504 401
6.	Erde: 10 Erd-Lehm-Gemisch: 10 Sandstein: 4 Lehm-Sand-Gemisch: 10 Lehm: 56	N 49 849 285 O 101 504 077
7.	Humus: 4 Erd-Humus-Gemisch: 15 Sand-Lehm-Gemisch: 71	N 49 849 122 O 010 503 62



## Vorgehensweise:

### 2.0 Materialien und Chemikalien für die Analyse:

Materialien	Chemikalien
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sieb</li> <li>- Reagenzglas</li> <li>- Spatel (Metall)</li> <li>- Trichter</li> <li>- Messzylinder</li> <li>- Waage</li> <li>- Schüttelflasche</li> <li>- Glasstampfer</li> <li>- Kunststoffschaufel</li> <li>- Prüfglas (Sedimente)</li> <li>- Farbprüfscheibe:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- pH-Wert</li> <li>- Phosphor</li> </ul> </li> <li>- Teststäbchen:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- pH-Wert</li> <li>- Ammonium</li> <li>- Nitrat - Nitrit</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calciumchlorid</li> <li>- Calciumchloridlösung</li> <li>- Ethanolösung</li> <li>- Pyrophosphatlösung</li> <li>- destilliertes Wasser</li> <li>- Schwefelsäure</li> <li>- Natriumdisulfid</li> <li>- Natriumhydroxid</li> </ul>



# Vorgehensweise:

## 3.1 Experimente:

### 3.2 Sedimentationsanalyse (Bestimmung der Bodenart)

#### Was bedeutet das und wozu ist es gut? :

Die Sedimentationsanalyse basiert auf der unterschiedlichen Sinkgeschwindigkeit verschieden großer Teilchen und führt

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

so zu einer Sortierung nach Korngrößendurchmesser. Nach der Formel

(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.

#### Vorgehensweise:

- gesiebte Erde bis zu E-Markierung in das Prüfglas geben und leicht stauchen
- bis zur F-Markierung mit Wasser auffüllen
- 10 Tropfen der Pyrophosphatlösung hinzugeben
- stark schütteln, bis Boden und Wasser sich gleichmäßig verteilt haben
- plötzlich stoppen, das Glas aufrecht positionieren und warten bis die Bodenteilchen sich abgesetzt haben
- anhand der Buchstaben-Markierung die jeweilige Bodenart bestimmen

#### Aufgetretene Probleme:

- lange Wartezeiten
- Mögliche Ungenauigkeit

#### Ergebnisse:

Marke	Sand (%)	Bodenart
E	100-91	Sand
D	90-87	Anlehmiger Sand
C	86-82	Lehmiger Sand
	81-77	Stark lehmiger Sand
B	76-71	Sandiger Lehm
	70-54	Lehm
A	55-40	Schwerer Lehm
	40- 0	Ton

deutsches Bodenschätzungsgesetz



	<b>Bodenart</b>
<b>1. Probe</b>	Sand
<b>2. Probe</b>	stark lehmiger Sand
<b>3. Probe</b>	lehmiger Sand
<b>4. Probe</b>	Sand
<b>5. Probe</b>	Sand
<b>6. Probe</b>	Sand
<b>7. Probe</b>	anlehmiger Sand



### 3.2 pH-Wert:

#### Welchen Einfluss:

Der pH-Wert des Bodens beeinflusst die (biologische) Verfügbarkeit von Nährsalzen (Magnesium, Schwefel, Sulfat; Nitrat). Bei neutralem und alkalischem Boden-pH bilden sich Eisenoxidhydroxide, die nicht aufgenommen werden können, es entsteht Eisenmangel. Treten starke pH-Wert-Änderungen auf, so können die Pflanzenorgane auch unmittelbar betroffen sein.

pH < 7 als saure wässrige Lösung,

pH = 7 als neutrale wässrige Lösung,

pH > 7 als basische (alkalische) wässrige Lösung

#### Vorgehensweise:

- gesiebte Erde mit Calciumchlorid vermengen und 10 Minuten lang gelegentlich umrühren
- Das Gemisch filtrieren und 4 Tropfen einer Ethanlösung mit dem Filtrat vermengen
- mit Hilfe der Farbprüfscheibe oder des Teststäbchens den pH-Wert ablesen

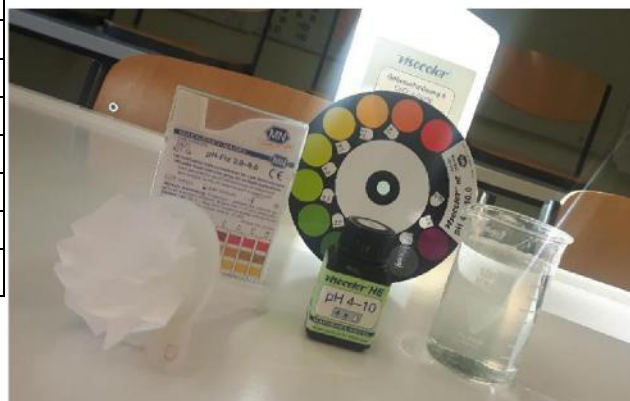
#### Aufgetretene Probleme:

- Ungenauigkeit anhand der Farbscheibe
- Lange Wartezeiten, in denen man Nichts tun kann



#### Ergebnisse:

	pH-Wert
<b>1. Probe</b>	4
<b>2. Probe</b>	5
<b>3. Probe</b>	5
<b>4. Probe</b>	6,5
<b>5. Probe</b>	7
<b>6. Probe</b>	6,5
<b>7. Probe</b>	7,5



### 3.4 Phosphor:

#### Wozu brauchen es Pflanzen:

In Pflanzen erfüllt Phosphor verschiedene essenzielle Funktionen. Er ist Strukturelement in der DNS (Desoxiribonukleinsäure) und RNS (Ribonukleinsäure). Er dient als universelle Form des Energietransfers in Zellen. Das Weiteren hat Phosphor Einfluss auf den Kohlenhydrathaushalt, die Photosynthese und den Wasserhaushalt von Pflanzen.

#### Vorgehensweise:

- gesiebte Erde mit Calciumchlorid vermengen und 10 Minuten lang gelegentlich umrühren
- das Gemisch filtrieren und 10ml destilliertes Wasser hinzugeben
- 12 Tropfen Schwefelsäure und 6 Tropfen Natriumdisulfid rein mischen
- nach 10 Minuten die Farbe mit der Farbprüfscheibe vergleichen und den Phosphorwert ablesen
- das Ergebnis mit 10 multiplizieren um den Wert in x mg/kg P

#### Aufgetretene Probleme:

- Ungenauigkeit anhand der Farbscheibe
- Lange Wartezeiten, in denen man Nichts tun kann

#### Ergebnisse:

	<b>Phosphor</b>
<b>1. Probe</b>	20 mg /kg P
<b>2. Probe</b>	10 mg /kg P
<b>3. Probe</b>	20 mg /kg P
<b>4. Probe</b>	30 mg /kg P
<b>5. Probe</b>	10 mg /kg P
<b>6. Probe</b>	20 mg /kg P
<b>7. Probe</b>	20 mg /kg P



### 3.5 Nitrat und Nitrit:

#### Wozu brauchen es Pflanzen:

Ammonium wird in Boden und in Gewässern unter Sauerstoffverbrauch bakteriell zuerst zu Nitrit und von einer anderen Bakterienart weiter zu Nitrat oxidiert und damit entgiftet. Dieser Vorgang wird Nitrifikation genannt und ist im Boden durchaus erwünscht. Auch in Gewässern ist die Nitrifikation ein wichtiger Teil der Selbstreinigung.

#### Vorgehensweise:

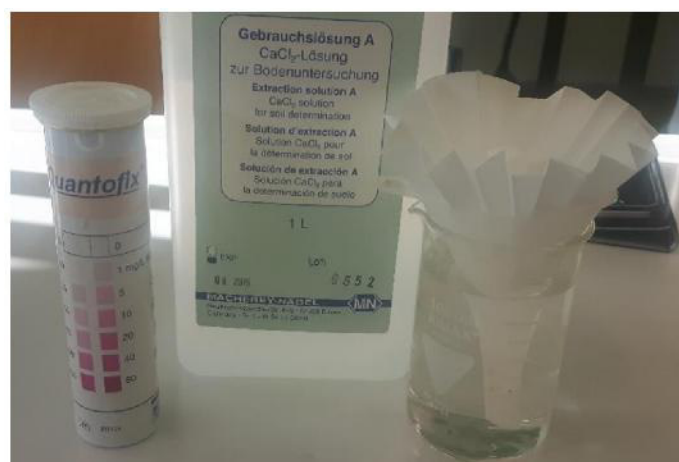
- gesiebte Erde mit Calciumchlorid vermengen und es dann filtrieren
- Teststäbchen für Nitrat und Nitrit in das Gemisch halten und nach 60 Sekunden die Zahl ablesen und wie folgt den originalen Wert berechnen:
  - Nitrat:  $x \text{ mg/L NO}_3 : 0,23$
  - Nitrit:  $x \text{ mg/L NO}_2 \times 0,30$

#### Aufgetretene Probleme:

- Unsicherheit bei der Farbwahl auf Teststreifen

#### Ergebnisse:

	<b>Nitrat</b>	<b>Nitrit</b>
<b>1. Probe</b>	5,75 mg N/kg	0 mg N/kg
<b>2. Probe</b>	2,3 mg N/kg	0,3 g N/kg
<b>3. Probe</b>	1,15 mg N/kg	0 mg N/kg
<b>4. Probe</b>	2,3 mg N/kg	0,3 mg N/kg
<b>5. Probe</b>	5,75 mg N/kg	0 mg N/kg
<b>6. Probe</b>	1,15 mg N/kg	0,3 mg N/kg
<b>7. Probe</b>	5,75 mg N/kg	0 mg N/kg



### 3.6 Ammonium:

#### Wozu brauchen es Pflanzen:

Es befreit den Boden von Giftstoffen, welche bei der Aufnahme von den Pflanzen zu einem Absterben dieser kommen würde.

#### Vorgehensweise:

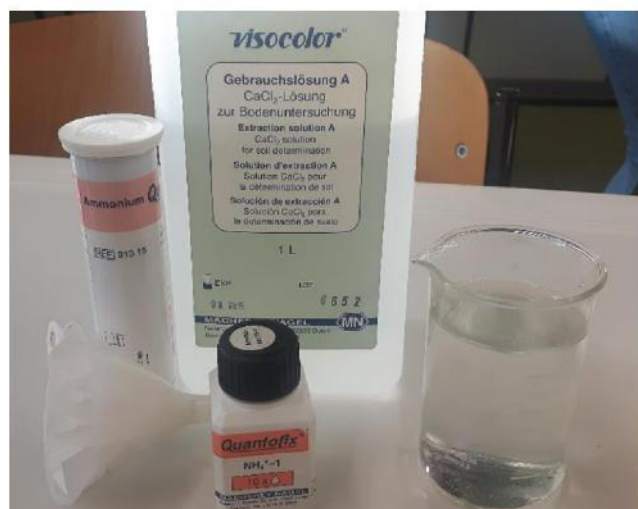
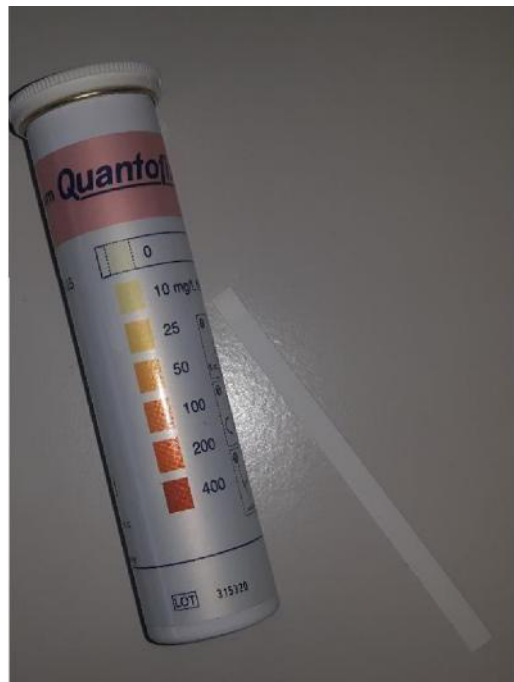
- gesiebte Erde mit Calciumchlorid vermengen und es dann filtrieren
- 10 Tropfen Natriumhydroxid hinzugeben
- Teststäbchen für maximal 5 Sekunden in das Gemisch halten und danach Wert ablesen
- Diesen folgend berechnen:  $x \text{ mg/L NH}_4 \times 0,18$

#### Aufgetretene Probleme:

- Unsicherheit bei der Farbwahl auf Teststreifen

#### Ergebnisse:

	<b>Ammonium</b>
<b>1. Probe</b>	7,8 mg A/kg
<b>2. Probe</b>	7,8 mg A/kg
<b>3. Probe</b>	7,8 mg A/kg
<b>4. Probe</b>	7,8 mg A/kg
<b>5. Probe</b>	7,8 mg A/kg
<b>6. Probe</b>	0 mg A/kg
<b>7. Probe</b>	7,8 mg A/kg



Ergebnisse der diesjährigen Analysen zusammengefasst:

	<b>pH-Wert</b>	<b>Nitrat</b>	<b>Nitrit</b>	<b>Ammonium</b>	<b>Phosphor</b>	<b>Bodenart</b>
<b>1. Probe</b>	4	5,75 mg N/kg	0 mg N/kg	7,8 mg A/kg	20 mg /kg P	Sand
<b>2. Probe</b>	5	2,3 mg N/kg	0,3 g N/kg	7,8 mg A/kg	10 mg /kg P	stark lehmiger Sand
<b>3. Probe</b>	5	1,15 mg N/kg	0 mg N/kg	7,8 mg A/kg	20 mg /kg P	lehmiger Sand
<b>4. Probe</b>	6,5	2,3 mg N/kg	0,3 mg N/kg	7,8 mg A/kg	30 mg /kg P	Sand
<b>5. Probe</b>	7	5,75 mg N/kg	0 mg N/kg	7,8 mg A/kg	10 mg /kg P	Sand
<b>6. Probe</b>	6,5	1,15 mg N/kg	0,3 mg N/kg	0 mg A/kg	20 mg /kg P	Sand
<b>7. Probe</b>	7,5	5,75 mg N/kg	0 mg N/kg	7,8 mg A/kg	20 mg /kg P	anlehmiger Sand

Auswertung dieser Ergebnisse Verglichen mit den Normwerten:

	<b>Unsere durchschnittlichen Werte</b>	<b>bayernweite durchschnitts Normwerte</b>
<b>pH-Wert</b>	<b>6,9</b>	5,7
<b>Phosphor</b>	18,57 mg /kg P	<b>2,5 mg /kg P</b>
<b>Nitrat</b>	<b>3,45 mg N/kg</b>	<b>20 mg N/kg</b>
<b>Nitrit</b>	<b>0,13 mg N/kg</b>	5 mg N/kg
<b>Ammonium</b>	<b>6,69 mg N/kg</b>	4 mg N/kg

Mögliche Gründe für die Unterschiede:

Wenn man sich diese Ergebnisse ansieht, sieht man einen deutlichen Unterschied beim Nitrat- und Nitritgehalt. Dies kann daran liegen, dass wir sie ja mit den durchschnittlichen Normwerten von Bayern vergleichen und wir im Steigerwald eben einen Boden mit einem guten Stoffwechsel haben. Dies beweist auch der Ammoniumgehalt der hier etwas über dem bayernweiten Durchschnitt liegt.

Man sieht auch, dass der Phosphorgehalt weit über dem Durchschnitt liegt, diesen brauchen die Pflanzen für ihren Energietransfer und er hat Einfluss auf den Kohlenhydrathaushalt, die Photosynthese und den Wasserhaushalt der Pflanzen. Dieser hohe Gehalt könnte an dem vielen Totholz liegen.

Bei der 6. Probe kann man einen Ammoniumgehalt von 0 mg A/kg feststellen. Dadurch, dass dies kein Messfehler sein kann, ist ein möglicher Grund die Oxidation von Nitrat und Nitrit. Also ist dieses Ergebnis erneut ein Zeichen für den guten Stoffwechsel.



Unser Schulwald ist in einem äußerst guten Zustand



## Vergleich mit unseren letztjährigen

Werten: Bodenzusammensetzung:

	<b>Bestandteile</b>
<b>1. Probe</b>	Humus: 30cm Lehm: 43cm Sand: 27cm
<b>2. Probe</b>	Humus: 9cm Lehm: 54cm Sand: 37cm
<b>3. Probe</b>	Lehm: 71cm Humus: 29cm
<b>4. Probe</b>	Lehm: 80cm Humus: 20cm
<b>5. Probe</b>	Lehm: 100cm

Ergebnisse:

	<b>pH-Wert</b>	<b>Phosphor</b>	<b>Nitrat</b>	<b>Nitrit</b>	<b>Ammonium</b>
<b>1. Probe</b>	4,5	1 mg P/kg	2,3 mg N/kg	0,3 mg N/kg	25 mg A/kg
<b>2. Probe</b>	4	2 mg P/kg	5,8 mg N/kg	1,5 mg N/kg	10 mg A/kg
<b>3. Probe</b>	5,5	1 mg P/kg	2,3 mg N/kg	0,3 mg N/kg	0 mg A/kg
<b>4. Probe</b>	5	1 mg P/kg	2,3 mg N/kg	0,3 mg N/kg	10 mg A/kg
<b>5. Probe</b>	5,5	2 mg P/kg	5,8 mg N/kg	1,5 mg N/kg	10 mg A/kg

Folgende Ereignisse bestimmen die Veränderung und Neuentstehung von Böden und dessen Nährwerten:

- Wetter (Sonne, Regen, Frost, Wind)
- chemische Lösungs- & Verwitterungsprozesse - Pflanzenrückstände



## Ausblick:

Da dieses Projekt bereits seit zwei Jahren läuft, haben wir vor es weiter zu führen. Der Schulwald ist ein wichtiger Grundstein für viele unserer Projekte und ohne gute Bodennährstoffe würde sich vieles ändern. Momentan haben wir einen sehr guten Stickstoffhaushalt und überdurchschnittliche Phosphorwerte. Dies deutet auf einen guten Witterungsprozess hin, durch den es bei uns eine große Artenvielfalt gibt. Totholz ist ein entscheidender Punkt, warum der Stoffwechsel unseres Waldes so gut in Form ist. Wir erhoffen uns für die nächsten Jahre weiterhin positiv überdurchschnittliche Ergebnisse.

## Quellenangaben:

1. <https://www.bodenanalyse-zentrum.de/lexikon/ph-wert-im-boden>
2. <http://www.boden-fachzentrum.de/bodenqualitaet/boden-naehrstoffe/bodennaehrstoff-phosphor>
3. <http://www.chemie.de/lexikon/Sedimentation.html>
4. [https://de.wikipedia.org/wiki/N%C3%A4hrstoff\\_\(Pflanze\)](https://de.wikipedia.org/wiki/N%C3%A4hrstoff_(Pflanze))