

Diplomarbeit 2019/2020

Ökologische Sportrasenpflege

Fachrichtung:

Umwelt und Wirtschaft

Projektpartner:

Gartenleben GmbH
Weitraer Straße 20a
3910 Zwettl

TSV Nöchling

Wimfeldstraße 1
3691 Nöchling

VerfasserIn:

Julian Voracek, 5.AUW, Katalognummer 24
Max Wiesinger, 5.AUW, Katalognummer 25

BetreuerInnen:

Mag. Eva-Maria Mayr, Angewandte Biologie und ökologische Umweltanalytik
Mag. Christoph Zauner, Angewandte Chemie und chemische Umweltanalytik

27.02.2020 _____
Datum der Abgabe

1. Eidesstattliche Erklärung

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

Nöchling, am 20.02.2020

Verfasser/in: Julian Voracek:_____

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

Nöchling, am 20.02.2020

Verfasser/in: Max Wiesinger:_____

2. Abstract

2.1. Deutsch

In dieser Diplomarbeit hat man sich mit der ökologischen Sportplatzpflege beschäftigt. Sportplätze werden in der heutigen Zeit nahezu mit synthetischen Düngern getötet. Der Boden kann sich dadurch nicht mehr erholen und es führt zur Überdüngung. Viele Plätze reagieren anders, und zwar entweder mit einem Pilz oder Kahlstellen. Aus diesem Grunde hat sich eine Firma aus Zwettl mit diesem Thema befasst und ein Konzept mit biologischen Düngemitteln und Pflanzenstärkungsmitteln zusammengestellt.

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist, dass man den Sportplatz mit diesem biologischen Konzept regenerieren lässt und gleichzeitig stärkt, damit dieser nicht nur an Robust- und Kompaktheit gewinnt, sondern auch widerstandsfähiger wird. Warum wurde dieses Thema gewählt, und zwar sind die Ersteller dieser Diplomarbeit sehr begeisterte Fußballer und es gibt nichts Schöneres, als auf einem Rasen zu spielen, der eine Top Qualität aufweist. Dadurch das der Sportplatz in Nöchling schon sehr geschädigt war, hat man sich im Vorstand zum Ziel gesetzt, diesen mit biologischen Mitteln wieder auf Vordermann zu bringen. Der Sportplatz wurde dreimal in regelmäßigen Abständen gemessen. Dabei wurden die Messungen in einen biologischen und chemischen Teil unterteilt. Beim biologischen Teil wurden gewisse Thematiken, wie zum Beispiel die Bodenprofilanalyse, die Filterwirkung, die Dichtheitsprobe, die Vegetationsaufnahme und vieles mehr untersucht. Der chemische Teil befasste sich mit einigen Richtwerten, die im Boden vorhanden sind, wie zum Beispiel, Kaliumphosphat, Acidität, und vieles mehr. Außerdem wurden Vergleichsversuche unternommen, und zwar verglich man den Komposttee der Fa. Gartenleben mit einem selbsterstellten Komposttee und einem synthetischen Dünger. Man kann sagen, dass man das Ziel mit dieser Diplomarbeit erreicht hat, weil durch diese Methoden der Boden wieder an Festigkeit, Stabilität und Widerstandfähigkeit zugenommen hat. Diese Diplomarbeit hat einen engen Zusammenhang mit der Praxis, da man ständig mit den Personen vom Verein

kooperiert hatte und diese auch auf die Ergebnisse dieser Arbeit gespannt sind, weil Sie wissen wollen, wie es im Boden dieses Sportplatzes vorgeht.

2.2. English

This diploma thesis dealt with ecological sports field maintenance. Sports fields are almost killed today with synthetic fertilizers. As a result, the soil can no longer recover and it leads to over-fertilization. Many places react differently, either with a mushroom or bald spots. For this reason, a company from Zwettl has dealt with this topic and put together a concept with biological fertilizers and plant strengthening agents. The aim of this diploma thesis is that the biological concept allows the sports field to be regenerated and strengthened at the same time so that it not only gains in robustness and compactness, but also becomes more resistant. Why was this topic chosen, and the creators of this diploma thesis are very enthusiastic footballers and there is nothing better than playing on a lawn of top quality. Due to the fact that the sports field in Nöchling was already badly damaged, the board of directors set itself the goal of getting it back up and running using biological means. The sports field was measured three times at regular intervals. The measurements were divided into a biological and chemical part. In the biological part, certain issues were examined, such as soil profile analysis, the filter effect, the leak test, the vegetation uptake and much more. The chemical part dealt with some guideline values that are present in the soil, such as, potassium phosphate, acidity, and much more. Comparative tests were also carried out, comparing the compost tea from Gartenleben with a self-made compost tea and a synthetic fertilizer. You can say that you achieved your goal with this diploma thesis, because with these methods the soil has regained strength, stability and resilience. This diploma thesis has a close connection to practice, because there was constant cooperation with the people from the club and they are also looking forward to the results of this work, because they want to know how it works on the ground of this sports field.

3. Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle bei allen Menschen bedanken, die uns bei der Erstellung dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Ein Besonderer Dank kommt nicht nur unseren Kooperationspartnern Gartenleben GmbH und TSV Nöchling zu, sondern auch unseren Betreuungslehrern Frau Mag. Eva-Maria Mayr und Herr Mag. Christoph Zauner. Die stets ein Verständnis für unsere Fragestellungen aufwiesen und uns mit den richtigen Hilfestellungen wieder auf den richtigen Weg brachten. Damit konnten wir uns besser auf die zentralen Fragestellungen der Arbeit konzentrieren.

Des Weiteren möchten wir uns bei dem Sportverein TSV Nöchling bedanken, dass Sie uns das Vertrauen gaben, unsere Diplomarbeit über ein Thema zu machen, welches uns wirklich interessierte und dadurch uns das Hauptspielfeld zur Verfügung stellten.

Zuletzt möchten wir der Fa. Gartenleben GmbH danken, welche uns bei jeglichen Fragen zur Verfügung gestanden sind und uns immer schnellstmöglich geholfen haben. Außerdem haben wir es dieser Firma zu verdanken, dass wir auf dieses Thema gekommen sind.

4. Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

HLUW Yspertal.....	1
1. Eidesstattliche Erklärung	2
2. Abstract	3
2.1. Deutsch	3
2.2. English.....	5
3. Danksagung.....	6
4. Inhaltsverzeichnis	7
Inhaltsverzeichnis	7
5. Einleitung.....	13
6. Theoretische Grundlagen	14
6.1. Was ist Boden allgemein? [Voracek].....	14
6.2. Bodenentwicklung:	14
6.3. Bodenkörper:.....	16
6.4. Bodenbestandteile:.....	17
6.4.1. Mineralische Substanz:.....	17
6.4.2. Organische Substanz:.....	18
6.4.3. Bodenwasser:	19
6.4.4. Bodenluft:.....	19
6.5. Bodenhorizonte und Bodenprofil:	20
6.6. Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet:	21
6.7. Projekt: "Ökologische Sportplatzpflege" von der Fa. Gartenleben:.....	22
6.8. Bodenparameter-Stickstoff [Wiesinger].....	24
6.8.1. Einführung	24
6.8.2. Auswirkungen auf den Boden	25
6.9. Bodenparameter-Kalium.....	25
6.9.1. Einführung	25
6.9.2. Auswirkungen auf den Boden	26
6.10. Bodenparameter-Phosphor	26
6.10.1. Einführung	26

6.10.2.	Auswirkungen auf den Boden.....	27
6.11.	Bodenparameter-pH-Wert.....	28
6.11.1.	Einführung.....	28
6.11.2.	Auswirkungen auf den Boden.....	29
6.12.	UV/VIS-Spektroskopie.....	30
6.12.1.	Einführung.....	30
6.12.2.	Funktionsweise/Prinzip/Messung.....	30
6.12.3.	Apparatives.....	31
6.12.4.	Absorptionsphotometrische Bestimmung.....	32
6.13.	Funktionsweise des Flammen AAS (F-AAS).....	32
6.13.1.	Prinzip:.....	32
6.13.2.	Messung:.....	33
6.13.3.	Geräte F-AAS.....	33
6.13.4.	Lichtquellen.....	34
6.13.5.	Nachteil.....	34
7.	Durchführung.....	35
7.1.	Spatendiagnose [Voracek].....	35
7.2.	Bodentypbestimmung mittels Bodenprofil.....	35
7.3.	Schlämmanalyse.....	36
7.4.	Fingerprobe.....	37
7.5.	Bestimmung der Bodenfeuchte.....	38
7.6.	Filterwirkung des Bodens.....	38
7.7.	Bestimmung der Gefüge- und Aggregatstabilität.....	38
7.8.	Bestimmung der Bodendichte.....	39
7.9.	Bestimmung der Humusform nach Farbe.....	39
7.10.	Bestimmung des Humusgehaltes.....	40
7.11.	Bodenorganismen.....	41
7.12.	Bestimmung des Kalkgehaltes.....	41
7.13.	Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet.....	42
7.14.	Wasserdurchlässigkeitsmessung mit einer Prallplatte.....	43
7.15.	Erstellen der Probeflächen.....	44
7.16.	Erstellen des Komposttees (Gartenleben).....	45
7.17.	Erstellen des Komposttees (selbst gemacht).....	45

7.18.	Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphats und Kalium nach der Calcium – Acetat – Lactat (CAL) Methode nach ÖNORM L1087 [Wiesinger]	47
7.19.	Phosphat	47
7.19.1.	Probennahme	47
7.19.2.	Herstellen der Lösungen	47
7.19.3.	Lösungen für die Phosphatbestimmung:	48
7.19.4.	Eichlösungen	49
7.19.5.	Extraktion	52
7.19.6.	Phosphatbestimmung	53
7.20.	Kalium	54
7.20.1.	Probennahme	54
7.20.2.	Herstellen der Lösungen	54
7.20.3.	Eichlösungen	55
7.20.4.	Kaliumbestimmung	56
7.21.	Stickstoff	57
7.21.1.	Probennahme	57
7.21.2.	Herstellen der Lösungen	57
7.21.3.	Extraktion	57
7.22.	Stickstoffbestimmung	58
7.22.1.	Einführung	58
7.22.2.	Messvorbereitungen	58
7.22.3.	Auswertung	59
7.23.	Bestimmung der Acidität nach ÖNORM L1083	60
7.23.1.	Probenahme	60
7.23.2.	Herstellen der Lösungen	60
7.23.3.	Aciditätbestimmung	60
8.	Ergebnisse und Diskussion	62
8.1.	Erste Biologische Messung (20.07.2019) [Voracek]	62
8.1.1.	Spatendiagnose	62
8.1.2.	Schlämmanalyse:	63
8.1.3.	Bodenprofilanalyse:	64
8.1.4.	Versickerung:	65
8.1.5.	Gefüge- und Aggregatsstabilität:	65
8.1.6.	Dichte:	65

8.1.7.	Bodenfeuchte:.....	66
8.1.8.	Fingerprobe:.....	66
8.1.9.	Filterwirkung:.....	66
8.2.	Zweite Biologische Messung (27.09.2019).....	67
8.2.1.	Spatendiagnose:.....	67
8.2.2.	Schlämmanalyse:.....	68
8.2.3.	Bodenprofilanalyse:	69
8.2.4.	Versickerung:	70
8.2.5.	Gefüge und Aggregatsstabilität:.....	70
8.2.6.	Dichte:.....	70
8.2.7.	Bodenfeuchte:.....	71
8.2.8.	Fingerprobe:.....	71
8.2.9.	Filterwirkung:.....	71
8.3.	Dritte Biologische Messung (15.11.2019).....	72
8.3.1.	Spatendiagnose:.....	72
8.3.2.	Schlämmanalyse:.....	73
8.3.3.	Bodenprofilanalyse:	74
8.3.4.	Versickerung:	75
8.3.5.	Gefüge und Aggregatsstabilität:.....	75
8.3.6.	Dichte:.....	76
8.3.7.	Bodenfeuchte:.....	76
8.3.8.	Fingerprobe:.....	76
8.3.9.	Filterwirkung:.....	76
8.4.	Vegetationsaufnahme.....	77
8.4.1.	Alle drei Messungen gesamt.....	77
8.4.2.	Schätzung des Deckungsgrades:	77
8.5.	Aufnahme der Bodenorganismen und Lebewesen.....	77
8.6.	Prallplatte	78
8.6.1.	1. Messung (20.07.2019):.....	78
8.6.2.	2. Messung (27.09.2019):.....	78
8.6.3.	3. Messung (15.11.2019):.....	78
8.7.	Humusgehalt	79
8.8.	Humusform nach Farbe.....	79
8.9.	Stickstoff (Prüfung ÖNORM 1.089) [Wiesinger]	80

8.9.1.	Erste Messung (12.6.2019).....	80
8.9.2.	Zweite Messung (10.9.2019)	82
8.9.3.	Dritte Messung (26.10.2019)	84
8.10.	Ergebnisse Phosphat/Kalium (Prüfung ÖNORM 1.089).....	87
8.11.	Phosphat.....	87
8.11.1.	Erste Messung (12.6.2019)	87
8.11.2.	Zweite Messung (10.09.2019)	89
8.11.3.	Dritte Messung (26.10.2019)	91
8.12.	Kalium	94
8.12.1.	Erste Messung (12.6.2019)	94
8.12.2.	Zweite Messung (10.09.2019)	96
8.12.3.	Dritte Messung (26.10.2019)	98
8.13.	Ergebnisse Acidität (Prüfung ÖNORM L 1.083)	101
8.13.1.	Erste Messung (12.06.2019)	101
8.13.2.	Zweite Messung (10.09.2019)	101
8.13.3.	Dritte Messung (26.10.2019)	101
8.14.	Ergebnisse Vergleichsfelder [Voracek, Wiesinger].....	103
8.14.1.	Erstellung der Vergleichsfelder inkl. Messung von chemischen Parametern (23.07.2019)	103
8.14.2.	Zweite Messung (10.09.2019)	104
8.14.3.	Dritte Messung (26.10.2019)	107
8.14.4.	Biologische Endbeurteilung	111
8.15.	Individuelle Themenstellung.....	113
8.15.1.	Max Wiesinger	113
8.15.2.	Julian Voracek	113
8.15.3.	Gesamtinterpretation	114
9.	Literaturverzeichnis.....	116
10.	Abbildungsverzeichnis	118
11.	Tabellenverzeichnis	122
12.	Anhang	124
12.1.1.	Kooperationsvertrag Gartenleben GmbH	124
12.1.2.	Kooperationsvertrag TSV Nöchling.....	126
12.1.3.	Projekthandbuch.....	128
12.1.4.	Lebenslauf Julian Voracek.....	136

12.1.5. Lebenslauf Max Wiesinger 138

5. Einleitung

Aufgrund der wechselhaften Wetterlagen und falscher Anwendungen vieler chemisch-synthetischer Düngemittel, wird der Rasen vieler Fußballplätze schnell in Mitleidenschaft gezogen und dauerhaft geschwächt. Durch die Behandlung des Sportplatzes mit Komposttee der Firma Gartenleben GmbH, der auf biologischen Inhaltsstoffen basiert, sollen die Wurzeln des Rasens gestärkt und geschützt werden. Als Vergleich werden noch biologische und synthetische Düngemittel verwendet. Außerdem soll sich dadurch eine leichtere Bespielbarkeit und bessere Resistenz gegenüber Hitzeperioden ergeben. Mit der Arbeit möchte untersucht werden, ob der Rasen nach der Behandlung mit dem Düngemittel „Komposttee“ für Grünflächen gesünder, grüner und dichter wirkt. Ergänzend dazu wird analysiert, wie sich die bodenchemischen Parameter im Laufe einer Vegetationsperiode verändern. Dazu werden Vergleichsfelder erstellt, sowie diese mit den verschiedenen Düngemitteln gedüngt und bewässert. Über drei Monate hinweg wird ein Bodenprofil genommen, ein Schlammbild erstellt, Bodenproben genommen, bodentypische und biologische Parameter analysiert, sowie der Verlauf dieser dargestellt. Des Weiteren werden in der Arbeit nur die pflanzenverfügbaren Parameter gemessen, die allgemein verfügbaren Nährstoffe werden nicht gemessen. Kein Ziel dieser vorwissenschaftlichen Arbeit ist es, eine Wasseranalyse der Bewässerungsanlage, die die Vergleichsfelder bewässert, durchzuführen. Im ersten Teil der Arbeit wird theoretisch auf das Thema Boden hingeführt. Darauf aufbauend wird im zweiten Teil der vorwissenschaftlichen Arbeit die Vorgehensweise dokumentiert. Abschließend wird das Ergebnis der Diplomarbeit dargestellt, sowie diskutiert. Als Fachliteratur werden das Buch „Analytische Chemie“ von Matthias Otto, sowie diverse Internetseiten von Universitäten, Bundesämtern und Unterlagen aus dem praktischen Unterricht herangezogen. Das Thema der Diplomarbeit wurde gewählt, da es eine besondere Beziehung der Diplomanten zum Fußball generell, aber auch zur Pflege und Erhaltung des wertvollsten Spielgeräts, dem Sportplatz gibt.

6. Theoretische Grundlagen

6.1. Was ist Boden allgemein? [Voracek]

Der Boden ist nicht nur die Verwitterungsschicht der äußeren Erdkruste, sondern auch ein komplexer Lebensraum. Er ist die Grundlage für die Produktion von Nahrungsmitteln und das Zuhause von vielen verschiedenen Lebewesen. Besonders für Lebewesen wie Mikroorganismen, Bakterien, Pilze, Pflanzen und Tiere gibt dieser die perfekte Lebensgrundlage, weil im Boden viele verschiedene, aber auch wichtige Nährstoffe vorhanden sind, die einzelne aber auch mehrere Lebewesen brauchen. Nicht nur die Tierchen profitieren vom Leben im Boden, sondern auch der Boden, denn viele verschiedene Organismen sind zuständig, dass im Boden diverse Umwandlungsprozesse ablaufen. Durch diese Prozesse wird der Boden ständig mit organischen Substanzen angereichert und dadurch auch die Bodenfruchtbarkeit gefördert und verbessert. Zusätzlich ist der Boden auch für andere Prozesse und Funktionen wichtig, und zwar wie zum Beispiel die Trinkwasserversorgung, Bau- und Rohstofflager, Nahrungsmittelproduktion, kulturhistorische Archivfunktion und Erholungsfunktion.

(vgl. <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/00.htm>, 29.11.2019)

6.2. Bodenentwicklung:

Ein Boden entsteht aus einem Gestein, welches in langen Zeiträumen unter Einfluss verschiedener Einwirkungen weiterentwickelt wird. Die Einflüsse sind zum Beispiel Klima, Wasser, Vegetation, Bodenorganismen und anthropogene Nutzung.

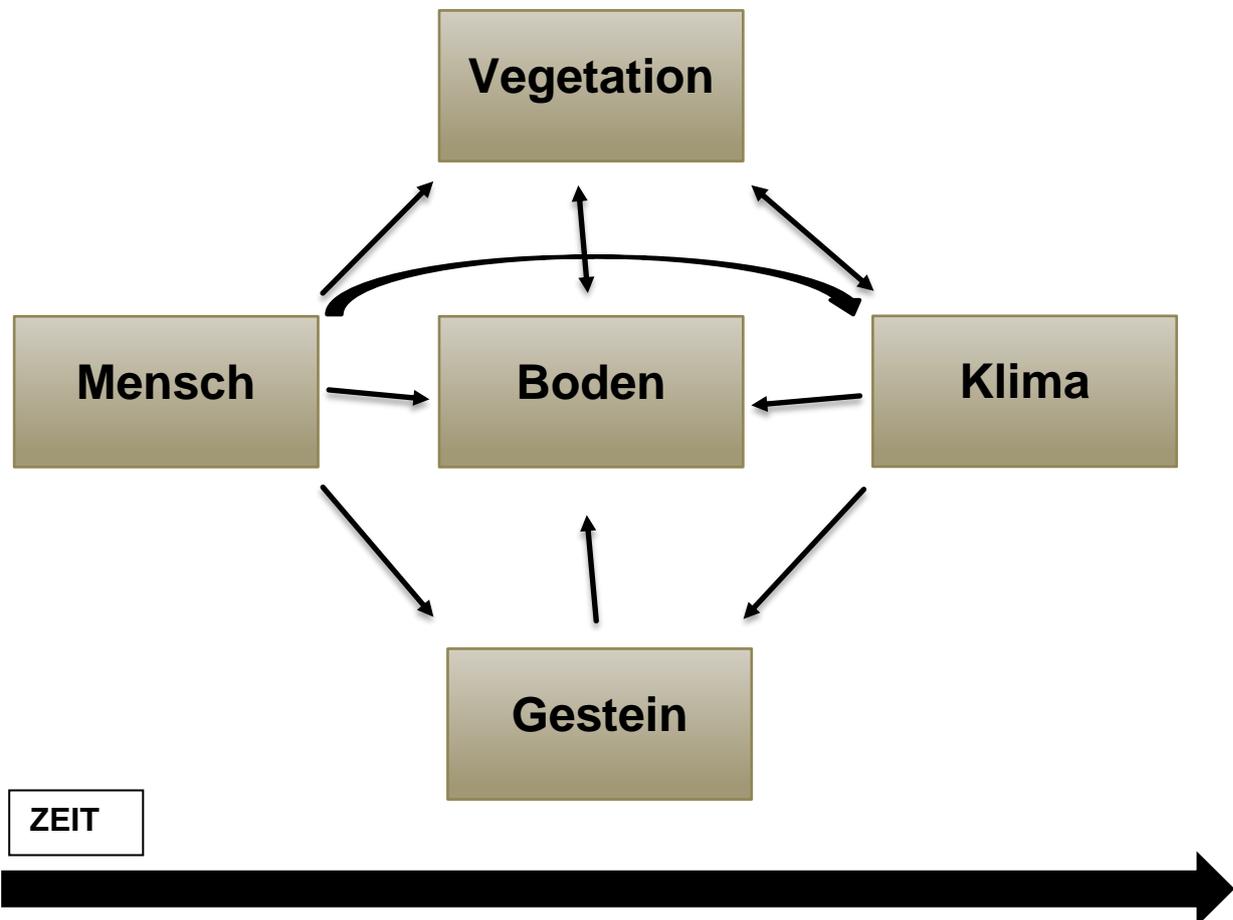


Abb. 1, Zusammenwirken der Faktoren der Pedogenese Julian Voracek

Die Entwicklung des Bodens beginnt immer an der Oberfläche und verläuft dann in Laufe der Zeit in die Tiefe. Als erstes wird das feste Gestein gelockert, wodurch Klüfte und Spalten entstehen. In diese Spalten gelangen nicht nur Pionierpflanzen wie Moose und Flechten, sondern auch Pioniertierchen. Dadurch, dass sich in diese Spalten Pflanzen und Tiere angesiedelt haben, entsteht auch organische Substanz und diese wird nach einer gewissen Zeit zu Humus. Also kann man nach einer Zeitspanne schon eine geringe Humusschicht erkennen, auf der sich Pflanzen wie Gräser und Kräuter vermehren können.

Durch die voranschreitende Verwitterung und Einwirkungen der bereits entstandenen Spalten, lockern Pflanzen das Gestein mehr und mehr auf. Es entsteht lockere Erde, die durch die genügend vorhandene Nährstoff- und Wasserversorgung auch größere

Bäume und Sträucher entwickeln und wachsen lassen kann. Durch die immer größeren und stärker werdenden Wurzeln zerfällt das Gestein noch weiter.

Nach den vielen Zerfallsprozessen bildet sich eine Vegetationsdecke, welche den bereits entstandenen Boden vor verschiedenen Einwirkungen schützt, wie zum Beispiel vor Trockenheit, Kälte und Erosion (Wind, Regen). Aber auch die gebildeten Pflanzen bilden ein organisches Material, welches bei Zersetzung und anschließender Humifizierung zu Humus umgewandelt wird.

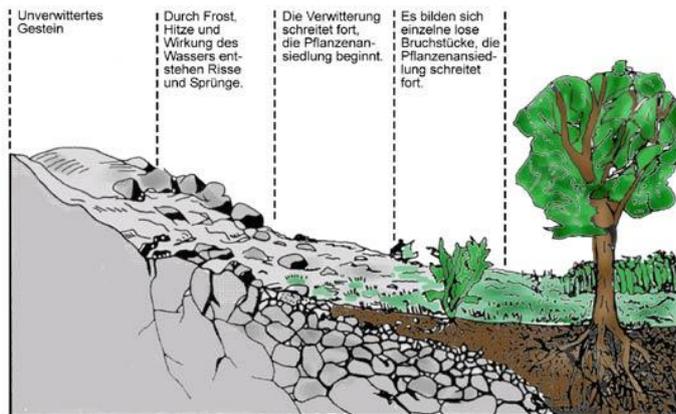


Abb. 2, vom Gestein zum Boden (verändert nach: KLOHN/ WINDHORST 1999, S. 13) <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/04.htm>

Es entsteht in einem Wirkungsgefüge von Ausgangsgestein, Relief, Klima, Wasser und Organismen der Boden.

(vgl. <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/04.htm>, 20.11.2019)

6.3. Bodenkörper:

Der Boden wird auch die oberste Schicht der Erdkruste genannt und der Unterschied zu den anderen Schichten ist ganz einfach der, dass diese Schicht von pflanzlichen und tierischen Organismen belebt wird. Abgegrenzt wird diese Schicht nach oben durch die Vegetationsdecke und nach unten durch ein Ausgangsgestein, welches entweder fest oder locker sein kann. Ein Bodenkörper wird gebildet, indem die Bodenpartikel in einer bestimmten Weise angeordnet werden und so entsteht eine charakteristische Gefügestruktur. Zwischen diesen Partikeln befinden sich auch Hohlräume, die sogenannten Poren, welche sich mit Bodenlösung und Bodenluft füllen. Außerdem können diese Poren von den Wurzeln genutzt werden, um weiter in

den Boden vorzudringen und um Festigkeit zu erzielen. Ein wichtiger Aspekt ist, dass sich an den benachbarten Bodenkrümel Bodenorganismen angesiedelt haben

6.4. Bodenbestandteile:

Wie oben erwähnt ist der Boden die oberste Schicht der festen Erdkruste. Außerdem ist er belebt und unterscheidet sich dadurch auch vom festen Gestein.

Der Boden besteht aus:

- Mineralische Substanz
(Mineralien versch. Art und Größe)
- Organische Substanz
(Humusteilchen, abgestorbene Pflanzen und Tiere)
- Bodenwasser
- Bodenluft

(vgl. <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/01.htm>, 20.11.2019)

6.4.1. Mineralische Substanz:

Die mineralische Substanz entsteht durch die Verwitterung des Gesteins und ist mit über 90 % der Hauptbestandteil des Bodens. Ganz wichtig ist, dass der Boden durch die mineralischen Bestandteile nicht nur alle Bodeneigenschaften, sondern auch die potenzielle Nutzung beeinflusst. Außerdem hat die mineralische Substanz einen engen Bezug zum Ausgangsgestein, weil Minerale durch chemische Prozesse verändert oder neu gebildet werden. Noch gut zu wissen ist, dass diese Substanzen zum Großteil für die Strukturierung des Bodenkörpers verantwortlich ist und dadurch wichtige Mineralsalze an Pflanzen und Tiere liefern.

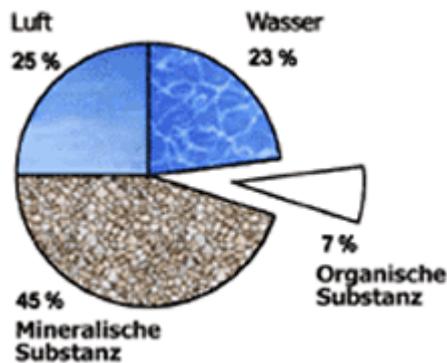


Abb. 3, Zusammensetzung des Bodens verändert nach: SCHROEDER, D. (1992, S. 13/36), <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/02.htm>

(vgl. <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/02.htm>, 29.11.2019)

6.4.2. Organische Substanz:

Die organische Substanz besteht aus Bestandteilen, welche einen belebten Ursprung haben, und zwar ist das entweder Edaphon (lebende Pflanzenwurzeln und Bodenorganismen) oder abgestorbene, umgewandelte Reste von Pflanzen und Tieren. Das eigentliche neu entstandene Produkt wird Humus genannt und dieser bildet die Grundlage dieser Substanz mit 85%.

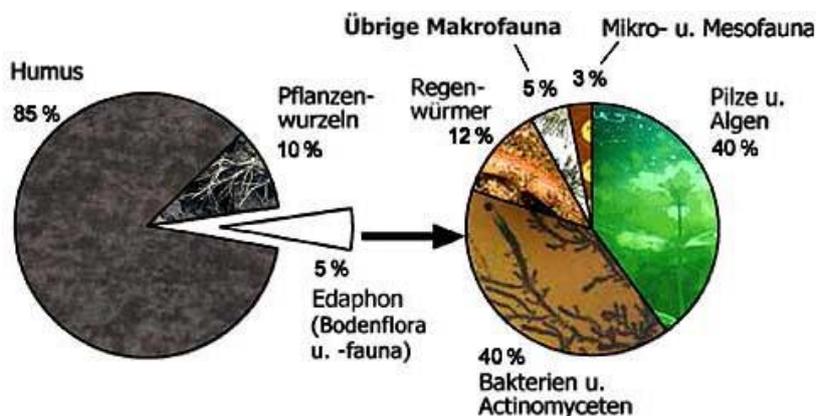


Abb. 4, Zusammensetzung der organischen Substanz eines Grünlandbodens (in Gewichts-% der Trockensubstanz; verändert nach: SCHROEDER, D. (1992, S. 36), <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/03.htm>

(vgl. <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/03.htm>, 29.11.2019)

6.4.3. Bodenwasser:

Das Bodenwasser ist der flüssige Bestandteil und dieser ist ganz einfach gesagt eine Suspension, welche Bestandteile der Atmosphäre durch Regenwasser und Bestandteile aus der Bodenmatrix enthalten. Das eigentliche Bodenwasser entsteht durch atmosphärische Niederschläge und dieses Wasser bleibt, je nachdem wie die Bodenart und die Porung ist, als Haftwasser im Boden oder versickert und bildet das Grundwasser. Das Haftwasser wird aus dem Adsorptionswasser, welches gegen die Schwerkraft der Oberfläche fester Bodenpartikel festgehalten und dem Kapillarwasser, dass in Poren und Kapillaren gebunden wird, gebildet. Außerdem ist das Bodenwasser ein Lieferant für Wasser und den darin gelösten Salzen, welche die Pflanzen und Tiere zum Leben brauchen. Das Bodenwasser ist auch ein Lebensraum für viele Bodenorganismen und noch dazu ist es an den meisten Bodenentwicklungsprozessen, die im Boden vorgehen, beteiligt. Einige Beispiele dafür sind Verwitterung, Verlagerung und Humusanreicherung.

(vgl. <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/04.htm>, 29.11.2019)

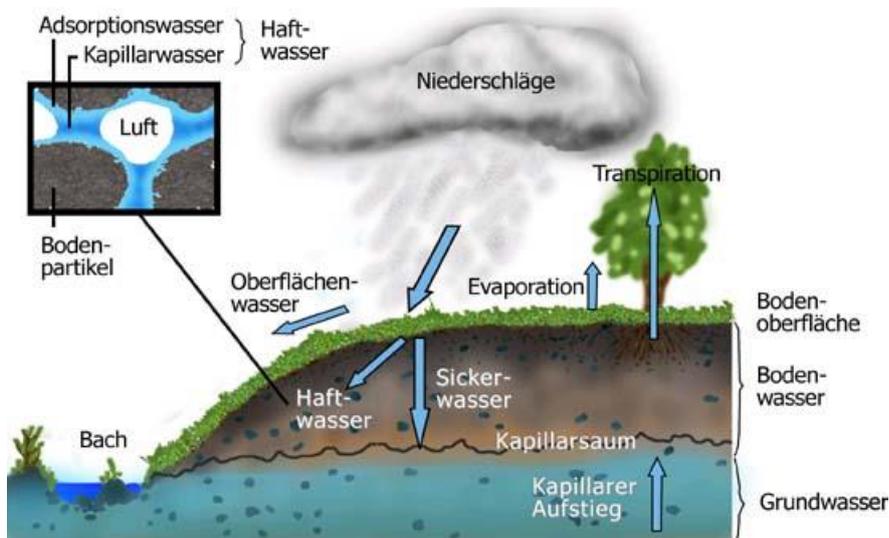


Abb. 5, Verteilung von Niederschlägen und Bodenwasser, <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/04.htm>

6.4.4. Bodenluft:

Die Bodenluft ist der gasförmige Bestandteil des Bodens und der enthaltene Sauerstoff ist die wesentliche Voraussetzung für lebensnotwendige Atmungsprozesse der Bodenorganismen und Pflanzenwurzeln. Außerdem wirkt die Bodenluft, wie Bodenwasser durch Oxidations- und Reduktionsprozesse bei der Bodenentwicklung mit. Grundsätzlich besteht die Bodenluft aus denselben

Bestandteilen wie die atmosphärische Luft, und zwar aus Stickstoff (N), Sauerstoff (O₂) und Kohlenstoffdioxid (CO₂), unter bestimmten Bedingungen auch aus Ammoniak (NH₃), Schwefelwasserstoff (H₂S) und Methan (CH₄). Wichtig zu wissen ist, dass zwischen Bodenluft und Atmosphäre ein ständiger Gasaustausch stattfindet und dieser wird auch Bodenatmung genannt. Grund dafür ist ganz einfach die Luftbewegung von verschiedenen Druckunterschieden zwischen Atmosphäre und Bodenluft. Diffusionsvorgänge spielen aufgrund unterschiedlicher Partialdrücke der Luftkomponenten O₂ und CO₂ eine wichtige Rolle.

Da der Boden ein Gemisch aus den Phasen fest, flüssig und gasförmig ist, wird es auch als Drei-Phasen-System bezeichnet. Die Vielfalt der Böden basiert auf unterschiedlichen Strukturen dieses Drei-Phasen-Systems hinsichtlich Menge, Zusammensetzung, Verteilung und Qualität der verschiedenen Bestandteile.

(vgl. <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/05.htm>, 29.11.2019)

6.5. Bodenhorizonte und Bodenprofil:

Bei der Bodenbildung wirken sehr viele Prozesse, welche dazu führen, dass der Boden nicht einheitlich strukturiert ist und dieser wird in viele verschiedene Horizonte eingeteilt.

Der unterste Teil wird der C-Horizont genannt und dieser beinhaltet das unveränderte feste Gestein und das etwas lockere Ausgangs- oder Muttergestein.

Nach dem C-Horizont folgt zugleich der B-Horizont und dieser wird auch Anreicherungshorizont genannt. Hier folgt eine Änderung der Farbe und des Stoffbestandes gegenüber des C-Horizontes. Diese wird durch eingelagerte Stoffe vom Oberboden und durch Verwitterungsprozesse erzielt.

Als nächstes kommt der A-Horizont und dieser wird auch Auswaschungshorizont genannt. Im Alltag wird diese Schicht gerne Mutterboden oder Krume genannt. Bei dieser Schicht erfolgt eine Akkumulation der organischen Substanzen und man kann eine Verringerung der mineralischen Substanzen erkennen.

Die abschließende Schicht wird auch organischer Auflagehorizont (H, L, O-Horizont) genannt. Diese Schicht beinhaltet organisches Material, das je nach der Stärke der Zersetzung zu den jeweiligen Buchstaben zugeteilt wird. Außerdem gibt es kleinere Buchstaben, welche die Horizonte genauer charakterisieren. Zum Beispiel der Horizont Oh.

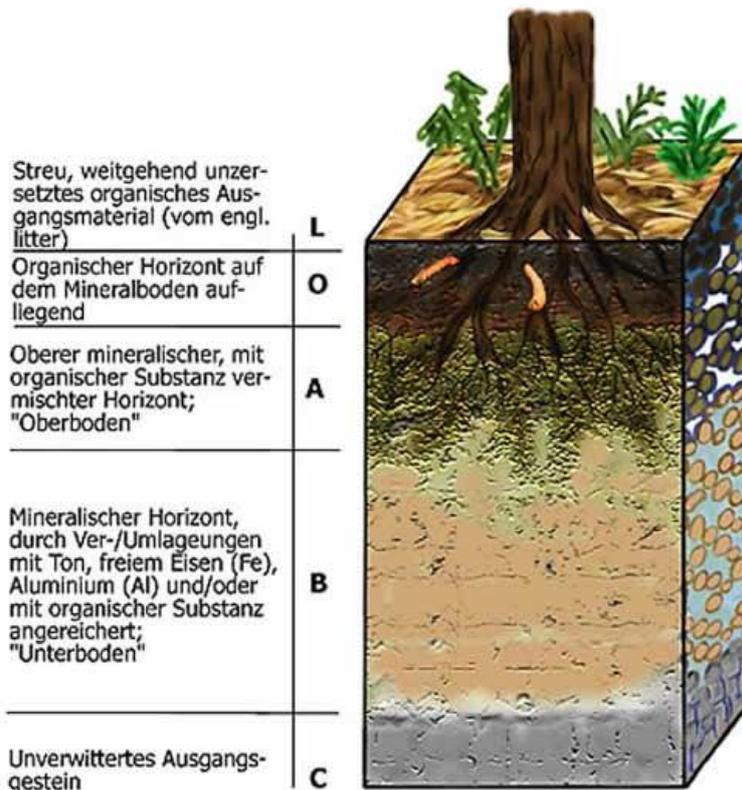


Abb. 6, Ausschnitt aus der Pedosphäre (1 m²) mit einheitlichen pedogenen Merkmalen vom Ausgangsgestein bis zur auflagernden Streu (Pedon), <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03.htm>

(vgl. <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/04/06.htm>, 29.11.2019)

6.6. Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet:

Vegetationsaufnahmen werden zur Erhebung von Pflanzengesellschaften verwendet. Die Aufnahme von Braun-Blanquet ist eine halbquantitative Methode und stellt einen homogenen Vegetationsbestand dar. Die aufgezeichneten Arten werden in eine tabellarisch geordnete Liste eingetragen. Das Ergebnis soll einen repräsentativen und homogenen Ausschnitt einer Vegetation zeigen. Von einer homogenen Fläche werden dazu die vorkommenden Pflanzenarten aufgelistet und gemäß der Bodenfläche, die ihre Blätter bedecken (Deckungsgrad) und ihrem Wuchsverhalten

bewertet. Der Deckungsgrad wird durch eine prozentuelle Einschätzung bewertet und diese Vorgehensweise wird angelehnt an die Artmächtigkeitsskala von Braun-Blanquet. Außerdem wurde neben der Prozentangabe der Buchstabe r eingeführt, welcher für selten auftretenden Exemplare verwendet wird.

Siebenstufige-Artmächtigkeitsskala von Braun-Blanquet

Tabelle 5.6-1 – Deckungsgrad prozentuelle Einschätzung

Wertungsziffer	Deckungsgrad in Prozent [%]
r	Sehr selten (1-5 Exemplare)
+	Spärlich mit sehr geringem Deckungsgrad (< 1%)
1	1-4
2	5-24
3	25-49
4	50-74
5	75-100

6.7. Projekt: “Ökologische Sportplatzpflege“ von der Fa.

Gartenleben:

Die Firma Gartenleben GmbH hat ein EU weites und erstes Pilotprojekt im Jahre 2016 zur ökologischen Sportplatzpflege auf zwei Sportplätzen gestartet. Das Problem der Sportplätze in der heutigen Zeit ist, dass diese intensiv bewirtschafteten Monokulturen darstellen, welche durch ständige und hohe Belastungen oft sehr geschädigt werden. Außerdem werden viele Sportplätze mit synthetischen Düngern oder Pestiziden totgedüngt. Es gibt sogar eine EU-Richtlinie (EU-Richtlinie 2009/128/EG), welche besagt, dass der Einsatz von Pestiziden auf Empfehlung auf sensiblen Flächen unterlassen werden muss. In Niederösterreich verzichten viele Gemeinden freiwillig auf den Gebrauch von Pestiziden.

Die Firma definierte die drei Säulen der ökologischen Sportplatzpflege:

- **Boden**

Hierbei wird ein genauer Blick auf den Aufbau des Bodens geworfen, wie er zusammengesetzt ist und welche Bodenlebewesen vorkommen.

- **Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Rasengräser**

Der Rasen soll mithilfe von biologischen Düngern, einer Komposttee-/Algenmischung und eines Top-Dressings (Humus-Quarz Gemisch) wieder robuster und stabiler werden.

- **Technische Pflegemaßnahmen/Kulturmaßnahmen**

Wichtig ist, dass auch die Bewirtschaftung dementsprechend umgestellt wird, damit sich die Rasengräser optimal erholen können. Die Bewässerung und das Mähen sind die zwei wichtigsten Punkte. Beim Bewässern ist es wichtig, dass dieser Vorgang in den frühen Morgenstunden stattfindet und dass diese Anlage so programmiert ist, dass keine Lackenbildung entsteht. Beim Mähen ist es wichtig, dass man immer nur 1/3 der Gräser entfernt, damit die Dichte und das Wurzelwachstum gefördert werden. Außerdem sollte man den Rasen im Sommer auch höher werden lassen, weil durch diesen Vorgang werden die Wurzeln besser beschattet und man beugt vor Austrocknung und Verdunstung vor.

Grundlegend kann man sagen, dass diese Methode etwa genauso viel Zeit und Geld in Anspruch nimmt wie synthetische Methoden, jedoch will man bei diesem Projekt den Boden nur Gutes tun und man vergiftet ihn durch biologische Pflanzenstärkungsmittel und Dünger nicht. Vorteile sind unter anderen, dass das Ausbringen von Herbiziden und Fungiziden nicht mehr notwendig ist. Verdichtungen in der Tragschicht werden dadurch verringert und der Platz muss weniger bis fast gar nicht aerifiziert werden. Der Boden ist viel Trockenheitsresistenter und er benötigt weniger Wasser. Man muss den Platz nicht mehr Vertikutieren, weil keine Filzbildung mehr entsteht und Krankheiten werden auch reduziert.

Diese Vorteile sprechen für eine biologische Behandlung.

(vgl. Ökologische sportplatzpflege Krummnussbaum PowerPoint der Firma Gartenleben GmbH, 2019)

6.8. Bodenparameter-Stickstoff [Wiesinger]

6.8.1. Einführung

Stickstoff [N] ist ein wichtiger Grundstein für allen Lebewesen der Erde.

Stickstoffverbindung findet man sowohl im Boden, als auch in Luft und Wasser.

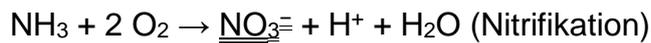
Häufig kommt es zu anthropogen verursachte Überlastungen des natürlichen Stickstoffkreislaufes, der wiederum einen starken Einfluss auf die Umwelt und Gesundheit hat. Dabei würden in Deutschland mehr als 50 Prozent der reaktiven Stickstoffverbindungen über die Landwirtschaft in die Umwelt gelangen. Zu gleichen Anteilen erfolgen auch Einträge durch die Industrie, Verkehr und privaten Haushalten. Stickstoff wird in der Landwirtschaft in Form von Dünger eingesetzt, um den beanspruchten Boden fruchtbar zu halten, ihm Nährstoffe nachzuliefern, um somit den höchst möglichen Ertrag bei guter Qualität zu erzielen. In weiterer Folge kommt es oft zu Stickstoffüberflüssen im Boden, die dadurch entstehen, dass mehr gedüngt wird, als von den Pflanzen entzogen werden kann. Der Zielwert der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der deutschen Bundesregierung, den Stickstoffüberfluss auf 70 Kilogramm [kg] Stickstoff [N] pro Hektar [ha] im Frühjahresdurchschnitt zu begrenzen, sei jedoch nicht erfüllt worden. Etwa 2015 würde der Stickstoffüberfluss in der Gesamtbilanz Deutschlands immer noch rund 100 kg N/ha landwirtschaftliche Nutzfläche betragen. Neben der Flächennutzung trägt auch die Tierhaltung zum Stickstoffüberfluss der Landwirtschaft bei.

In empfindlichen Ökosystemen kann das Übermaß an Stickstoff gravierende Auswirkungen auf die Umwelt haben.

Kann der Stickstoffdünger nicht durch die Pflanzen aufgenommen werden, wird er in Grund- und Oberflächengewässer oder in die Luft emittiert. Dort trägt er in Form von Nitrat [NO_3^-] zur Gefährdung des Grundwassers und zur Eutrophierung von Oberflächengewässern und Landökosystemen bei. Das gasförmige Ammoniak weicht in die Atmosphäre aus und besitzt dort eine versauernde Wirkung. Die sich daraus bildenden Treibhausgase tragen in weiterer Folge wieder zum Treibhauseffekt bei.

6.8.2. Auswirkungen auf den Boden

Durch eine unsachgemäße und überhöhte Düngermittelbeigabe kann es zu einer beschleunigten Bodenversauerung kommen. Das sehr mobile Nitrat $[\text{NO}_3^-]$, das bei der Nitrifikation entsteht, gelangt schnell durch Auswaschung aus dem Boden ins Grundwasser, sofern es nicht von Pflanzen und Bodenorganismen aufgenommen werden kann und beschleunigt somit weiter die Bodenversauerung.



In weiterer Folge kann es auch zu einer Veränderung der Bodenstruktur und der Lebensbedingungen für Bodenorganismen kommen. Letztendlich kann es auch zu einem Verlust des Bodenertrages kommen und somit auch zu einer Verschlechterung der Qualität der pflanzlichen Produkte.

Stickstoffdünger, aber auch organische Reststoffdünger wie Klärschlämme enthalten darüber hinaus Schwermetalle, wie z.B. Uran und Cadmium.

(vgl. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/stickstoff>, 04.02.2020)

6.9. Bodenparameter-Kalium

6.9.1. Einführung

Kalium gehört zur Gruppe der Alkalimetalle und ist im Boden in Form von Salz, als Kalilauge oder in Form von K^+ -Ionen vorzufinden. Der größte Teil befindet sich im Gitter von Schichtsilikaten (K-Reserve), in Zwischenschichten von Dreischichttonmineralen (K-Fixierung), gebunden an der Oberfläche von Austauschern (KAK), sowie in Bodenlösung (sofort pflanzenverfügbar). Die Verfügbarkeit für die Pflanzen hängt stark vom Wassergehalt im Boden ab, deshalb kann bei längeren Trockenperioden fast kein Kalium aufgenommen werden. In der Pflanze hat Kalium die Aufgabe als Funktionsnährelement, was bedeutet, dass das Element in keinem pflanzlichen Bestandteil vorzufinden ist. Kalium reguliert also nicht nur den Wasserhaushalt der Pflanze, sondern ist unter anderem maßgeblich am Prozess der Photo- und Eiweißsynthese beteiligt. Auch unterstützt es die Pflanze

beim Aufbau von Kohlenhydraten, Stärke, Fetten, Aromastoffen und Ascorbinsäure (Vitamin C). Des Weiteren ist es als Funktionsnährelement an Bedeutung für den Transport von Kohlenhydraten und Eiweißen, Energiestoffwechsel, sowie für die Bildung und Mobilisierung von Stärke. Bei einem optimalen Gehalt an Kalium im Boden und in Folge in der Pflanze, kann sie eine Resistenz gegen Trockenheit, Frost, Krankheiten und Schädlingen bilden.

6.9.2. Auswirkungen auf den Boden

Je nach Tongehalt im Boden wird die Kaliumversorgung in Gehaltsklassen eingeteilt. Anzustreben ist die Versorgungsstufe C in allen Bodengewichtsklassen (leicht, mittel, schwer). Aufgrund des hohen Gegensatzes, sollte im Boden ein Verhältnis von 2:1 zwischen Kalium und Magnesium vorherrschen. Überwiegt jedoch der Kaliumgehalt, so wird man schnell Magnesium-Mangelercheinungen feststellen können.

(vgl. <https://www.foeko.de/wp-content/uploads/2014/09/3-2014-Kalium.pdf>, 26.02.2020)

6.10. Bodenparameter-Phosphor

6.10.1. Einführung

Phosphor kann von Pflanzen nur als im Boden gelöstes Phosphat aufgenommen werden. Da Böden von Natur aus eher arm an Phosphat sind, zeigen diese häufig Mangelsymptome und Pflanzen gedeihen dort nur schlecht. Phosphor ist nicht nur ein wichtiges Nährelement, sondern nimmt auch eine essentielle Rolle bei zellulären Energieflüssen, als Bauelement der DNA, sowie bei höheren Lebewesen die Skelettbildung ein.

Der für das Pflanzenwachstum wichtige Phosphor wird dem Boden mithilfe von Düngemittel zugeführt, wobei nur 10 Prozent davon tatsächlich genutzt werden können. Dieser Phosphor für Düngemittel stammt zum größten Teil aus fossilen Lagerstätten, nur ein geringer Teil davon ist magmatischen Ursprungs. Somit sind die Phosphorreserven endlich und werden auf 50-2000 Jahre geschätzt. Die

Landwirtschaft ist weltweit der größte Phosphorverbraucher. In Deutschland können zum Beispiel ein Viertel des Bedarfes von Lagerstätten, zwei Drittel von Wirtschaftsdüngern und weitere 10 Prozent von organischen Reststoffdüngern gedeckt werden. Der aus alternativen Quellen stammende Phosphor ist in Deutschland derzeit um 25 Prozent größer als der Bedarf, was bedeuten würde, dass man landwirtschaftliche Produkte mit Wirtschaftsdüngern decken könnte.

Das Wort verfügbar kann in der Verwendung von Phosphor gleich zweimal mit unterschiedlicher Bedeutung verwendet werden. Neben der mengenmäßigen Verfügbarkeit ist dessen Löslichkeit und somit Verfügbarkeit für Pflanzen von wichtiger Bedeutung.

Die Rohphosphate bestehen aus wasserunlöslichen Apatit und können daher nicht von Pflanzen aufgenommen werden, doch dank der Entdeckung von John Bennet Lawes gelang es Apatit mit der Behandlung von Schwefelsäure wasserlöslich und somit pflanzenverfügbar zu machen.

6.10.2. Auswirkungen auf den Boden

Phosphor weist eine sehr geringe Mobilität im Boden auf, wodurch Pflanzen ihren gesamten Bedarf aus früheren Düngervorgängen stammenden Phosphor, der in die Bodenlösung remobilisiert wurde, decken können.

Dieses aktuell (für eine Vegetationsperiode) aus dem Boden verfügbare P wird durch eine Bodenuntersuchung auf extrahierbares P (sog. pflanzenverfügbares P) bestimmt und mit Gehaltsklassen von A (sehr niedrig) bis E (sehr hoch) quantifiziert. (vgl. https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Boden/_Texte/TdMSeptemberSchnug-Phosphor.html, 04.02.2020)

Für die Deckung des P-Bedarfs einer Vegetationsperiode reicht die Gehaltsklasse C. Die Gehaltsklassen D und höher sorgen lediglich für Eutrophierung. Phosphor geht in Böden kaum durch Auswaschung und schon gar nicht gasförmig verloren, wodurch praktisch keine Verluste an Phosphor im Boden auftreten, beziehungsweise diese leicht durch ordnungsgemäßen Ackerbau verhindert werden können.

(vgl. https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Boden/_Texte/TdMSeptemberSchnug-Phosphor.html, 04.02.2020)

6.11. Bodenparameter-pH-Wert

6.11.1. Einführung

Die Bodenreaktion bezeichnet die Säure-Base-Wirkung einer Bodenlösung. Diese beruht auf der Wasserstoffkonzentration (H^+ -Ionen) in der Bodenlösung und wird als pH-Wert (negativ dekadischer Logarithmus der H^+ -Ionenkonzentration in Gramm pro Liter) gemessen.

Ein pH-Wert von sieben wird als neutral bezeichnet, da in diesem Falle die Anzahl der H^+ -Ionen in einem Liter Messlösung gleich der OH^- -Ionen ist. Nimmt die H^+ -Konzentration zu, nimmt die OH^- -Konzentration ab und der pH-Wert sinkt und umgekehrt. Sinkt der pH-Wert unter sieben, so reagiert die Bodenlösung überwiegend sauer. Dies wird als Bodenacidität bezeichnet. Steigt hingegen der pH-Wert über sieben in der Bodenlösung, spricht man von Bodenalkalität (pH-Skala von 0-14).

pH-Wert Messungen erfolgen häufig in verdünnten Elektrolytsuspensionen. Dazu wird die Bodenprobe mit einer Calciumchloridlösung benetzt, dabei ersetzen die Calciumchloridionen $[CaCl_2]$ jenen Platz der Wasserstoffionen $[H^+]$ um einen um 0,3-1,0 Einheiten niedrigeren pH-Wert aufzuweisen als in der wässrigen Suspension. Das bedeutet, dass die Bodenreaktion sauer ist.

In diesem Falle wird die aktuelle Acidität gemessen (entspricht freien H^+ in der Bodenlösung). Um einen Standort aber Eigenschaften zusprechen zu können ist die potentielle Acidität von Nöten. Diese bezieht sich auf die Konzentration der H^+ und Al^{3+} -Ionen im Boden, die durch die Kationenaustauschreaktion in die Bodenlösung gelangt sind. Hierbei wirkt Aluminium wie eine Säure, da sie mit den Wassermolekülen im Boden reagieren und drei Wasserstoffionen freisetzen.



Die aktuelle Acidität in mitteleuropäischen Böden liegt zwischen 3 und 8 (siehe Abbildung). Die meisten Böden reagieren aber im leicht sauren Milieu (pH 5,0-6,5), da diese sehr stark mit den H^+ -Ionen ausgelösten Prozessen zusammenhängen. Des Weiteren entsteht durch die Bodenatmung Kohlenstoffdioxid, das wiederum mit Wassermolekülen in der Bodenlösung reagiert und dabei Kohlensäure entstehen

lässt. Da Kohlensäure eine sehr schwache Säure ist, gibt diese leicht Protonen an die Lösung ab.

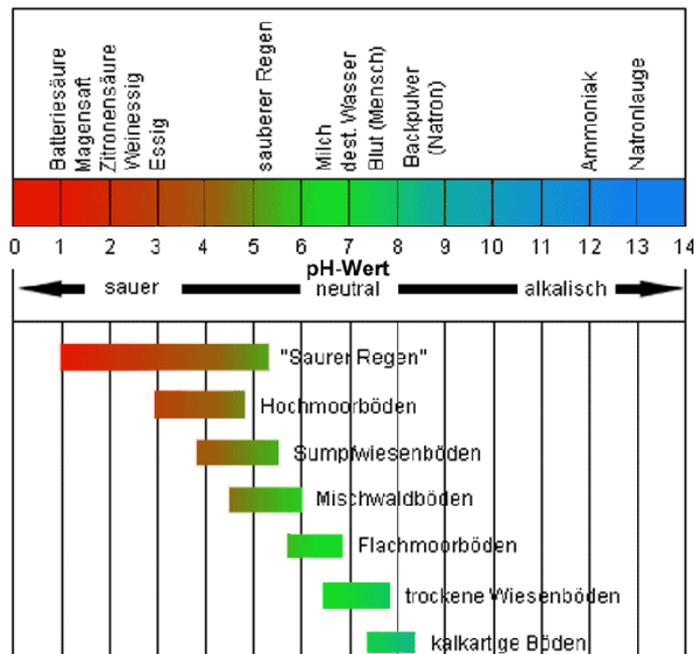


Abb.7, Bodenreaktion und pH-Werte verschiedener mittteleuropäischer Böden (Abb. verändert nach ENSSLIN/ KRAHN/ SKUPIN 2000, S. 57)

6.11.2. Auswirkungen auf den Boden

Des Weiteren kann der pH-Wert durch die bei der Humifizierung freigewordenen Fluvo- und Huminsäuren noch stärker gesenkt werden als bei der Entstehung von Kohlensäure.

Auch säurebildende Dünger wie z.B. Ammoniumsulfat können zur Versauerung führen. Ein niedriger pH-Wert im Boden sorgt des Weiteren zur Beschleunigung der chemischen Verwitterung.

Wenn man all diese Vorgänge berücksichtigt, läuft die ideale Bodenreaktion mittteleuropäischer Böden im mäßig Sauren bis Neutralen mit einem pH-Wert zwischen 5,0 und 7,5 ab.

(vgl. <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/05/11.htm>, 24.02.2020)

6.12. UV/VIS-Spektroskopie

6.12.1. Einführung

Im Bereich des infraroten Lichtes (IR) können Rotationen und Schwingungen eines Moleküls angeregt werden, hingegen im ultravioletten (UV) und sichtbaren (VIS)-Bereich die äußeren Elektronen freier Atome zur Beobachtung angeregt werden können. Die nötige Energie um Valenzelektronen der Moleküle anregen zu können liegt also im UV/VIS-Bereich. Diese Energie ist ausreichend um gleichzeitig Rotation und Schwingungen eines Moleküls anzuregen.

Die Unterteilung des UV/VIS-Spektralbereiches ist in der nachstehenden Tabelle angeführt.

Tabelle 5.12 -1 – Unterteilung des UV/VIS-Spektralbereiches

Vakuum UV	UV	VIS
100 – 200 nm	200 – 400 nm	400 – 800 nm
100.000 – 50.000 cm^{-1}	50.000 – 25.000 cm^{-1}	25.000 – 12.500 cm^{-1}

Der Bereich von 100 – 200 nm wird deshalb als Vakuum UV-Bereich beschrieben, da erst ab 190 nm der Sauerstoff in der Luft zu absorbieren beginnt. Der Wellenlängen Bereich im UV reicht schon aus um Elektronen aus Molekülverbindungen herauszulösen. Die Methode dazu wird später näher beschrieben.

(vgl. Matthias Otto, 2006, 274)

6.12.2. Funktionsweise/Prinzip/Messung

Die UV/VIS-Absorption wird üblicherweise anhand flüssiger Medien analysiert. Für den VIS-Bereich wird üblicherweise Küvetten aus Glas verwendet, hingegen im UV-Bereich Quarzküvetten eingesetzt werden, da in diesem Bereich Glas selbst absorbiert. Als Empfänger werden an ganz bestimmten Stellen Photozellen, sowie Sekundärelektronenvervielfacher eingesetzt. Für schneller detektierende Photometer werden Photoelemente und Photodioden als Arraydetektoren eingesetzt. Dabei geht

das polychromatische Licht zuerst durch die Probenlösung, bevor es in weiterer Folge auf einem Gitter zerlegt und auf einer Diodenzeile detektiert wird. Da es zu photochemischen Reaktionen kommen kann wird der Strahlengang nach den Messungen immer wieder unterbrochen. Die Aufnahme des Spektrums ist jedoch durch die Zeit des Auslesens der Dioden dezimiert. Zwischen 200 – 800 nm kann es in einer hundertstel Sekunde gelesen werden. Damit das Signal-Rausch-Verhältnis verbessert werden kann wird über einige Messungen hinweg der Mittelwert aktualisiert. Diese ist jedoch von Gerät zu Gerät unterschiedlich, da sie sich auch in ihrer Qualität unterscheiden.

Es gilt das Lambert-Beersche Gesetz

Dieses wird in der UV/VIS-Spektralphotometrie folgendermaßen beschrieben:

$$E = \varepsilon(\lambda) * d * c$$

$\varepsilon(\lambda)$...molarer dekadischer Extinktionskoeffizient in $L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

d...Schichtdicke der Küvette in cm

c...Konzentration in mol L^{-1}

6.12.3. Apparatives

6.12.3.1. Typischer Aufbau Spektralphotometer

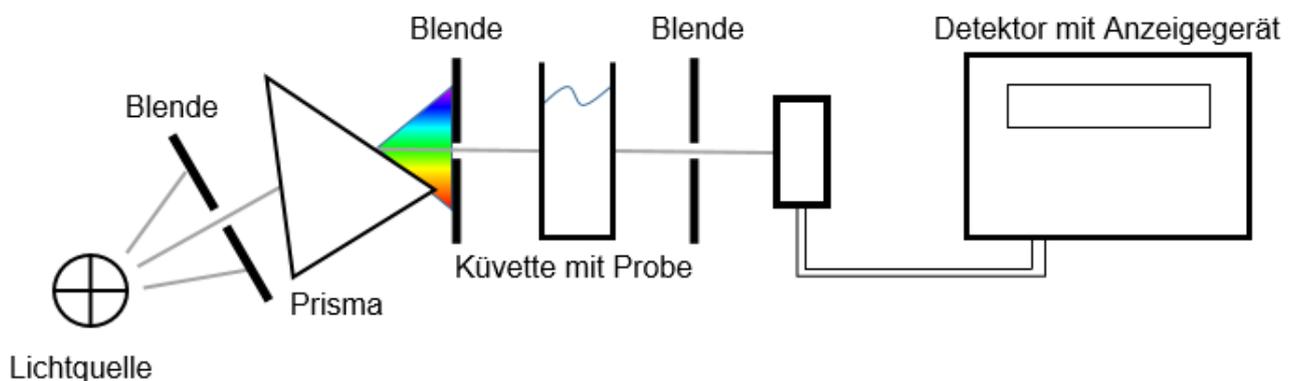


Abb. 8, typischer Aufbau Spektralphotometer

Als Strahlungsquelle (in der Skizze Lichtquelle) im UV-Bereich wird häufig eine Deuteriumlampe, im VIS-Bereich hingegen eine Wolframbandlampe oder Halogenlampe. Zur Dispersion des Lichtes werden häufig Filter (in der Skizze Prisma) herangezogen, wobei in anspruchsvolleren Messungen Gitter mit Strichzahlen verwendet werden.

6.12.4. Absorptionsphotometrische Bestimmung

Photometrische Messungen können entweder sofort oder erst nach der Zugabe des Reagenzes durchgeführt werden:

- Bestimmung ohne Reagenz:
 - Im UV-Bereich für aromatische Verbindungen
 - Im VIS-Bereich zur Konzentrationsbestimmung von Farbstoffen oder farbig anorganische Ionen
- Bestimmung mit Reagenz
 - Zur Bestimmung von farblosen Metallionen oder Anionen
 - Verwendung von anorganischen oder organischen Reagenzien zur Erzeugung farbiger Verbindungen

(vgl. Matthias Otto, 2006, 281)

6.13. Funktionsweise des Flammen AAS (F-AAS)

6.13.1. Prinzip:

- wässrige Probe wird in einer Mischkammer mit dem Brenngas verwirbelt
⇒ Aerosol
- Aerosol gelangt in die Flamme (nur ca. 10 %)
 - Lösungsmittel verdampft
 - Substanz schmilzt und verdampft
 - Dissoziation (in Atome)
 - Absorption des Anregungslichts

6.13.2. Messung:

Signal der HKL: I_0

Signal a) – Signal b): I

Es gilt das Lambert-Beer'sche Gesetz:

$$A(\lambda) = -\log(I/I_0) = \varepsilon(\lambda) c d$$

(vgl. http://www-app.uni-regensburg.de/Fakultaeten/CHP/Analytische_Chemie/web/dateien/duerkop/AAS.pdf, 04.02.2020)

6.13.3. Geräte F-AAS

6.13.3.1. Gesamtgerät – Aufbau

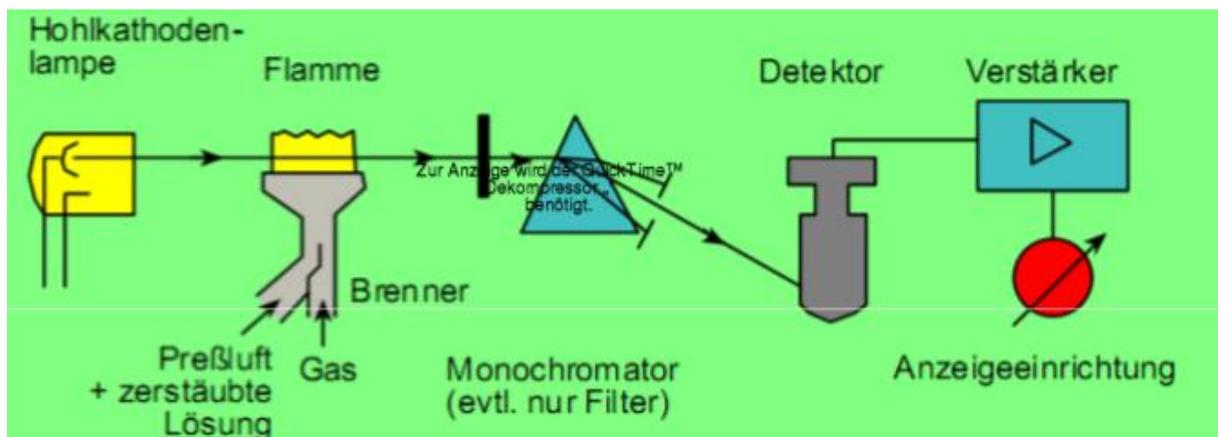


Abb. 9, Aufbau Flammen AAS [Römpp Chemielexikon CD, Version 1.0, 1995]

6.13.4. Lichtquellen

6.13.4.1. Aufbau einer Hohlkathodenlampe

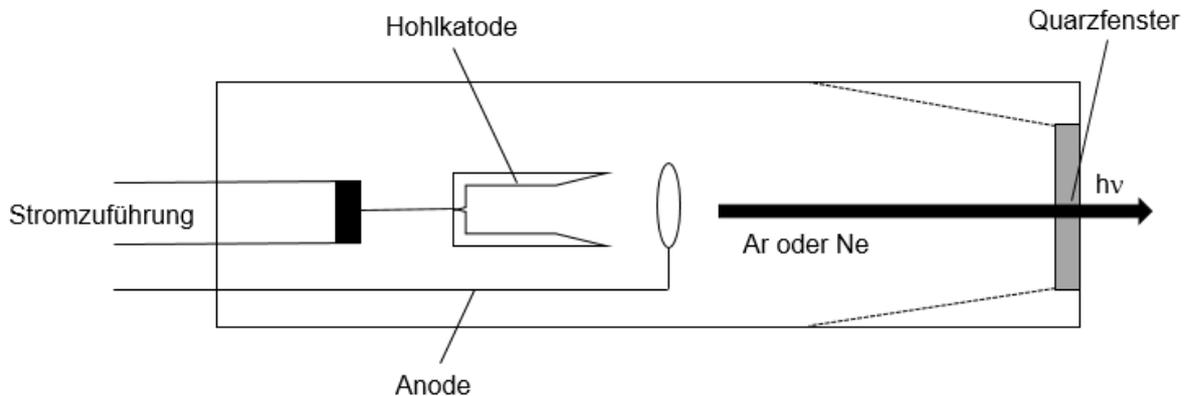


Abb. 10, Aufbau Hohlkathodenlampe

6.13.4.2. Funktionsweise der Hohlkathodenlampe

In der AAS soll eine Lichtquelle eine schmalere, als die Atomlinie (0,001 – 0,01 nm), Strahlung emittieren. Dafür werden sogenannte Hohlkathodenlampen (HKL) verwendet. Der Aufbau einer HKL ist in der Abbildung dargestellt. Das Material aus dem die HKL besteht, ist das gleiche wie des zur analysierenden Elements. Des Weiteren befinden sich noch inerte Gase wie Argon oder Neon in ihr. Zur Zündung der HKL wird eine Gleichspannung von 600 V angelegt. Folglich kommt es zu einer Glimmentladung bei dem das Licht des Katodenmaterials emittiert wird. In der HKL herrscht lediglich ein Druck von 200 – 800 Pa und somit kommt es zu kalte Emissionen. Diese Emissionslinien sind nun schmaler als die Atomlinie.

(vgl. Matthias Otto, 2006, 193)

6.13.5. Nachteil

Einige Elemente, wie As, Sb, Se oder Te, können nur schwer zu einer Hohlkathode verarbeitet werden. Diese sind oft auch sehr kurzweilig anzuregen und die Intensität der HKL häufig zu schwach. Als Alternativen werden elektrodenlose Entladungslampen (EDL) herangezogen.

(vgl. Matthias Otto, 2006, 193)

7. Durchführung

7.1. Spatendiagnose [Voracek]

Benötigt werden zwei Spaten und eine Kralle. Zuerst wird eine geeignete Fläche für den Versuch gesucht. Dann beginnt man, indem man den ersten Spaten ganz in den Boden steckt. An der Vorderseite des Spatens wird ein Loch gegraben, damit man den Spaten ohne Kraftaufwand wieder herausbekommt. Danach sticht man links und rechts vom ursprünglichen Einstich ca. 15-20 cm ein. Der letzte Einstich vollendet den Erdziegel und dieser wird mit einem Ruck aus dem Loch gehoben und zur Untersuchung hingelegt. Als letzten Schritt kann man diesen Ziegel entweder mit den Fingern oder mit einer Kralle zerlegen und genauer untersuchen. Wenn der Ziegel ohne Einwirkungen zerfällt, dann weist er gute biologische Aktivitäten auf.



Abb.11, Spatendiagnose

[https://www.schule.at/fileadmin/DAM/Gegenstandsportale/HLFS/Pflanzenbau/2_seitlich_einstecken.JPG]

7.2. Bodentypbestimmung mittels Bodenprofil

Benötigt wird ein Bodenbohrer, Schlägel und eine Spachtel zum Säubern des Bohrers. Begonnen wird damit, dass man den Bohrer zuerst in den Boden stößt und mit einem Schlägel weiter in den Boden rammt. Danach muss man den Bohrer immer in eine Richtung drehen, damit das Profil nicht beschädigt wird. Diesen

Vorgang wiederholt man solange, bis man die gewünschte Tiefe erreicht hat. Beim Herausheben des Bohrers muss man wieder auf die Drehrichtung achten. Durch einen Schlitz am Bohrer kann man den Ausschnitt des Profils und die einzelnen Horizonte gut erkennen.



Abb. 12, Bodenprofilanalyse mittels Bodenbohrer [Foto: Max Wiesinger]

7.3. Schlämmanalyse

Das Material der Bodentypbestimmung kann man direkt für die Bodenartbestimmung verwenden. Man benötigt nur einen Standzylinder und Wasser. Als erstes gibt man die einzelnen Horizonte vom Bodenbohrer in einen Kübel, um eine Mischprobe herstellen zu können. Dann werden die Bodentypen vermischt und ein Volumsanteil des Bodens wird in den Zylinder gefüllt. Danach wird der Standzylinder mit zwei Volumsanteilen mit Wasser befüllt und kräftig geschüttelt. Nach dem Schütteln stellt man den Zylinder hin und lässt die verschiedenen Korngrößen ablagern. Wenn sich die Bodentypen nach mehreren Stunden abgesetzt haben, misst man jeweils die Gesamtschichtdicke jeder Korngröße in Zentimeter und durch Ablesen vom Bodendreieck ergibt sich der prozentuelle Anteil.



Abb.13, Schlämmanalyse [Foto: Julian voracek]



Abb. 14, Schlämmanalyse 2 [Foto: Julian Voracek]

7.4. Fingerprobe

Mit dieser Methode besteht die Möglichkeit, schnell und einfach die Bodenart zu bestimmen. Man nimmt etwas Boden in die Hand und befeuchtet es mit Wasser. Dann knetet man den Boden mit den Fingern. Bei sehr schmutzigen Händen ist der Boden sehr tonhaltig und bei relativ sauberen Händen beinhaltet der Boden viel Sand.



Abb. 15, Fingerprobe [<https://forum.birchmeier.com/bodentests-selbst-gemacht-bodenart-erkennen-und-verbessern/>]

7.5. Bestimmung der Bodenfeuchte

Es wird ein kleiner Klumpen Boden in den Händen zerdrückt und zu einem Ball geformt. Dann wird mit einer Spritzflasche etwas Wasser auf den Ball gegeben und seine Farbe bestimmt. Die Bodenfeuchte wird nach mehreren Kriterien bestimmt, und zwar wie lässt sich der Boden zerdrücken, klebt er oder staubt er. Kann der Boden gut zu einem Ball geformt werden oder nicht und verändert sich die Farbe des Balles nach dem Befeuchten oder nicht.



Abb. 16, Bodenfeuchtebestimmung 1 [Foto: Voracek]



Abb. 17, Bodenfeuchtebestimmung 2 [Foto: Voracek]

7.6. Filterwirkung des Bodens

Benötigt werden zwei Bechergläser inklusive Trichter und Filterpapier mit jeweils 150 g Mischprobe. Als erstes werden die Proben mit Wasser gesättigt und das durchgesickerte Wasser wird anschließend verworfen. Dann gibt man jeweils 50 ml der Methylenblaulösung über die Proben und beobachtet das Filtrat genau. Wenn das Filtrat heller geworden ist, spricht das für eine gute Filterwirkung des Bodens. Wenn man keinen Unterschied erkennt, ist die Filterwirkung des Bodens schlecht.

7.7. Bestimmung der Gefüge- und Aggregatstabilität

Man benötigt eine Petrischale und etwas Wasser. Etwa zehn gleich große Bodenkrümel werden in eine Petrischale gelegt und mit etwas Wasser, bodenbedeckend befüllt. Dann lässt man die Schale für einige Minuten stehen. Nach dieser Standzeit schwenkt man die Schale für 15 sec in einer 8 Form. Durch den Zerfall der Bodenkrümel kann man die Stabilität der Gefügestabilität bestimmen.



Abb.18, Gefüge und Aggregatstabilitätsnachweis in Petrischale [Foto: Julian Voracek]

7.8. Bestimmung der Bodendichte

Benötigt wird ein Messer. Dieses wird in den Boden gerammt. Wichtig bei dieser Methode sind der Widerstand und die Kraft, die man aufwenden muss. Wenn man das Messer kaum in den Boden bringt, ist dieser sehr dicht. Wenn man mit wenig Kraft das Messer leicht in den Boden bringt, spricht das für einen mäßig dichten bis lockeren Boden.



Abb. 19, Bodendichtebestimmung [Foto: Voracek]

7.9. Bestimmung der Humusform nach Farbe

Benötigt wird eine Eprovette und eine NaOH-Lösung (0,5 %)

Es wird 1-2 cm A-Horizont in die Eprovette gefüllt und dann mit ca. 4 cm der NaOH-Lösung aufgefüllt. Danach muss das Gemisch kräftig geschüttelt und durch einen Filter gelassen werden. Durch die Farbe des Filtratwassers kann man mehr über die Humusform erfahren.

7.10. Bestimmung des Humusgehaltes

Benötigt werden eine Probe des A-Horizontes, ein Bunsenbrenner, ein Mörser und eine Porzellanschale.

Es werden verklumpete Teilchen des A-Horizontes mit dem Mörser zerkleinert und anschließend mit einer Lampe getrocknet. 10 Gramm der Probe werden in eine Porzellanschale eingewogen. Das gesamte Gewicht wird notiert. Danach wird die Schale samt der Probe für 20 Minuten mit einem Bunsenbrenner erhitzt. Wichtig ist, dass man die Probe ab und zu umrührt, damit die Flüssigkeit gleichmäßig schwinden kann. Nach 20 Minuten muss man die Schale auskühlen lassen und nach diesem Prozess wird Sie wieder gewogen. Auch dieser Wert wird wieder notiert. Der Humusgehalt wird mit Hilfe einer Formel berechnet. Zuerst berechnet man den C-Gehalt in %, in dem man $C = (A-B) \times 100 / A$ rechnet. Der berechnete Wert wird nur mehr mit dem Faktor 1,724 multipliziert und so bekommt man den Prozentgehalt vom Humus.



Abb. 20, Humusgehaltbestimmung [Foto: Voracek]



Abb. 21, Humusgehaltbestimmung 2 [Foto: Voracek]

7.11. Bodenorganismen

Benötigt wird eine Mischprobe der ersten 30 cm des Bodens und diese wird in einem Behälter hergestellt. Dann werden nicht nur die darin gefundenen Tierchen, sondern auch ihre Häufigkeit notiert. Die Tiere werden dann mit einem Bestimmungsschlüssel bestimmt und in Mikrofauna, Mesofauna, Makrofauna und Megafauna eingeteilt.

Wenn man keine Tiere mehr findet, dann gibt man einen Trichter in einen dunklen Behälter. Die Probe wird in den Trichter gegeben und dann beleuchtet man den Boden mit einer Lampe. Kleinere Makroorganismen flüchten dann in den dunklen Behälter.



Abb. 22, Gelbe Wiesenameisen [Foto: Voracek]



Abb. 23, Larve [Foto: Voracek]

7.12. Bestimmung des Kalkgehaltes

Benötigt werden eine Petrischale und eine HCl-Lösung.

Zuerst wird etwas Boden auf eine Petrischale gegeben und mit einigen Tropfen HCl beträufelt. Durch ein aufbrausendes Geräusch und ihrer Dauer kann man den Kalkgehalt feststellen. Bei keinem Aufbrausen liegt der Gehalt unter 0,5 %. Bei sehr starkem und anhaltendem Aufbrausen ist der Gehalt des Kalkes über 5%.

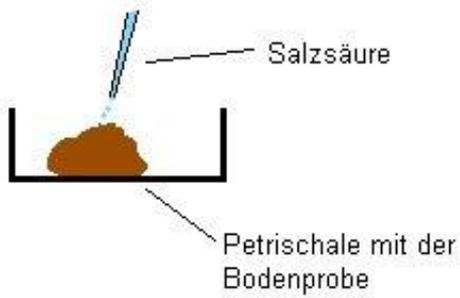


Abb. 24, Kalkgehaltbestimmung, <http://bionetz2-keto.blogspot.com/2007/02/bestimmung-des-kalkgehalts-des-bodens.html>

7.13. Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet

Bei dieser Vegetationsaufnahme handelt es sich um eine tabellarisch geordnete Liste von Arten einer Pflanzengesellschaft. Die Aufnahme soll einen repräsentativen und gleichförmigen Ausschnitt der vorhandenen Vegetation darstellen. Dazu werden auf einer homogenen Fläche nicht nur die vorkommenden Pflanzenarten aufgelistet, sondern auch die Bodenfläche, die ihre Blätter bedecken und Ihr Wuchsverhalten bewerten. Die prozentuelle Einschätzung des Deckungsgrades erfolgte in Anlehnung an die Artmächtigkeit-Skala von Braun-Blanquet.



Abb. 25, Fußballplatz [Foto: Voracek]

7.14. Wasserdurchlässigkeitsmessung mit einer Prallplatte

Die Prallplatte ist eine flache Scheibe mit einem Durchmesser von 15 cm und diese wird auf einer ebenen Stelle platziert. Mit einem Gefäß werden aus 10 cm Höhe 2 Liter Wasser in die Mitte der Platte gegossen. Die dafür benötigte Zeitdauer sollte höchstens 5 Sekunden betragen. Dieser Prozess wird insgesamt 3 Mal wiederholt. Nach dem dritten Mal wird die Zeit gestoppt bis das ausgeflossene Wasser vollständig in den Boden versickert ist. Diese Zeit wird notiert.



Abb. 26, Prallplatte [Foto: Gartenleben GmbH]

7.15. Erstellen der Probeflächen

Benötigt wird ein Maßband, ein Markierungsspray und Markierungsstangen.

Es werden vier Vergleichsfelder mit einer Fläche von 1 m² benötigt. Dazu steckt man die erste Markierungsstange in den Boden und von dieser misst man jeweils links und rechts einen Meter weiter. Zur Hilfe werden diese Punkte noch mit einem Spray markiert, damit man die Felder nach dem Mähen wiederfindet. Dieser Vorgang wird jeweils dreimal wiederholt und jedes Feld bekommt eine Nummer von eins bis vier.

1. Komposttee (Gartenleben)
2. Komposttee (selbst gemacht)
3. Synthetischer Dünger (Immergrün Rasen-Fit)
4. Unbearbeitete Fläche



Abb. 27 Vergleichsfeld 1 [Foto: Voracek]



Abb. 28, Vergleichsfeld 2 [Foto: Voracek]



Abb. 29, Vergleichsfeld 3 [Foto: Voracek]



Abb. 30, Vergleichsfelder gesamt [Foto: Voracek]

7.16. Erstellen des Komposttees (Gartenleben)

Benötigt wird ein Behälter voller Wasser, zwei Säckchen des Komposttees und AlgoVital Plus.

Als erstes wird ein sauberer Behälter mit Wasser befüllt und dann gibt man einen Schuss vom Pflanzenhilfsmittel (AlgoVital Plus) hinzu. Dieses Mittel soll die Nährstoff- und Wasseraufnahme im Boden bzw. der Wurzel steigern. Danach werden die zwei Säckchen mit der Kräutermischung in einen größeren Filtersack gegeben und zugeschnürt. Dieser wird dann für 24 Stunden in das präparierte Wasser gegeben und ruhen gelassen. Nach dieser Zeitspanne wird der Filtersack entfernt und der Komposttee kann ausgetragen werden.



Abb. 31, Algen [Foto: Voracek]



Abb. 32, Wasser + Algen [Foto: Voracek]



Abb. 33, Gießen der Felder [Foto: Voracek]



Abb. 34, Komposttee [Foto: Voracek]



Abb. 35, Filtersack Foto: Voracek]

7.17. Erstellen des Komposttees (selbst gemacht)

Benötigt wird ein Behälter, Wasser, Komposterde, Bio-Zuckerrohrmelasse, Gesteinsmehl (Immergrün-Urgesteinsmehl), Salz (Bad Ischler Tafelsalz), Filtersäcke und ein Malzkeimdünger mit Mykorrhiza. Zuerst befüllt man einen sauberen Behälter mit Wasser.

Dann beginnt man mit der Zubereitung des Filtrates, und zwar benötigt man einen Behälter. In diesen werden nicht nur 5 Liter von der Komposterde gegeben und sondern auch gleich ein



Abb. 36, Filtersack [Foto: Voracek]

Liter der Zuckerrohrmelasse. Es ist wichtig, dass man ab dem Zeitpunkt der Zugabe ständig umrührt, damit sich die Erde mit der Melasse bindet. Dann gibt man 500 Gramm des Gesteinsmehls hinzu und 150 Gramm des Salzes. Der ganze Prozess wird durch ständiges Rühren begleitet. Zu guter Letzt gibt man 1000 Gramm vom Malzkeimdünger hinzu und verrührt das Ganze. Die fertige Masse wird in Filtersäcke gefüllt, mit Kabelbinder verschlossen und für 24 Stunden in den Wasserbehälter gehängt. Nach 24 Stunden wurden die Säcke entfernt und der fertige Komposttee kann ausgetragen werden.



Abb. 37, Urgesteinsmehl
[Foto: Voracek]



Abb. 38,
Zuckerrohrmelasse
[Foto: Voracek]



Abb. 39, Humuserde
[Foto: Voracek]



Abb. 40, Salz [Foto: Voracek]



Abb. 41, Komposttee fertig
[Foto: Voracek]



Abb. 42, Komposttee fertig 2
[Foto: Voracek]



Abb. 43, Komposttee in Wasser
[Foto: Voracek]



Abb. 44, Container
[Foto: Voracek]

7.18. Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphats und Kalium nach der Calcium – Acetat – Lactat (CAL) Methode nach ÖNORM L1087 [Wiesinger]

7.19. Phosphat

7.19.1. Probennahme

Gemäß ÖNORM L1054

Der zu beprobende Boden muss luftgetrocknet sein.

7.19.2. Herstellen der Lösungen

7.19.2.1. Extraktionslösung

7.19.2.2. Vorratslösung:

Materialien/Chemikalien:

- Calciumlactat
[$C_6H_{10}CaO_6$]
- Calciumacetat
[$Ca(CH_3COO)_2$]
- Essigsäure 96%
[$C_2H_4O_2$] (ätzend)
- Destilliertes Wasser



Abb. 45, Verwendete Chemikalien Vorratslösung [Foto: Max Wiesinger]

31,2 g Calciumlactat und 11,85 g Calciumacetat sind abzuwiegen und in heißem Aqua dest. zu lösen. Nachdem die Komponenten sichtbar gelöst sind, werden mit einer Pipette 26,85 ml einer konzentrierten Essigsäure zugesetzt und mit destilliertem Wasser in einem Messkolben auf 300 ml aufgefüllt.

7.19.2.3. Gebrauchslösung:

Ein Volumsteil der Vorratslösung wird anschließend auf 5 Volumsteile verdünnt. Dazu wird die Vorratslösung auf 1.500 ml mit destilliertem Wasser verdünnt. Der pH-Wert sollte 4,10 betragen, ist dies nicht der Fall, kann dieser mit Zugabe von Essigsäure eingestellt werden.

7.19.3. Lösungen für die Phosphatbestimmung:

7.19.3.1. Ammoniumheptamolybdat-Stammlösung:

Materialien/Chemikalien:

- Ammoniumheptamolybdat-Tetrahydrat [$\text{H}_{24}\text{Mo}_7\text{N}_6\text{O}_{24} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$] (reizend)
- Schwefelsäure 96% [H_2SO_4] (ätzend)
- Kaliumantimon(III)oxidatrat [$\text{C}_8\text{H}_4\text{K}_2\text{O}_{12}\text{Sb}_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$] (umweltschädlich, gefährlich für Wasserorganismen)
- Destilliertes Wasser
- Heizplatte [IKA RH basic]

13,38 g Ammoniumheptamolybdat-Tetrahydrat sind in 400ml heißem Aqua dest. zu lösen und abzukühlen. Danach werden vorsichtig 140ml Schwefelsäure zugesetzt und die Lösung wird noch einmal abgekühlt. Anschließend wird die Lösung mit destilliertem Wasser auf 900 ml aufgefüllt. Danach wird diese nochmals erhitzt, um 0,5g Kaliumantimon(III)oxidatrat darin zu lösen. Zum Schluss wird die Lösung noch mit Aqua dest. auf 1.000 ml aufgefüllt.

7.19.3.2. Ammoniumheptamolybdat- Gebrauchslösung:

Ein Volumenteil der Ammoniumheptamolybdat-Stammlösung ist auf 10 Volumenteile zu verdünnen. Dazu werden der Ammoniumheptamolybdat-Stammlösung 20 ml mit einer Pipette entnommen und in einem 200 ml Messkolben überführt und mit Aqua dest. aufgefüllt.

7.19.3.3. Ascorbinsäurelösung:

Materialien/Chemikalien:

- Ascorbinsäure [C₆H₈O₆]
- Destilliertes Wasser

0,44 g Ascorbinsäure werden in ein Becherglas eingewogen und in einen 100 ml Messkolben gegeben. Dieser wird im Anschluss mit destilliertem Wasser befüllt. Bei nicht sofortigem Einsatz, ist die Lösung im Kühlschrank etwa 5 Tage haltbar. Abzuraten ist auch diese bei täglichem Gebrauch frisch anzusetzen.

7.19.4. Eichlösungen

7.19.4.1. Stammeichlösung:

Materialien/Chemikalien:

- Dikaliumhydrogenphosphat [K₂HPO₄]
- Destilliertes Wasser

Es sind 250ml einer Phosphatlösung mit: $c_m = 1 \text{ g/l P}_2\text{O}_5$ aus Kaliumhydrogenphosphat herzustellen.

Berechnung:

$$c = 1 \text{ g/l P}_2\text{O}_5 \rightarrow 0,25 \text{ g/250 ml}$$

$$f = \frac{2M(K_2HPO_4)}{M(P_2O_5)} = \frac{348,40 \text{ g/mol}}{141,96 \text{ g/mol}} = \underline{\underline{2,45280\dots}}$$

$$f * 0,25 \text{ g} = \underline{\underline{0,6132 \text{ g}}}$$

Es werden 0,6132 g Dikaliumhydrogenphosphat (K₂HPO₄) in ein Becherglas eingewogen und in einem 250 ml Messkolben überführt. Dieser wird anschließend wieder mit destilliertem Wasser aufgefüllt.

7.19.4.2. Standards:

Aus der Phosphat-Stammeichlösung sollen nun sinnvoll 6 Standards im Konzentrationsbereich von 5 bis 50 mg/l Phosphorpentoxid (P_2O_5) hergestellt werden.

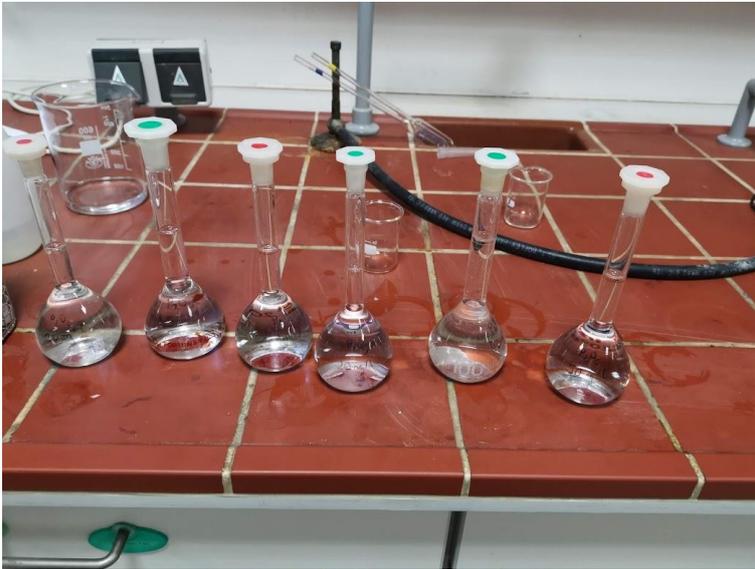


Abb. 46, 6 Standards [Foto: Wiesinger]

Berechnung:

$$c_1 * V_1 = c_2 * V_2$$

$$1000 \text{ mg/l} * x = 5 \text{ mg/l} * 100 \text{ ml}$$

$x = 0,5 \text{ ml}$ → 0,5 ml der Phosphat-Stammeichlösung werden entnommen, in einen 100 ml Messkolben überführt und mit destilliertem Wasser auf 100 ml aufgefüllt.

Tabelle 6.19-1 – Phosphat Standards

Standard [100ml]	Entnahme Stammlösung [ml]	Konzentration [mg/l]
1	0,5	5
2	1	10
3	2	20
4	3	30
5	4	40
6	5	50

7.19.5. Extraktion



Materialien/Chemikalien:

- Luftgetrockneter Boden
- Gebrauchslösung
- Horizontalschüttler
 - Frequenz 140 – 180 min⁻¹
- Faltenfilter

5 g des luftgetrockneten Bodens werden in ein Schüttelgefäß eingewogen und mit 100 ml der zuvor hergestellten Gebrauchslösung versetzt. Der exakte Wert der Einwaage muss notiert werden. Danach wird das Gefäß solange mit der Hand geschüttelt, bis der eingewogene Boden vollständig mit der

Gebrauchslösung vernetzt ist und kein Boden mehr an der Gefäßwand klebt. Zum Schluss wird das Schüttelgefäß drei Stunden lang, bei einer Frequenz von 140 bis 180 min⁻¹, in einem Horizontalschüttler geschüttelt.

Nach dem Schütteln werden die Proben jeweils durch einen Faltenfilter filtriert, wobei der erste Anteil des Filtrats weggeworfen wird.

7.19.6. Phosphatbestimmung

7.19.6.1. Einführung

Das Phosphat wird als blauer Phosphat-Molybdänsäure-Komplex mit dem Shimadzu UV Photometer 1601 gemessen. Die Messung erfolgt mit einer 10 mm Küvette bei einer Wellenlänge von 660 nm. Bei höheren Absorptionswerten der Probe im Vergleich zum höchsten Standard muss die Probe vor der Anfärbung mit Gebrauchslösung verdünnt werden.

7.19.6.2. Messvorbereitungen

Als erstes wird eine Blindprobe erstellt. Dazu wird 1 ml der Extraktionsgebrauchslösung mit 16 ml der Ammoniumheptamolybdat-Gebrauchslösung, sowie mit 2 ml der Ascorbinsäurelösung versetzt und durchmischt. Danach werden die Standards und die Probe zur Messung vorbereitet. Dazu wird 1 ml des Extraktes, bzw. 1 ml der Standards mit 16 ml der Ammoniumheptamolybdat-Gebrauchslösung, sowie mit 2 ml der Ascorbinsäurelösung versetzt und durchmischt. Alle Reaktionen sind bei Raumtemperatur nach 15 min abgeschlossen. Der Farbkomplex ist bis vier Stunden nach der Reaktion noch stabil und kann bis dorthin gemessen werden. Vorgehensweise laut Kurzanweisung Photometer!

7.19.6.3. Auswertung

Die Werte sind auf zwei Kommastellen genau zu berechnen und das Ergebnis ist in mg $P_2O_5/100$ g anzugeben.

7.20. Kalium

7.20.1. Probennahme

Gemäß ÖNORM L1054

Der zu beprobende Boden muss luftgetrocknet sein.

7.20.2. Herstellen der Lösungen

7.20.2.1. Extraktionslösung

7.20.2.2. Vorratslösung:

31,2 g Calciumlactat und 11,85 g Calciumacetat sind abzuwiegen und in heißem Aqua dest. zu lösen. Nachdem die Komponenten sichtbar gelöst sind, werden mit einer Pipette 26,85 ml einer konzentrierten Essigsäure zugesetzt und mit destilliertem Wasser in einem Messkolben auf 300 ml aufgefüllt.

7.20.2.3. Gebrauchslösung:

Ein Volumsteil der Vorratslösung wird anschließend auf 5 Volumsteile verdünnt. Dazu wird die Vorratslösung auf 1.500 ml mit destilliertem Wasser verdünnt. Der pH-Wert sollte 4,10 betragen, ist dies nicht der Fall, kann dieser mit Zugabe von Essigsäure eingestellt werden.

7.20.3. Eichlösungen

7.20.3.1. Stammeichlösung

Materialien/Chemikalien:

- Kaliumchlorid [KCl]
- Destilliertes Wasser

Für die Kalium-Stammeichlösung, sind 250 ml einer Kaliumoxidlösung, mit einer Konzentration von $c_m = 2 \text{ g/l K}_2\text{O}$ aus Kaliumchlorid herzustellen. Dazu werden 0,792930 g Kaliumchlorid (KCl) in ein Becherglas eingewogen und einem 250 ml Messkolben zugeführt. Im Anschluss wird dieser mit Aqua dest. aufgefüllt.

$$c_m = \frac{m}{V} \rightarrow c_m * V = 2 \text{ g/l} * 0,25 \text{ l} = \underline{500 \text{ mg K}_2\text{O}}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0,5 \text{ g}}{94,02 \text{ g/mol}} = 0,005318017443 \text{ mol K}_2\text{O} * 2 = \underline{0,010636034886 \text{ mol}}$$

$$m = n * M = 0,010636034886 \text{ mol} * 74,5513 \text{ g/mol} = \underline{0,792930 \text{ g KCl}}$$

7.20.3.2. Gebrauchseichlösung

Eine Gebrauchseichlösung soll so hergestellt werden, dass daraus sinnvoll Standards hergestellt werden können. Dazu werden mit einer Pipette 2,5 ml der Stammeichlösung entnommen und einem 100 ml Messkolben zugesetzt. Dieser wird anschließend auf 100 ml mit Aqua dest. aufgefüllt. $\rightarrow c = 50 \text{ mg/l K}_2\text{O}$

7.20.3.3. Standards

Aus der Kalium-Gebrauchseichlösung sind sinnvoll im Konzentrationsbereich von 0,5 bis 5 mg/l Kaliumoxid (K_2O), Standards herzustellen.

Berechnung:

$$c_1 * V_1 = c_2 * V_2$$

$$50 \text{ mg/l} * x = 1 \text{ mg/l} * 50 \text{ ml}$$

$x = 1 \text{ ml}$ \rightarrow 1 ml der Kaliumstammeichlösung werden entnommen, in einen 50 ml Messkolben überführt und mit destilliertem Wasser auf 50 ml aufgefüllt.

Tabelle 6.20-1 – Standards Kalium

Standard [100ml]	Entnahme Stammlösung [ml]	Konzentration [mg/l]
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5

7.20.4. Kaliumbestimmung

7.20.4.1. Einführung

Die Kaliumbestimmung erfolgt mittels Atomabsorptionsspektrometer Perkin-Elmer-Analyst 100 bei einer Wellenlänge von 766,50 nm, einem Slit von 2 nm und einer oxidierenden Flamme. (Flammen AAS)

7.20.4.2. Messvorbereitungen

Die zu messende Probe muss innerhalb des höchsten Standards liegen, deshalb ist eine Verdünnung von 1:5 oft zielführend. Sollte die Probe jedoch außerhalb des Standards liegen, sollte sie 1:10 oder 1:15 verdünnt werden, das hängt ganz von der Kaliumkonzentration in der Probe ab.

Berechnung 1:5 Verdünnung bei 50 ml Probe:

10 ml werden der Probe entnommen und mit destilliertem Wasser auf 50 ml aufgefüllt.

7.20.4.3. Auswertung

Eine Kalibriergerade ist zu erstellen und die Proben darin einzuzeichnen. Die Konzentration der Probe ist mittels Lambert Beer'schen Gesetz zu berechnen.

7.21. Stickstoff

7.21.1. Probennahme

Die Bodenuntersuchung erfolgt nach der Nmin-Methode laut ÖNORM L 1091. Dazu wird die gekühlte, feldfrische Probe durch ein Sieb (5mm Maschenweite) gedrückt und gemischt.

7.21.2. Herstellen der Lösungen

7.21.2.1. Extraktionslösung

Materialien/Chemikalien:

- Calciumchlorid-Dihydrat [$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$]
- Ultradestilliertes Wasser (H_2O reinst)

Für die Extraktionslösung werden 1,84 g Calciumchlorid-Dihydrat in einen 1.000 ml Messkolben eingewogen und mit ultradestilliertem Wasser auf 1.000 ml aufgefüllt und gelöst. (0,0125 mol/l)

7.21.3. Extraktion



Abb.48, Extraktion der Bodenlösung [Foto: Max Wiesinger]

Materialien/Chemikalien:

- Feuchter Boden
- Extraktionslösung
- Horizontalschüttler
 - Frequenz 140 – 180 min^{-1}
- Faltenfilter

75 g der noch feuchten Bodenprobe werden in eine 1.000 ml Schüttelflasche eingewogen und mit 300 ml der oben angeführten Extraktionslösung versetzt. Danach wird die Probe eine Stunde lang in einem Horizontalschüttler, bei einer Frequenz von 140 bis 180 min⁻¹ geschüttelt. Nach dem Schütteln wird die Probe jeweils durch einen Faltenfilter filtriert, wobei der erste Anteil des Filtrats weggeworfen wird.

7.22. Stickstoffbestimmung

7.22.1. Einführung

Für den Stickstoffgehalt wird der Nmin-Wert ermittelt. Dieser wird mittels Spectroquant Spektralphotometer Pharo 100 über die Summe des NO₃-N- und NH₄-N-Gehalts bestimmt. Hierfür werden die Methoden Spectroquant 14773 (NO₃-N) und Spectroquant 14752 (NH₄-N) angewendet. Der Messbereich der Nitratmethode liegt bei 0,5 – 20,0 mg/l No₃-N, der Messbereich der Ammoniummethode bei 0,05 – 3,00 mg/l NH₄-N

7.22.2. Messvorbereitungen

7.22.2.1. Nitrat [Spectroquant 14773]

Materialien/Chemikalien:

- NO₃-1 (blauer Mikrolöffel)
- NO₃-2 (Lösung)
- Rundküvette
- Rechteckküvette 10 mm

Als erstes wird ein gestrichener blauer Mikrolöffel NO₃-1 in eine trockene leere Rundküvette gegeben. Danach werden 5ml der NO₃-2-Lösung mit der Pipette hinzugegeben und die Schraubkappe verschlossen. Zum Lösen des Feststoffes wird die Küvette eine Minute lang fest geschüttelt. Im Anschluss werden 1,5 ml der Probe (Extrakt) hinzugegeben und wieder mit der Schraubkappe

verschlossen. Nach einer Reaktionszeit von 10 Minuten wird die Lösung in die gewünschte Rechteckküvette (10 mm) gegeben und in den Küvettenschacht eingesetzt. Für die Blindprobe wird anstatt der Probe destilliertes Wasser verwendet.

7.22.2.2. Ammonium [Spectroquant 14752]

Materialien/Chemikalien:

- NH₄-1 (Lösung)
- NH₄-2 (blauer Mikrolöffel)
- NH₄-3 (Lösung)
- Rundküvette
- Rechteckküvette 10 mm

Als erstes werden 5 ml der Probe in ein Reagenzglas pipettiert. Danach werden 0,60 ml der NH₄-1-Lösung und ein gestrichener blauer Mikrolöffel NH₄-2 hinzugegeben. Zum Lösen des Feststoffes wird wieder kräftig geschüttelt. Nach einer Reaktionszeit von 5 Minuten werden noch 4 Tropfen der NH₄-3 zugegeben und vermischt. Nach einer weiteren Reaktionszeit von 5 Minuten wird die Lösung wieder in die gewünschte Küvette überführt und in den Küvettenschacht eingesetzt. Für die Blindprobe werden anstatt der Probe wiederum nur destilliertes Wasser verwendet.

7.22.3. Auswertung

Die Auswertung erfolgt via Spectroquant Spektralphotometer Pharo 100. Die jeweilige Vorgehensweise ist vom Photometerhandbuch abzulesen. Die Ergebnisse sind im Anschluss zu berechnen und eine Kalibrationsgerade ist zu erstellen. Das Ergebnis ist in mg/kg anzugeben und auf lufttrockenen Boden zu beziehen. Die Bezugsbasis dafür ist anzugeben. Außerdem ist das Verfahren wie folgt zu bezeichnen: „Prüfung ÖNORM L 1091 - 89“

7.23. Bestimmung der Acidität nach ÖNORM L1083

7.23.1. Probenahme

Gem. ÖNORMEN L 1083. Der zu beprobende Boden muss luftgetrocknet sein.

7.23.2. Herstellen der Lösungen

7.23.2.1. Calciumchloridlösung (0,01 M)

Berechnung:

$$n \text{ [mol]} = \frac{m \text{ [g]}}{M \left[\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]} \rightarrow m = n * M = 0,005 \text{ mol} * 147,02 \text{ g/mol} = \underline{\underline{0,7351 \text{ g}}}$$

Für die Calciumchloridlösung werden 0,7351 g CaCl₂ in einen 500 ml Messkolben eingewogen und mit destilliertem Wasser auf 500 ml aufgefüllt.

7.23.3. Aciditätbestimmung

7.23.3.1. Einführung

Die Acidität kann mittels Suspension in destilliertem Wasser (aktuelle Acidität) oder mittels CaCl₂ Lösung (potentielle Acidität) gemessen werden. Bestimmt wird diese mittels pH-Meter.

7.23.3.2. Messvorbereitungen

10g Boden sind in einem kleinen Becherglas mit 25ml 0,01M CaCl₂ Lösung zu versetzen, gut durchzumischen und zugedeckt 2 Stunden stehenzulassen.

Längere Kontaktzeiten, wie z.B. über Nacht, beeinflussen das Ergebnis nicht.

Danach ist neuerlich gut durchzumischen und der Boden kurz absetzen zu lassen. In der Zwischenzeit ist ein pH- Meter laut entsprechender Bedienungsanweisung mittels 2 Pufferlösungen zu kalibrieren. Anschließend wird der pH-Wert der Suspension gemessen und notiert. Die Elektrode ist anschließend gründlich zu reinigen.

7.23.3.3. Auswertung

Die Ergebnisangabe erfolgt auf eine Dezimalstelle

Zusätzlich ist anzugeben: „Prüfung ÖNORM L 1083-88“ sowie „Bestimmung in „Calciumchloridlösung“ bzw. „Bestimmung in Wasser“

8. Ergebnisse und Diskussion

8.1. Erste Biologische Messung (20.07.2019) [Voracek]

8.1.1. Spatendiagnose

Durch die angewandte Methode wurde sichtbar, dass der Boden ein gutes Verhältnis zwischen trocken und feucht aufweist. Des Weiteren sind Poren zu erkennen. Die Gefügestabilität ist in den ersten 10cm durch die Wurzeln sehr stabil.



Abb. 49, A-Horizont [Foto: Voracek]

Der anschließende Teil, also 10-20cm enthält sehr viel Humus. Dies erkennt man, dass die Erde sehr dunkel ist und belebt wird von einigen Lebewesen, wie zum Beispiel Engerlinge, Käfer, Larven und Regenwürmer. Nicht nur Humus, sondern auch Sand findet man in diesem Abschnitt wieder.

Der nächste Teil fällt auch markant auf, weil viele Tonanteile sichtbar sind und dadurch eine Klumpenbildung entsteht. Beim Herausnehmen des Blocks und der Klumpen zerfallen die größeren in kleinere. Der Geruch ist nicht auffallend, also der Boden riecht erdig und nicht faul. Bei den Wurzeln ist ein ähnliches positives Bild

vorhanden. Diese sehen sehr kompakt aus und sind nicht nur robust, sondern reichen bis zu 15cm in die Tiefe. Sie verankern sich dabei in den Bodenpartikeln und beziehen von denen Bodenluft und Bodenlösung.

Die Voraussetzungen zur Bildung von Huminstoffen sind gegeben und die Werte sind alle im grünen Bereich, weil keine unzersetzbaren Substanzen entdeckt werden konnten. Daher scheint auch der Sauerstoffwert zu passen. Bei der Abwurfprobe löste sich eine Mischung von größeren und kleineren Klumpen. Doch es waren mehr kleinere Klümpchen als größere. Das liegt wahrscheinlich daran, dass sich der untere Teil, der viele Tonanteile hat, beim Herausheben schon gelöst hat und nicht mehr am Block vorhanden war. Die kleineren Teilchen können nicht nur der Grund für einen guten Humusgehalt sein, sondern auch für genügend Sandanteile. Durch die gröber körnigeren Anteile kann das Wasser besser durchfließen und verklebt daher fast gar nicht. Der Sand ist im Boden deswegen so wichtig, da der Boden dadurch locker bleibt und nicht verdichtet.

8.1.2. Schlämmanalyse:

- | | | |
|----|------------------------|---------------------------------|
| 1. | Unterste Schicht: 4 cm | $4 * 100 / 9 = 44,44$ % Schluff |
| 2. | Mittlere Schicht: 3cm | $3 * 100 / 9 = 33,33$ % Ton |
| 3. | Obere Schicht: 2cm | $2 * 100 / 9 = 22,22$ % Sand |

Endergebnis: **schluffiger Lehm**

8.1.3. Bodenprofilanalyse:



Abb. 50, Bodenprofil [Foto: Voracek]

Dieser Bodenbohrer wurde ca. 70 cm in den Boden gestoßen. Jedoch war der Boden in den untersten Schichten so hart, dass nur ca. 50 cm im Bodenbohrer blieben. Als erstes kann man die Grasnarbe sehr gut erkennen und außerdem erkennt man unter der Grasnarbe eine leichte Verdunkelung der Erde. Grund dafür wird sein, dass dort mehr Humus zu finden ist. Außerdem wird auch sichtbar, dass unter der Grasnarbe die Erde viel lockerer und voluminöser wirkt. Ein Aspekt kann sein, dass durch die Bodenorganismen, wie zum Beispiel Regenwürmer, Käfer, Larven und andere MO der Boden aufgelockert wird. Dadurch wird der Boden automatisch fruchtbarer und durchlüftet. Außerdem kann durch eine gute Verwurzelung der Gräser dasselbe Ergebnis erzielt werden. Ca. 20 cm unter der Grasnarbe ist vermehrt Sand sichtbar und der Boden wird dadurch lockerer. Außerdem kann das Wasser besser absickern und die Filteraktivität wird gestärkt. Der Rest, der zu sehen ist, gehört dem A-Horizont an und dieser beinhaltet eine große Menge an Ton. Das kann man leicht erkennen, und zwar sind das die verklebten und glatten Stellen.

Recht interessant bei dieser Probenahme war, dass sehr viele Steine, vor allem im letzten Drittel des Bohrers, enthalten waren. Der Grund dafür kann sein, dass diese

Probe genau auf einer Drainage genommen wurde und dadurch viel Kies sichtbar wurden.

8.1.4. Versickerung:

Das Wasser versickerte in den Boden sehr gut und schnell. Außerdem bildeten sich keine Pfützen. Der Grund dafür ist wahrscheinlich, wie oben schon erwähnt, der hohe Sandanteil im Boden. Durch den Sand kann Wasser besser durchsickern und es kommt zu keiner Verdichtung.

8.1.5. Gefüge- und Aggregatsstabilität:

Laut der Tabelle und des Ergebnisses der Versuche ist die Aggregatsstabilität des Bodens mäßig mit der Wertungsziffer 4. Das heißt, dass nach dem Schütteln vorwiegend kleine Bruchstücke entfallen.

8.1.6. Dichte:

Dieser Versuch wurde mit einem Messer durchgeführt. Man konnte das Messer nur mit viel Kraft in den Boden drücken und es war sehr mühsam.



Abb. 51, Dichtebestimmung [Foto: Voracek]

8.1.7. Bodenfeuchte:

Beim Zerdrücken des Bodens staubt dieser nicht und er lässt sich auch nicht in die bestimmte Form bringen bzw. bindet nicht. Nach Zugabe von etwas Wasser dunkelte der Erdball etwas und laut der Begründungstabelle ist der Boden trocken-frisch.



Abb. 52, Nicht Formbar [Foto: Voracek]



Abb. 53 Kugel mit Wasser versehen [Foto: Voracek]

8.1.8. Fingerprobe:

Der Boden ist sehr tonhaltig, weil nach diesem Versuch die Hand sehr dreckig war.

8.1.9. Filterwirkung:

Nach Zugabe von Methylenblau auf die Bodenprobe, filterte dieser sehr gut und die blaue Farbe war total verschwunden

8.2. Zweite Biologische Messung (27.09.2019)

8.2.1. Spatendiagnose:

Durch die angewandte Methode wurde sichtbar, dass der Boden immer noch ein gutes Verhältnis zwischen trocken und feucht aufweist. Die Poren sind abermals zu erkennen und die Gefügestabilität ist in den ersten 10cm durch die Wurzeln noch immer sehr stabil. Auch der untere Teil ist diesmal sehr positiv aufgefallen, weil er beim Herausheben nicht komplett zerbröckelt ist und größtenteils stabil geblieben ist. Einzelne kleine Klümpchen haben sich gelöst.



Abb. 54, Erdblock [Foto: Voracek]

Der anschließende Teil, also 10-20cm darunter enthält noch immer sehr viel Humus. Dies erkennt man, dass die Erde sehr dunkel ist und belebt wird von einigen Lebewesen, wie zum Beispiel Engerlinge, Käfer, Larven und Regenwürmer. Diese Lebewesen haben sich nicht verändert und blieben gleich. Nicht nur Humus, sondern auch Sand findet man in diesem Abschnitt wieder. Sand wird auf Sportplätzen vermehrt aufgetragen, um diesen erstens widerstandfähiger zu machen und zweitens weicher, weil Sand hat eine größere Korngröße als Ton und in Kombination wirkt Sand wie ein Dämpfer. Außerdem kann durch den höheren Sandgehalt das Wasser besser absickern und wird witterungsbeständiger.

Der nächste Teil ist ab 20 cm und dieser hat sich verbessert. Es sind zwar noch immer viele Tonanteile sichtbar und es bilden sich des Weiteren Klumpen, doch diesmal ist, wie oben schon erwähnt, der Block nicht auseinandergefallen. Das heißt,

dass die Tonanteile mit anderen Anteilen, wie zum Beispiel Schluff, eine gute Bindung eingehen. Der Geruch ist nach wie vor nicht auffallend, also der Boden riecht erdig und nicht faul. Bei den Wurzeln hat sich auch nicht wesentlich verändert und es wurde ein ähnliches positives Bild vorgefunden. Diese sehen sehr kompakt aus und sind nicht nur robust, sondern reichen bis zu 15cm in die Tiefe. Sie verankern sich dabei in den Bodenpartikeln und beziehen von denen Bodenluft und Bodenlösung

Die Voraussetzungen zur Bildung von Huminstoffen sind weiterhin gegeben und die Werte sind alle passend, weil wieder keine unzersetzbaren Substanzen entdeckt werden konnten. Daher scheint auch der Sauerstoffwert zu passen, weil keine Fäulnisprozesse entdeckt wurden. Bei der Abwurfprobe löste sich eine Mischung von wenig größeren und kleineren Klumpen. Doch es waren mehr kleinere Klümpchen als größere. Der Block blieb zu 90 % ganz.

8.2.2. Schlämmanalyse:

1.	3 cm unterste Schicht	$3 * 100 / 6 = 50 \% \text{ Schluff}$
2.	2 cm mittlere Schicht	$2 * 100 / 6 = 33,33 \% \text{ Ton}$
3.	1 cm obere Schicht	$1 * 100 / 6 = 16,67 \% \text{ Sand}$

Endergebnis: **schluffiger Lehm**

8.2.3. Bodenprofilanalyse:



Abb. 55, Bodenprofilanalyse [Foto: Voracek]

Dieser Bodenbohrer wurde fast einen Meter in den Boden gestoßen und es hat sich nichts aus dem Bohrer gelöst. Zuerst kann man die Grasnarbe sehr gut erkennen und außerdem erkennt man unter dieser eine leichte Dunkelung der Erde. Diese Verdunkelung reicht ca. 25 cm weit und der Grund dafür wird sein, dass dort sehr viel Humus zu finden ist. Außerdem wird auch wie beim ersten Mal sichtbar, dass unter der Grasnarbe die Erde viel lockerer und voluminöser ist. Viele Bodenorganismen sind dafür der Grund. Diese beleben den Boden und reichern ihn mit vielen Nährstoffen an.

Die nächsten 20 cm sind auch noch dunkler, jedoch erkennt man dort einen höheren Tonanteil, weil dieser Teil erstens sehr verdichtet und zweitens sehr feucht ist. Am Bild kann sogar erkennen, dass dieser Teil sehr klebrig ist. Die nächsten 50-60 cm sind deutlich heller als der andere Teil. Grund dafür ist der Beginn eines neuen Horizontes und dieser wird B-Horizont genannt. Typisch ist, dass dieser viel heller ist als der A-Horizont. Grund dafür ist ganz einfach, und zwar lässt der Humusgehalt stark nach und dieser Teil ist nicht mehr so belebt wie der obige Teil.

8.2.4. Versickerung:

Das Ergebnis dieser Messung war das gleiche wie beim ersten Mal. Das Wasser versickert in den Boden sehr gut und schnell. Außerdem bilden sich erneut keine Pfützen. Der Grund dafür ist wahrscheinlich wie oben schon erwähnt der Sandanteil im Boden. Durch den Sand kann Wasser besser durchsickern und es kommt zu keiner Verdichtung.

8.2.5. Gefüge und Aggregatsstabilität:

Laut der Tabelle und des Ergebnisses der Versuche ist die Aggregatsstabilität des Bodens mittel mit der Wertungsziffer 3. Das heißt, dass nach dem Schütteln mehr



kleine und weniger große Bruchstücke entfallen sind.

8.2.6. Dichte:

Dieser Versuch hatte dasselbe Ergebnis wie beim ersten Mal, und zwar konnte man das Messer nur mit viel Kraft in den Boden drücken. Außerdem war das Messer nur ca. 3 cm im Boden.

Abb. 56, Bodendichtebestimmung [Foto: Voracek]

8.2.7. Bodenfeuchte:

Beim Zerdrücken des Bodens staubt dieser nicht und er lässt sich auch in die bestimmte Form bringen bzw. der Sand entfällt. Nach Zugabe von etwas Wasser dunkelte der Erdball nicht und laut der Begründungstabelle bekam der Boden die Wertungsziffer 3, frisch.



Abb. 57, formbar [Foto: Voracek]



Abb. 58, Ball mit Wasser versehen [Foto: Voracek]

8.2.8. Fingerprobe:

Der Boden ist immer noch sehr tonhaltig, weil nach diesem Versuch die Hand sehr dreckig war.

8.2.9. Filterwirkung:

Nach Zugabe von Methylenblau auf die Bodenprobe, filterte dieser erneut sehr gut und die blaue Farbe war total verschwunden.

8.3. Dritte Biologische Messung (15.11.2019)

8.3.1. Spatendiagnose:

Durch die angewandte Methode wurde sichtbar, dass der Boden sehr feucht und auch sehr verdichtet war. Die Poren sind diesmal nicht zu erkennen und die Gefügestabilität ist in den ersten 5-7 cm durch die Wurzeln sehr stabil. Jedoch hat sich der untere Teil diesmal komplett vom oberen gelöst. Beim Herausheben ist dieser Teil nochmals in gröbere Klumpen zerbrochen und diese waren sehr kompakt, aber feucht. Es haben sich auch kleinere Klümpchen gelöst, diese waren nicht so auffällig. Der Grund dafür kann sein, dass es viele Tage vor den Messungen geregnet hat und sich sind die Ergebnisse dadurch ergeben.



Abb. 59, Erdblock [Foto: Voracek]

Der anschließende Teil, also 10-20cm, enthält noch immer wie bei den ersten Malen sehr viel Humus. Dies erkennt man, dass die Erde sehr dunkel ist und belebt wird von einigen Lebewesen, wie zum Beispiel Engerlinge, Käfer, Larven und Regenwürmer. Besonders interessant ist, dass diesmal auch sehr viele kleine gelbe Ameisen gefunden worden sind. Der Grund, warum diese Ameisen gerade jetzt auftreten, ist noch nicht bekannt. Die Mischung von Humus und Sand hat sich auch nicht verändert und ist gleichgeblieben, das heißt der Platz ist immer noch witterungsbeständig und sehr robust.

Der unterste Teil (ab 20cm) ist sehr markant aufgefallen, da durch das viele Wasser die Tonsilikate sehr viel von diesem aufgenommen haben und sich dadurch große Klumpen gebildet haben. Man hat die Eigenschaften von den Dreischichtsilikaten sehr gut gesehen. Beim Zerdrücken der Klumpen ist zuerst sehr viel Wasser entwichen und dann waren die Hände sehr dreckig. Der Geruch der Erde hat sich auch nicht verändert und ist nach wie vor erdig.



Abb. 60, Nahaufnahme Boden [Foto: Voracek]

Die Voraussetzungen zur Bildung von Huminstoffen sind noch immer gegeben und die Werte sind alle im grünen Bereich, weil wieder keine unzersetzbaren Substanzen entdeckt werden konnten. Daher scheint auch der Sauerstoffwert zu passen, weil keine Fäulnisprozesse aufgefallen sind. Bei der Abwurfprobe löste sich diesmal eine Mischung von vielen größeren und wenig kleineren Klumpen.

8.3.2. Schlämmanalyse:

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. 6 cm unterste Schicht | $6 * 100 / 9,5 = 63,16 \% \text{ Schluff}$ |
| 2. 2 cm mittlere Schicht | $2 * 100 / 9,5 = 21,1 \% \text{ Ton}$ |
| 3. 1,5 cm obere Schicht | $1,5 * 100 / 9,5 = 15,79 \% \text{ Sand}$ |

Endergebnis: **schluffiger Lehm**

8.3.3. Bodenprofilanalyse:



Abb. 61, Bodenprofilanalyse [Foto: Voracek]

Dieser Bodenbohrer wurde wie beim ersten Mal ca. 70 cm in den Boden gestoßen. Der Boden war diesmal viel weicher und es blieben ca. 60-65 cm im Bohrer. Die ersten 30 cm unter der Grasnarbe kann man sehr gut erkennen, weil im Gegensatz zum unteren Teil eine sichtbare Verdunkelung der Erde erkennbar ist. Grund dafür wird sein, dass dort mehr Humus zu finden ist. Der Unterschied zu den ersten Messungen ist, dass diesmal viel mehr Humus enthalten ist. Das könnte daran liegen, dass zwischen den beiden Messungen ein Top-Dressing ausgebracht wurde. Dieses beinhaltet Schwarzhumus, Quarz und soll den Wurzeln mehr Nährstoffe und Halt geben.

Außerdem kann man wie beim ersten Mal erkennen, dass die dunklere Schicht wesentlich lockerer ist als die untere Schicht. Der Grund dafür ist ganz einfach der, dass dieser Horizont von den Bodenlebewesen aufgelockert und mit Nährstoffen angereichert wird. Außerdem erkennt man auch einen Sand- bzw. Quarzanteil und dieser ermöglicht es durch seine gröbere Korngröße, dass diese Schicht nicht verdichtet.

Die etwas hellere Schicht wird auch der A-Horizont genannt. Dieser beinhaltet verschiedenste Gesteinstypen, aber am meisten sind Tonanteile sichtbar. Wie bei den ersten Messungen hat sich in dieser Schicht nichts verändert.

Im unteren Bereich des Profils verändert sich jedoch die Farbe der Erde. Es kann sein, dass in diesem Teil viele Steine enthalten waren und dieser bereits zum B-Horizont gehört. Auf dem Bild kann man auf der linken Seite einen größeren Stein erkennen, der aus dem Bohrer herausragt. Dadurch, dass das letzte Stück eine etwas grünliche Färbung hat, kann es sein, dass durch den vielen Regen der Boden weniger Sauerstoff bekommen hat. Jedoch kann man sagen, dass sich der Boden zum Positiven verändert hat, weil dieser durch Zugabe von Humus besser geworden ist. Dadurch, dass der Rasen nur getrimmt wird, bleibt der Schnitt liegen und es dient nicht nur als Dünger, sondern trägt auch langfristig zur Produktion von Humus bei.

8.3.4. Versickerung:

Das Ergebnis dieser Messung war nicht das gleiche wie bei den zweien zuvor. Das Wasser versickerte nicht so schnell im Boden wie bei den ersten beiden Malen. Grund dafür könnte sein, dass es viele Tage vor den Messungen sehr geregnet hat und dadurch die Poren wassergesättigt waren. Diesmal bildeten sich kleine Pfützen.

8.3.5. Gefüge und Aggregatsstabilität:

Laut der Tabelle und des Ergebnisses der Versuche ist die Aggregatsstabilität des Bodens groß mit der Wertungsziffer 2. Das heißt, dass nach dem Schütteln vorwiegend große Bruchstücke entfallen sind



Abb. 62, Bodenprofilanalyse [Foto: Voracek]

8.3.6. Dichte:

Dieser Versuch hatte dasselbe Ergebnis wie beim ersten Mal, und zwar konnte man das Messer trotz des vielen Regens zuvor nur mit viel Kraft in den Boden drücken. Außerdem war das Messer nur ca. 4 cm im Boden.



Abb. 63, Bodendichtebestimmung [Foto: Voracek]

8.3.7. Bodenfeuchte:

Beim Zerdrücken des Bodens klebte dieser und er lässt sich auch gut in die bestimmte Form bringen bzw. der Sand entfällt. Nach Zugabe von etwas Wasser dunkelte der Erdball nicht und laut der Begründungstabelle bekam der Boden die Wertungsziffer 2, feucht. Grund für den schlechteren Wert ist der, da es vor der Messung mehrere Tage geregnet hat.

8.3.8. Fingerprobe:

Der Boden ist immer noch sehr tonhaltig, weil nach diesem Versuch die Hand sehr dreckig war.

8.3.9. Filterwirkung:

Boden filtert auf Grund des vielen beinhaltenden Wassers nicht so gut, wie zuvor.

8.4. Vegetationsaufnahme

8.4.1. Alle drei Messungen gesamt

Auf dem Fußballplatz ist ursprünglich zu 95 % nur Rasen zu finden. Diese Art des Rasens ist eine besondere Form des Gebrauchsrasens und wird Sportrasen genannt. Dieser wird zweimal in der Woche gemäht und benötigt eine intensive Pflege. Durch die herumfliegenden Pollen haben sich verschiedenste Kräuter und Unkräuter am Sportplatz sesshaft gemacht. Dazu zählt der Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), Breitwegerich (*Plantago major*), Gewöhnlicher Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) und diverse Gräser mit dem am häufigsten aufgetretenen Namens einjähriges Rispengras (*Poa annua*).

8.4.2. Schätzung des Deckungsgrades:

Tabelle 7.4-1 - Deckungsgrad

Art	Symbol	Individuenzahl	Deckung in %
Sportrasen	5	Ganzflächig	89,5 %
Plantago lanceolata	1	11	3 %
Plantago major	1	13	4 %
Taraxacum officinale	1	9	2 %
Poa annua	1	7	1,5 %

8.5. Aufnahme der Bodenorganismen und Lebewesen

Mikrofauna: keine sichtbar

Mesofauna: Gelbe Wiesenameise (*Lasius flavus*), sehr häufig aufgetreten; Gemeiner Ohrwurm (*Forficula auricularia*), ebenfalls oft gesehen

Makrofauna: Engerlinge, 5 davon gesichtet; Larven, 4, konnten nicht identifiziert werden

Megafauna: Tauwurm (*Lumbricus terrestris*), sehr oft aufgetreten; Maulwurfgang gesichtet, das heißt, dass ein Maulwurf auch in diesem Raum lebt



Abb. 64, Larve [Foto: Voracek]



Abb. 65, Gelbe Wiesenameise [Foto: Voracek]

8.6. Prallplatte

8.6.1.1. Messung (20.07.2019):

Die ersten beiden Male wurden zwei Liter Wasser auf die Platte gegossen und es versickerte innerhalb von 5 Sekunden. Auch beim dritten Versuch sah man keinen Unterschied und das Wasser ist innerhalb von 5 Sekunden vollständig in den Boden versickert.

8.6.2.2. Messung (27.09.2019):

Hierbei wurde das Wasser wieder zweimal auf die Platte gegossen und die Menge versickerte wieder innerhalb von 5 Sekunden. Beim dritten Mal konnte man fast keinen Unterschied wie zu den ersten beiden Malen, jedoch brauchte das Wasser diesmal 6 Sekunden, um vollständig zu versickern.

8.6.3.3. Messung (15.11.2019):

Auch bei der letzten Messung wurde das Wasser wieder auf die Platte gegossen und es war diesmal etwas anders. Dadurch, dass es vor der letzten Messung länger und stark geregnet hatte, brauchte auch das Wasser dementsprechend länger, in den Boden einzusickern. Die ersten beiden Male waren bei ca. 7 Sekunden. Beim dritten Mal brauchte das Wasser länger, und zwar 10 Sekunden.

8.7. Humusgehalt

X= Faktor 1,724

A= Gesamtgewicht vor Ausglühen

B= Gesamtgewicht nach Ausglühen

$$C - \text{Gehalt} = \frac{(A - B) * x * 100}{A}$$

$$C - \text{Gehalt} = \frac{(170 - 166) * 1,724 * 100}{170}$$

C - Gehalt = 4,0565 % - Humus

Durch diesen Prozentgehalt kann man ablesen, dass diese Bodenprobe stark Humos ist, das heißt, dass sehr viel Humus im Boden enthalten ist.

8.8. Humusform nach Farbe

Die filtrierte Flüssigkeit war sehr hell, was bedeutet, dass der Boden sehr viele basische Huminstoffe beinhaltet und kann somit zu der besten Humusform Mull (Endohumusform) gezählt werden. Diese Humusform ist deswegen die beste, weil die organische Substanz gut abgebaut und durchmischt worden ist. Außerdem befindet sich der pH-Wert um 7(neutral). Aufgrund dessen befinden sich auch sehr viele verfügbaren Nährstoffe darin, die auch wiederum viele Bakterien fördern, die an der Mineralisation beteiligt sind.

8.9. Stickstoff (Prüfung ÖNORM 1.089) [Wiesinger]

8.9.1. Erste Messung (12.6.2019)

Stickstoff:

Nitrat: Messbereich 0,5 – 20,0 mg/l NO₃-N

Probe 1: 0,72 mg/l

Probe 2: 0,84 mg/l

Ammonium: Messbereich 0,05 – 3,00 mg/l NH₄-N

Probe 1: 0,10 mg/l

Probe 2: 0,08 mg/l

Stickstoff gesamt:

NO₃-N + NH₄-N = N_{gesamt}

Probe 1: 0,72 mg/l + 0,10 mg/l = 0,82 mg/l

Probe 2: 0,84 mg/l + 0,08 mg/l = 0,92 mg/l

Stickstoffgehalt in mg/kg Trockensubstanz

0,82 mg..... 1.000 ml

x..... 300 ml → verwendete Extraktionslösung

x = 0,25 mg/300 ml

→ 0,25 mg N/75 g Probe

75 g auf 1.000 g

0,25 mg..... 75 g

x mg..... 1.000 g

$$\frac{0,25 \text{ mg}}{75 \text{ g}} * 1.000 = \underline{3,33 \text{ mg/kg}}$$

$$\frac{0,28 \text{ mg}}{75 \text{ g}} * 1.000 = \underline{3,73 \text{ mg/kg}}$$

} Ø = 3,53 mg/kg Nasssubstanz (NS)

Ermittlung der Trockensubstanz (TS) durch den indirekten Schluss

$$3,33 \text{ mg/kg NS} * \frac{100 \%}{57,60} = \underline{5,78 \text{ mg/kg Trockensubstanz}}$$

$$3,73 \text{ mg/kg NS} * \frac{100 \%}{57,60} = \underline{6,48 \text{ mg/kg Trockensubstanz}}$$

$$\text{Ø} 3,53 \text{ mg/kg NS} * \frac{100 \%}{57,60} = \text{Ø} \underline{6,13 \text{ mg/kg Trockensubstanz}}$$

zur Erklärung: 57,60% = (Boden feucht – Boden luftgetrocknet)/10 g Einwaage * 100
 = (41,63 g – 35,87 g)/10 * 100

Tabelle 7.9-1 – Stickstoffgehalt in mg pro kg Feinboden

Bodenprobe	Stickstoff gesamt (N _{gesamt}) in mg/l	Stickstoffgehalt in mg/kg Trockensubstanz
1 (10 cm Bodentiefe)	0,82	5,78
2 (20 cm Bodentiefe)	0,92	6,48
3 (Mittelwert)	Ø 0,87	6,13

8.9.2. Zweite Messung (10.9.2019)

Stickstoff:

Nitrat: Messbereich 0,5 – 20,0 mg/l NO₃-N

- Probe 1: 1,70 mg/l
- Probe 2: 1,60 mg/l
- Probe 3: >20,00 mg/l
- Probe 4: 4,30 mg/l

Ammonium: Messbereich 0,05 – 3,00 mg/l NH₄-N

- Probe 1: 1,37 mg/l
- Probe 2: 1,25 mg/l
- Probe 3: >3,00 mg/l
- Probe 4: 1,77 mg/l

Stickstoff gesamt:

NO₃-N + NH₄-N = N_{gesamt}

Probe 1: 4,30 mg/l + 1,77 mg/l = 6,07 mg/l

Probe 2: 1,70 mg/l + 1,37 mg/l = 3,07 mg/l

Probe 3: >20,00 mg/l + >3,00 mg/l = >23,00 mg/l

Probe 4: 1,60 mg/l + 1,25 mg/l = 2,85 mg/l

Stickstoff [mg/kg]

6,07 mg..... 1.000 ml

x..... 300 ml

x = 1,82 mg

➔ 1,82 mg N/75 g Probe

75 g auf 1.000 g

1,82 mg..... 75 g

x mg..... 1.000 g

$$\frac{1,82 \text{ mg}}{75 \text{ g}} * 1.000 = \underline{24,27 \text{ mg/kg}}$$

$$\frac{0,92 \text{ mg}}{75 \text{ g}} * 1.000 = \underline{12,27 \text{ mg/kg}}$$

$$\frac{6,90 \text{ mg}}{75 \text{ g}} * 1.000 = \underline{>92,00 \text{ mg/kg}}$$

$$\frac{0,86 \text{ mg}}{75 \text{ g}} * 1.000 = \underline{11,47 \text{ mg/kg}}$$

Ermittlung der Trockensubstanz durch den indirekten Schluss

$$24,27 \text{ mg/kg} * \frac{100 \%}{57,60 \%} = \underline{42,14 \text{ mg/kg Trockensubstanz}}$$

$$12,27 \text{ mg/kg} * \frac{100 \%}{80,20 \%} = \underline{15,30 \text{ mg/kg Trockensubstanz}}$$

$$>92,00 \text{ mg/kg} * \frac{100 \%}{79,40 \%} = \underline{>73,05 \text{ mg/kg Trockensubstanz}}$$

$$11,47 \text{ mg/kg} * \frac{100 \%}{79,50 \%} = \underline{14,43 \text{ mg/kg Trockensubstanz}}$$

Tabelle 7.9-2 –Stickstoffgehalt in mg pro kg Feinboden

Bodenprobe	Stickstoff gesamt (N _{gesamt}) in mg/l	Stickstoffgehalt in mg/kg Trockensubstanz
1 (Komposttee)	6,07	42,14
2 (eigene Kompostteemischung)	3,07	15,30
3 (Immergrün Rasen- Fit)	23,00	73,05
4 (ohne Düngermittel)	2,85	14,43

8.9.3. Dritte Messung (26.10.2019)

Stickstoff:

Nitrat: Messbereich 0,5 – 20,0 mg/l NO₃-N

- Probe 1: 4,30 mg/l
- Probe 2: 0,90 mg/l
- Probe 3: 1,30 mg/l
- Probe 4: 0,90 mg/l

Ammonium: Messbereich 0,05 – 3,00 mg/l NH₄-N

- Probe 1: 0,56 mg/l
- Probe 2: 0,62 mg/l
- Probe 3: 0,57 mg/l
- Probe 4: 0,63 mg/l

Stickstoff gesamt:

NO₃-N + NH₄-N = N_{gesamt}

Probe 1: 4,30 mg/l + 0,56 mg/l = 4,86 mg/l

Probe 2: 0,90 mg/l + 0,62 mg/l = 1,52 mg/l

Probe 3: 18,04 mg/l + 0,57 mg/l = 18,61 mg/l

Probe 4: 0,90 mg/l + 0,63 mg/l = 1,53 mg/l

Stickstoff [mg/kg]

4,86 mg..... 1.000 ml

x..... 300 ml → verwendete Extraktionslösung

x = 1,46 mg/300 ml

→ 1,46 mg N/75 g Probe

75 g auf 1.000 g

1,46 mg..... 75 g

x mg..... 1.000 g

$$\frac{1,46 \text{ mg}}{75 \text{ g}} * 1.000 = \underline{19,47 \text{ mg/kg}}$$

$$\frac{0,46 \text{ mg}}{75 \text{ g}} * 1.000 = \underline{6,13 \text{ mg/kg}}$$

$$\frac{5,58 \text{ mg}}{75 \text{ g}} * 1.000 = \underline{74,40 \text{ mg/kg}}$$

$$\frac{0,46 \text{ mg}}{75 \text{ g}} * 1.000 = \underline{6,13 \text{ mg/kg}}$$

Ermittlung der Trockensubstanz durch den indirekten Schluss

$$19,47 \text{ mg/kg} * \frac{100\%}{61,70\%} = \underline{31,56 \text{ mg/kg Trockensubstanz}}$$

$$6,13 \text{ mg/kg} * \frac{100\%}{66,10\%} = \underline{9,27 \text{ mg/kg Trockensubstanz}}$$

$$74,40 \text{ mg/kg} * \frac{100\%}{62,80\%} = \underline{118,47 \text{ mg/kg Trockensubstanz}}$$

$$6,13 \text{ mg/kg} * \frac{100\%}{61,50\%} = \underline{9,97 \text{ mg/kg Trockensubstanz}}$$

Tabelle 7.9-3 –Stickstoffgehalt in mg pro kg Feinboden

Bodenprobe	Stickstoff gesamt (N _{gesamt}) in mg/l	Stickstoffgehalt in mg/kg Trockensubstanz
1	4,86	31,56
2	1,52	9,27
3	18,61	118,47
4	1,53	9,97

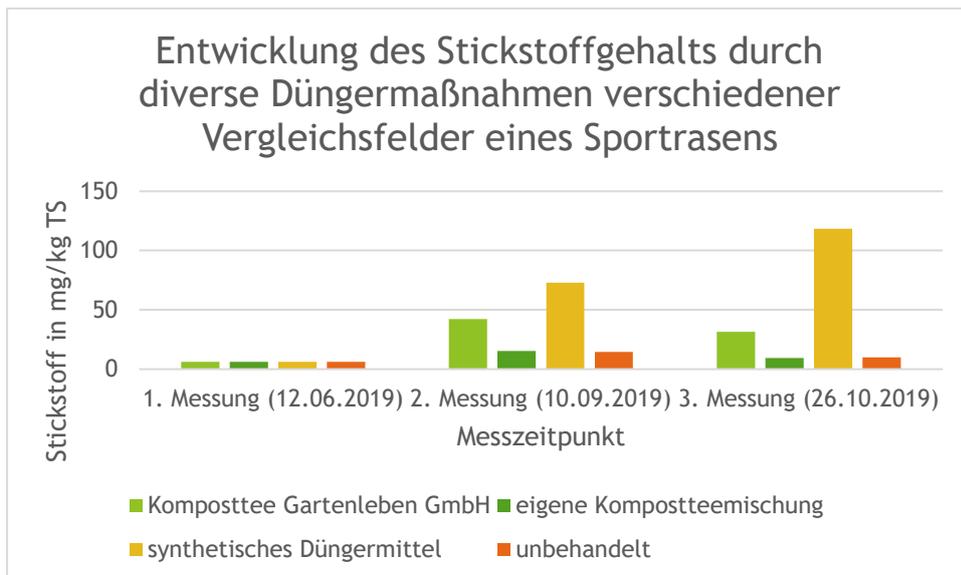


Abb. 66, Entwicklung des Stickstoffgehalts durch diverse Düngermaßnahmen verschiedener Vergleichsfelder eines Sportrasens

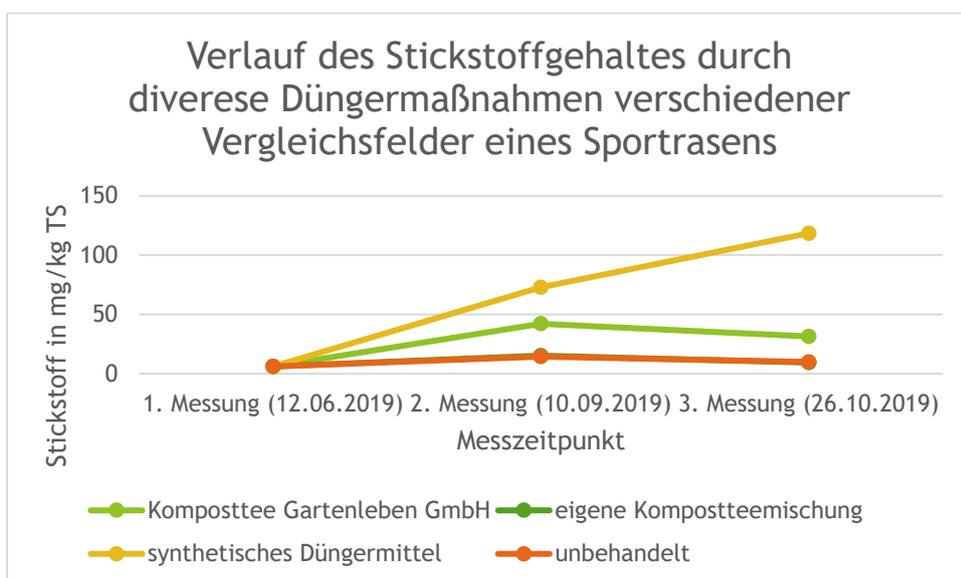


Abb. 67, Verlauf des Stickstoffgehalts durch diverse Düngermaßnahmen verschiedener Vergleichsfelder eines Sportrasens

Optimalwerte Stickstoff (N) nach der Humboldt-Universität nach Berlin in mg pro kg: 11 – 40

(vgl. [https://www.agrar.hu-](https://www.agrar.hu-berlin.de/de/institut/departments/dao/bk/forschung/klimagaerten/bildungs-und-vernetzungsforum/2016-09-16-bodenanalysen-und.pdf)

[berlin.de/de/institut/departments/dao/bk/forschung/klimagaerten/bildungs-und-vernetzungsforum/2016-09-16-bodenanalysen-und.pdf](https://www.agrar.hu-berlin.de/de/institut/departments/dao/bk/forschung/klimagaerten/bildungs-und-vernetzungsforum/2016-09-16-bodenanalysen-und.pdf), 25.02.2020)

8.10. Ergebnisse Phosphat/Kalium (Prüfung ÖNORM 1.089)

8.11. Phosphat

8.11.1. Erste Messung (12.6.2019)

Tabelle 7.11-1 – Absorptionswerte Standards/Proben Phosphat

Standards/Bodenprobe	Konzentration in mg/l	ABS	K*ABS
Std 1	5	0,079	0,0791
Std 2	10	0,115	0,1150
Std 3	20	0,231	0,2311
Std 4	30	0,304	0,3037
Std 5	40	0,412	0,4121
Std 6	50	0,539	0,5388
1 (10 cm Bodentiefe)		0,048	0,0479
2 (20 cm Bodentiefe)		0,175	0,1746
3 (Mittelwert Probe 1 u. 2)		Ø	Ø
		0,112	0,1115

Ermittlung des Phosphatgehalts in mg/100 g luftgetrockneten Boden

Tabelle 7.11-2 – Extinktionswerte Standards Phosphat

Standards	ABS	K * ABS/mg/l	ε [Epsilon]
1	0,079	0,0791/5	0,0158 (nicht aussagekräftig)
2	0,115	0,1150/10	0,0115 (nicht aussagekräftig)
3	0,231	0,2311/20	0,01155
4	0,304	0,3037/30	0,0101
5	0,412	0,4121/40	0,0103
6	0,539	0,5388/50	0,0108
			Σ 0,04275

Mittelwert berechnen:

$$0,04275 : 4 = 0,0106875 \rightarrow \underline{\underline{0,0107}}$$

Probe 3:

$$c(\text{Probe}) = \frac{\text{gemessene Absorption}}{\text{Mittelwert}} = \frac{0,1115}{0,0107} = \underline{\underline{10,42 \text{ mg/l}}}$$

- von 1.000 ml auf 100 ml

$$10,42 : 10 = 1,042 \text{ mg/100 ml}$$

- von ml auf g

$$1,042 \text{ mg} \dots\dots\dots 100 \text{ ml}$$

$$5,07 \text{ g} \dots\dots\dots 100 \text{ ml}$$

- 1,042 mg/5,07 g Probe
- von g Probe auf 100 g Probe

$$1,042 \text{ mg} \dots\dots\dots 5,07 \text{ g}$$

$$x \dots\dots\dots 100 \text{ g}$$

$$\rightarrow \frac{1,042 \text{ mg}}{5,07 \text{ g}} * 100 \text{ g} = \underline{\underline{20,55 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g Nasssubstanz}}}$$

→

Ermittlung der Trockensubstanz (TS) durch den indirekten Schluss

$$20,55 \text{ mg/100 g NS} * \frac{100 \%}{57,60} = \underline{\underline{35,67 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g luftgetrockneter Boden}}}$$

zur Erklärung: 57,60% = (Boden feucht – Boden luftgetrocknet)/10 g Einwaage * 100

$$= (41,63 \text{ g} - 35,87 \text{ g})/10 * 100$$

Tabelle 7.11-3 – Phosphatgehalt in mg/100 g Feinboden

Bodenprobe	Konzentration [mg/l]	Feuchter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]	Umrechnungs- faktor [1]	Luftgetrockneter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]
3 (Mittelwert Probe 1 u. 2)	10,42	20,55	1,7361	35,67

8.11.2. Zweite Messung (10.09.2019)

Tabelle 7.11-4 - Absorptionswerte Standards/Proben Phosphat

Standards/Bodenprobe	Konzentration [mg/l]	ABS	K*ABS
Std 1	5	0,114	0,1138
Std 2	10	0,164	0,1643
Std 3	20	0,235	0,2346
Std 4	30	0,368	0,3684
Std 5	40	0,474	0,4735
Std 6	50	0,575	0,5751
1 Komposttee		0,094	0,0938
2 eigene Kompostteemischung		0,105	0,1049
3 Immergrün Rasen-Fit		0,143	0,1425
4 Ohne Düngermittel		0,085	0,0852

Ermittlung des Phosphatgehalts in mg/100 g luftgetrockneten Boden

Tabelle 7.11-5 – Extinktionswerte Standards Phosphat

Standards	ABS	K*ABS/mg/l	ε [Epsilon]
1	0,114	0,1138/5	0,0227 (nicht aussagekräftig)
2	0,164	0,1643/10	0,0164 (nicht aussagekräftig)
3	0,235	0,2346/20	0,0117
4	0,368	0,3684/30	0,0123
5	0,474	0,4735/40	0,0118
6	0,575	0,5751/50	0,0115
			Σ 0,0473

Mittelwert berechnen:

$$0,0473 : 4 = 0,011825 \rightarrow 0,0118$$

Probe 1:

$$c(\text{Probe}) = \frac{\text{gemessene Absorption}}{\text{Mittelwert}} = \frac{0,0938}{0,0118} = \underline{\underline{7,95 \text{ mg/l}}}$$

- von 1.000 ml auf 100 ml

$$7,95 : 10 = 0,797 \text{ mg/100 ml}$$

- von ml auf g

0,795 mg..... 100 ml

4,96 g 100 ml

- 0,795 mg/4,96 g Probe
- von g Probe auf 100 g Probe

0,795 mg..... 4,96 g

x..... 100 g

$$\rightarrow \frac{0,795 \text{ mg}}{4,96 \text{ g}} * 100 \text{ g} = \underline{\underline{16,03 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g Nasssubstanz}}}$$

Ermittlung der Trockensubstanz (TS) durch den indirekten Schluss

$$16,03 \text{ mg}/100 \text{ g NS} * \frac{100 \%}{57,60} = \underline{\underline{27,83 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g luftgetrocknetem Boden}}}$$

Tabelle 7.11-6 - Phosphatgehalt in mg/100 g Feinboden

Bodenprobe	Konzentration [mg/l]	Feuchter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]	Umrechnungsfaktor [1]	Luftgetrockneter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]
1 Komposttee	7,95	16,03	1,7361	27,83
2 eigene Kompostteemischung	8,90	17,49	1,2469	21,80
3 Immergrün Rasen-Fit	12,08	24,25	1,2594	30,54
4 Ohne Düngermittel	7,22	13,91	1,2579	17,50

8.11.3. Dritte Messung (26.10.2019)

Tabelle 7.11-7 – Absorptionswerte Standards/Proben Phosphat

Standards/Bodenprobe	Konzentration [mg/l]	ABS	K*ABS
Std 1	5	0,111	0,1107
Std 2	10	0,157	0,1568
Std 3	20	0,222	0,2222
Std 4	30	0,376	0,3759
Std 5	40	0,464	0,4642
Std 6	50	0,580	0,5798
1 Komposttee		0,146	0,1456
2 eigene Kompostteemischung		0,127	0,1274
3 Immergrün Rasen-Fit		0,150	0,1498
4 Ohne Düngermittel		0,114	0,1135

Ermittlung des Phosphatgehalts in mg/100 g luftgetrockneten Boden

Tabelle 7.11-8 – Extinktionswerte Standards Phosphat

Standards	ABS	K*ABS/mg/l	ε [Epsilon]
1	0,111	0,1107/5	0,02214 (nicht aussagekräftig)
2	0,157	0,1568/10	0,01568 (nicht aussagekräftig)
3	0,222	0,2222/20	0,01111
4	0,376	0,3759/30	0,01253
5	0,464	0,4642/40	0,01161
6	0,580	0,5798/50	0,01160
			Σ 0,04685

Mittelwert berechnen:

$$0,04685 : 4 = 0,0117125 \rightarrow 0,0117$$

Probe 1:

$$c(\text{Probe}) = \frac{\text{gemessene Absorption}}{\text{Mittelwert}} = \frac{0,1456}{0,0117} = \underline{\underline{12,44 \text{ mg/l}}}$$

- von 1.000 ml auf 100 ml

$$12,44 : 10 = 1,244 \text{ mg}/100 \text{ ml}$$

- von ml auf g

$$1,244 \text{ mg} \dots\dots\dots 100 \text{ ml}$$

$$5,06 \text{ g} \dots\dots\dots 100 \text{ ml}$$

- 1,244 mg/5,06 g Probe
- von g Probe auf 100 g Probe

$$1,244 \text{ mg} \dots\dots\dots 5,06 \text{ g}$$

$$x \dots\dots\dots 100 \text{ g}$$

$$\rightarrow \frac{1,244 \text{ mg}}{5,06 \text{ g}} * 100 \text{ g} = \underline{\underline{24,58 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g Nasssubstanz}}}$$

Ermittlung der Trockensubstanz (TS) durch den indirekten Schluss

$$24,58 \text{ mg}/100 \text{ g NS} * \frac{100 \%}{61,70 \%} = \underline{\underline{39,84 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g luftgetrocknetem Boden}}}$$

Tabelle 7.11-9 - Phosphatgehalt in mg/100 g Feinboden

Bodenprobe	Konzentration [mg/l]	Feuchter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]	Umrechnungsfaktor [1]	Luftgetrockneter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]
1 Komposttee	12,44	24,58	1,6207	39,84
2 eigene Kompostteemischung	10,89	21,48	1,5129	32,50
3 Immergrün Rasen-Fit	12,80	24,02	1,5924	38,25
4 Ohne Düngermittel	9,70	19,28	1,6260	31,35

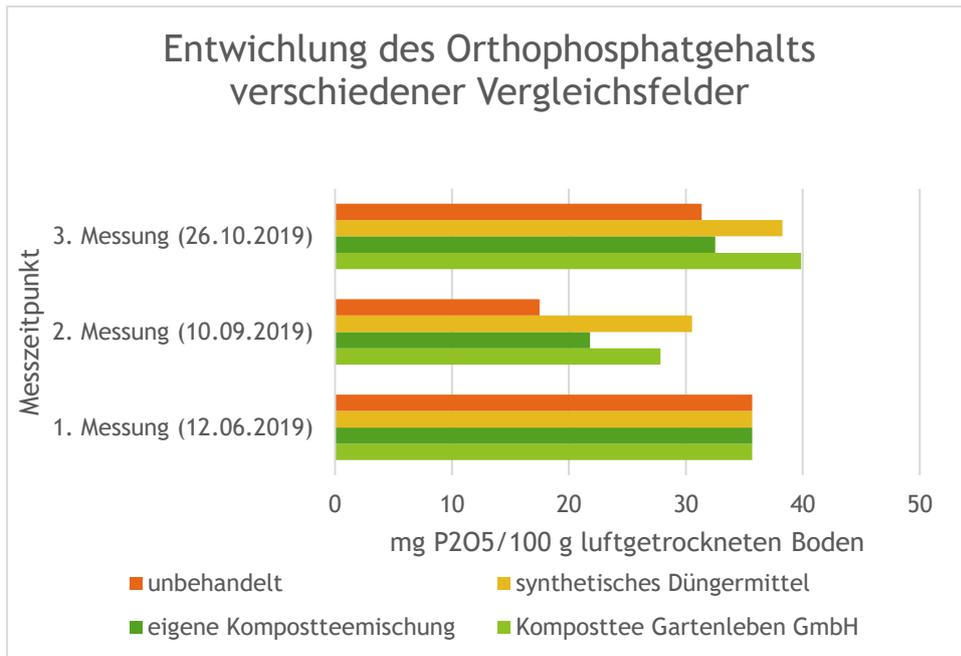


Abb. 68, Entwicklung des Orthophosphatgehalts verschiedener Vergleichsfelder

Tabelle 7.11-10 - Optimalwerte für P₂O₅ in mg pro 100 g Boden [aus: Schaller 1993]

Versorgung	Böden	
	leicht (<10 % Ton)	mittel – schwer (10-35 % Ton)
niedrig	<7	<7
mittel	7-14	7-14
hoch	15-25	15-25
sehr hoch	26-31	26-39
extrem hoch	>40	>40

8.12. Kalium

8.12.1. Erste Messung (12.6.2019)

Tabelle 7.12-1 – Absorptionswerte Standards/Proben Kalium

Standards/Bodenprobe	Konzentration [mg/l]	Verdünnung	ABS
Std 1	0,5		0,020
Std 2	1		0,047
Std 3	2		0,102
Std 4	3		0,163
Std 5	4		0,208
Std 6	5		0,259
1 (10 cm Bodentiefe)		1:5	0,123
2 (20 cm Bodentiefe)		1:5	0,086
3 (Mittelwert Probe 1 u. 2)		1:5	Ø 0,105

Ermittlung des Kaliumgehalts in mg/100 g luftgetrockneten Boden

Tabelle 7.12-2 – Extinktionswerte Standards Kalium

Standards	ABS	ABS/mg/l	ε [Epsilon]
1	0,020	0,020/0,5	0,040 (nicht aussagekräftig)
2	0,047	0,047/1	0,047 (nicht aussagekräftig)
3	0,102	0,102/2	0,051
4	0,163	0,163/3	0,054
5	0,208	0,208/4	0,052
6	0,259	0,259/5	0,052
			Σ 0,05225

Mittelwert berechnen:

$$0,209 : 4 = 0,05225 \rightarrow 0,0523$$

Probe 3:

$$c(\text{Probe}) = \frac{\text{gemessene Absorption}}{\text{Mittelwert}} = \frac{0,105}{0,0523} = 2,01 \text{ mg/l} * 5 = \underline{\underline{10,05 \text{ mg/l}}}$$

- von 1.000 ml auf 100 ml

$$10,05 : 10 = 1,005 \text{ mg/100 ml}$$

- von ml auf g

1,005 mg..... 100 ml

5,07 g 100ml

- 1,005 mg/5,07 g Probe
- von g Probe auf 100 g Probe

1,005 mg..... 5,07 g

x..... 100 g

$$\rightarrow \frac{1,005 \text{ mg}}{5,07 \text{ g}} * 100 \text{ g} = \underline{\underline{19,82 \text{ mg K}_2\text{O}/100 \text{ g Nasssubstanz}}}$$

Ermittlung der Trockensubstanz (TS) durch den indirekten Schluss

$$19,82 \text{ mg}/100 \text{ g NS} * \frac{100 \%}{57,60} = \underline{\underline{34,41 \text{ mg K}_2\text{O}/100 \text{ g luftgetrockneten Boden}}}$$

zur Erklärung: 57,60% = (Boden feucht – Boden luftgetrocknet)/10 g Einwaage * 100
 = (41,63 g – 35,87 g)/10 * 100

Tabelle 7.12-3 – Kaliumgehalt in mg/100 g Feinboden

Bodenprobe	Konzentration [mg/l]	Feuchter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]	Umrechnungsfaktor [1]	Luftgetrockneter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]
3 (Mittelwert Probe 1 u. 2)	10,05	19,82	1,7361	34,41

8.12.2. Zweite Messung (10.09.2019)

Tabelle 7.12-4 – Absorptionswerte Standards/Proben Kalium

Standards/Bodenprobe	Konzentration [mg/l]	Verdünnung	ABS
Std 1	1		0,025
Std 2	2		0,039
Std 3	3		0,047
Std 4	4		0,056
Std 5	5		0,070
1 Komposttee		1:5	0,058
2 eigene Kompostteemischung		1:5	0,069
3 Immergrün Rasen-Fit		1:10	0,023
4 Ohne Düngermittel		1:10	0,016

Ermittlung des Kaliumgehalts in mg/100 g luftgetrockneten Boden

Tabelle 7.12-5 – Extinktionswerte Standards Kalium

Standards	ABS	ABS/mg/l	ε [Epsilon]
1	0,025	0,025/1	0,025 (nicht aussagekräftig)
2	0,039	0,039/2	0,0195
3	0,047	0,047/3	0,0157
4	0,056	0,056/4	0,0140
5	0,070	0,070/5	0,0140
			Σ 0,0632

Mittelwert berechnen:

$$0,0632 : 4 = 0,0158$$

Probe 1:

$$c(\text{Probe}) = \frac{\text{gemessene Absorption}}{\text{Mittelwert}} = \frac{0,058}{0,0158} = 3,67 \text{ mg/l} * 5 \text{ (1:5 Verdünnung)} = \underline{\underline{18,35 \text{ mg/l}}}$$

- von 1.000 ml auf 100 ml

$$18,35 : 10 = 1,835 \text{ mg/100 ml}$$

- von ml auf g

1,835 mg..... 100 ml

4,96 g 100 ml

- 1,835 mg/4,96 g Probe
- von g Probe auf 100 g Probe

1,835 mg..... 4,96 g

x..... 100 g

$$\rightarrow \frac{1,835 \text{ mg}}{4,96 \text{ g}} * 100 \text{ g} = \underline{\underline{36,99 \text{ mg K}_2\text{O}/100 \text{ g Nasssubstanz}}}$$

Ermittlung der Trockensubstanz (TS) durch den indirekten Schluss

$$36,99 \text{ mg}/100 \text{ g NS} * \frac{100 \%}{57,60} = \underline{\underline{64,21 \text{ mg K}_2\text{O}/100 \text{ g luftgetrockneten Boden}}}$$

Tabelle 7.12-6 – Kaliumgehalt in mg/100 g Feinboden

Bodenprobe	Konzentration [mg/l]	Feuchter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]	Umrechnungsfaktor [1]	Luftgetrockneter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]
1 Komposttee	18,35	36,99	1,7361	64,21
2 eigene Kompostteemischung	21,85	42,10	1,2469	52,49
3 Immergrün Rasen-Fit	14,60	29,32	1,2594	36,93
4 Ohne Düngermittel	10,10	19,84	1,2579	24,96

8.12.3. Dritte Messung (26.10.2019)

Tabelle 7.12-7 – Absorptionswerte Standards/Proben Kalium

Standards/Bodenprobe	Konzentration [mg/l]	Verdünnung	ABS
Std 1	1		0,109
Std 2	2		0,221
Std 3	3		0,302
Std 4	4		0,411
Std 5	5		0,499
1 Komposttee		1:5	0,247
2 eigene Kompostteemischung		1:5	0,285
3 Immergrün Rasen-Fit		1:5	0,247
4 Ohne Düngermittel		1:5	0,208

Ermittlung des Kaliumgehalts in mg/100 g luftgetrockneten Boden

Tabelle 7.12-8 – Extinktionswerte Standards Kalium

Standards	ABS	ABS/mg/l	ε [Epsilon]
1	0,109	0,109/1	0,109 (nicht aussagekräftig)
2	0,221	0,221/2	0,1105
3	0,302	0,302/3	0,1007
4	0,411	0,411/4	0,1028
5	0,499	0,499/5	0,0998
			Σ 0,4138

Mittelwert berechnen:

$$0,4138 : 4 = 0,10345 \rightarrow 0,1035$$

Probe 1:

$$c(\text{Probe}) = \frac{\text{gemessene Absorption}}{\text{Mittelwert}} = \frac{0,247}{0,1035} = 2,39 \text{ mg/l} * 5 \text{ (1:5 Verdünnung)} = \underline{\underline{11,95 \text{ mg/l}}}$$

von 1.000 ml auf 100 ml

$$11,95 : 10 = 1,835 \text{ mg/100 ml}$$

- von ml auf g

1,195 mg..... 100 ml

5,06 g 100 ml

- 1,195 mg/5,06 g Probe
- von g Probe auf 100 g Probe

1,195 mg..... 5,06 g

x..... 100 g

$$\rightarrow \frac{1,195 \text{ mg}}{5,06 \text{ g}} * 100 \text{ g} = \underline{\underline{23,62 \text{ mg K}_2\text{O}/100 \text{ g Nasssubstanz}}}$$

Ermittlung der Trockensubstanz (TS) durch den indirekten Schluss

$$23,62 \text{ mg}/100 \text{ g NS} * \frac{100 \%}{61,70 \%} = \underline{\underline{38,28 \text{ mg K}_2\text{O}/100 \text{ g luftgetrockneten Boden}}}$$

Tabelle 7.12-9 – Kaliumgehalt in mg/100 g Feinboden

Bodenprobe	Konzentration [mg/l]	Feuchter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]	Umrechnungsfaktor [1]	Luftgetrockneter Boden [mg P ₂ O ₅ /100 g]
1 Komposttee	11,95	23,62	1,6207	38,28
2 eigene Kompostteemischung	13,75	27,34	1,5129	41,36
3 Immergrün Rasen-Fit	23,90	47,52	1,5924	75,67
4 Ohne Düngermittel	10,05	19,82	1,6260	32,23

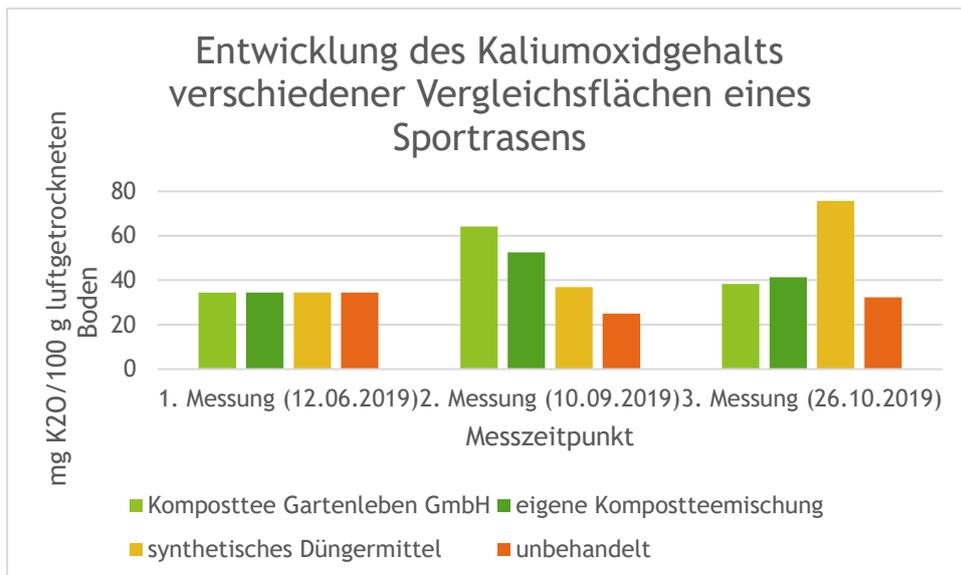


Abb. 69, Entwicklung des Kaliumoxidgehalts verschiedener Vergleichsflächen eines Sportrasens

Tabelle 7.12-9 - Optimalwerte für K₂O in mg pro 100 g Boden [aus: Schaller 1993]

Versorgung	Böden		
	leicht (<10 % Ton)	mittel (10-25 % Ton)	schwer (26-35 % Ton)
niedrig	0-4	0-6	0-8
mittel	5-11	7-14	9-19
hoch	12-20	15-25	20-30
sehr hoch	21-29	26-39	34-49
extrem hoch	>30	>40	>50

8.13. Ergebnisse Acidität (Prüfung ÖNORM L 1.083)

8.13.1. Erste Messung (12.06.2019)

Tabelle 7.13-1 – Aktuelle und potentielle Acidität von Vergleichsflächen

Bodenprobe	Bestimmung in Calciumchloridlösung [1]	Bestimmung in Wasser [1]
1 (10 cm Bodentiefe)	6,8	6,3
2 (20 cm Bodentiefe)	6,3	6,0
3 (Mittelwert)	6,6	6,2

8.13.2. Zweite Messung (10.09.2019)

Tabelle 7.13-2 – Aktuelle und potentielle Acidität von Vergleichsflächen

Bodenprobe	Bestimmung in Calciumchloridlösung [1]	Bestimmung in Wasser [1]
1 (Komposttee)	6,3	6,1
2 (eigene Kompostteemischung)	6,1	6,0
3 (Immergrün Rasen-Fit)	5,7	5,5
4 (ohne Düngermittel)	6,0	6,2

8.13.3. Dritte Messung (26.10.2019)

Tabelle 7.13-3 – Aktuelle und potentielle Acidität von Vergleichsflächen

Bodenprobe	Bestimmung in Calciumchloridlösung [1]	Bestimmung in Wasser [1]
1 (Komposttee)	6,5	6,6
2 (eigene Kompostteemischung)	6,4	6,6
3 (Immergrün Rasen-Fit)	6,4	6,6
4 (ohne Düngermittel)	6,4	6,6

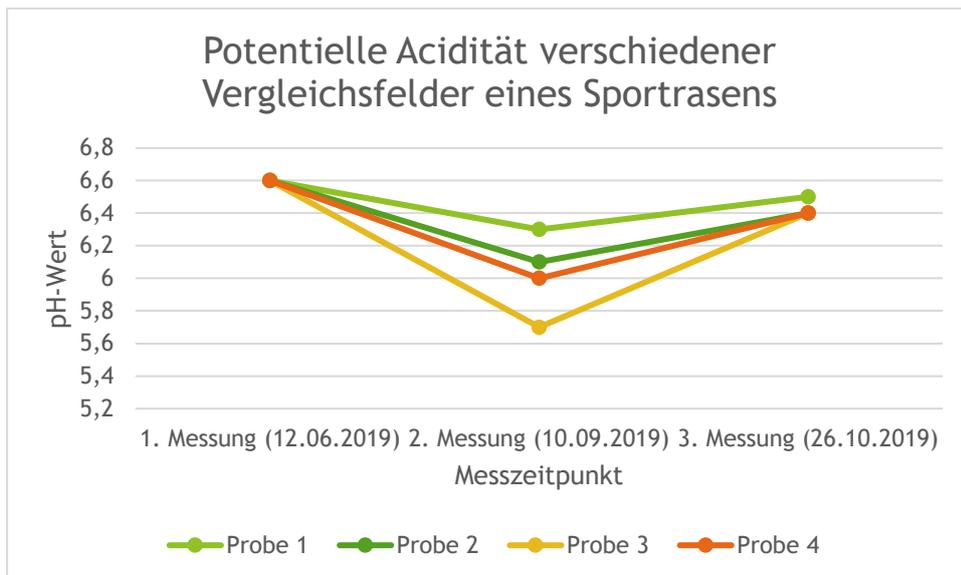


Abb. 70, Potentielle Acidität verschiedener Vergleichsfelder eines Sportrasens

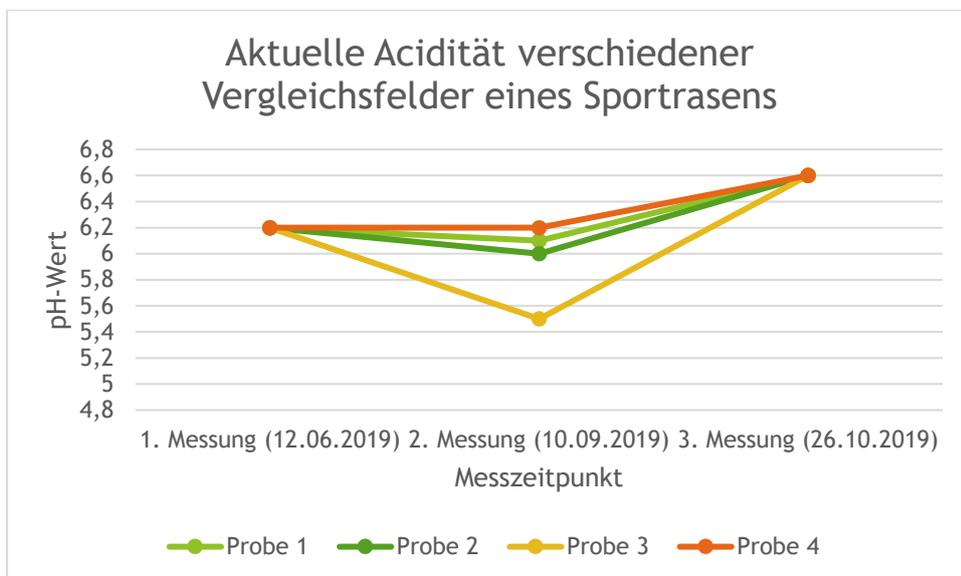


Abb. 71, Aktuelle Acidität verschiedener Vergleichsflächen eines Sportrasens

8.14. Ergebnisse Vergleichsfelder [Voracek, Wiesinger]

8.14.1. Erstellung der Vergleichsfelder inkl. Messung von chemischen Parametern (23.07.2019)

8.14.1.1. Vergleichsfelder Ausgangslage



Abb. 72, Vergleichsfeld 1 [Foto: Voracek]
Voracek]



Abb. 73, Vergleichsfeld 2 [Foto: Voracek]



Abb. 74, Vergleichsfeld 3 [Foto: Voracek]

Aus den Abb. 54, 55 und 56 lässt sich erkennen, dass im Vergleich zu anderen Sportplätzen relativ viele Beikräuter vorhanden sind (wie z.B.: Wiesenklees, Löwenzahn, Spitzwegerich). Des Weiteren weist der Sportrasen noch einige Kahlstellen auf. Diese erkennt man anhand der leicht bräunlichen Verfärbung der Rasenoberfläche. Der Rasen wirkt anfangs wenig dicht, sowie leicht ausgetrocknet. Aus den chemischen Messungen ergaben sich Werte von Stickstoff 6,13 mg/kg, Phosphat 35,67 mg/100 g und Kalium 34,41 mg/100 g Feinboden. Laut Tabelle 7.12-10 liegt die Kaliumversorgung mit 34,41 mg K_2O /100 g Feinboden, bei einem Tongehalt von 33 % im Boden, im sehr hohen Bereich. Die Phosphatversorgung liegt mit 35,67 mg P_2O_5 /100 g Feinboden ebenfalls im sehr hohen Bereich (siehe Tabelle 7.11-10). Der Grund für einen anfangs sehr hohen Kalium und Phosphatgehalt im Boden ist, dass der Sportrasen in den vergangenen Jahren immer wieder mit synthetischen Langzeitdüngern behandelt wurde. Der Stickstoffgehalt bewegt sich mit 6,13 mg/kg laut der Humboldt Universität nach Berlin im idealen Bereich. Die pH-Werte ergaben eine aktuelle Acidität von 6,2 und eine potenzielle Acidität von 6,6.

Dies entspricht laut Abb. 7 den Normalbedingungen eines mitteleuropäischen Bodens.

8.14.2. Zweite Messung (10.09.2019)

8.14.2.1. Vergleichsfeld Komposttee Gartenleben



Abb. 75, Vergleichsfeld 1
[Foto: Voracek]

Aus der Abb. 57 kann man erkennen, dass die Beikräuter wesentlich weniger geworden sind als wie beim ersten Mal. Außerdem sind diesmal auch kleine Pilze vorhanden, diese sind aber nicht identifizierbar gewesen. Die Kahlstellen sind auch größtenteils zurück gegangen. Es sind nur mehr kleine Stellen, die ziemlich nebeneinander sind. Der Rasen wirkt dieses Mal wesentlich saftiger und dichter. Aus den chemischen Messungen ergaben sich Werte von Stickstoff 42,14 mg/kg, Phosphat 27,83 mg/100 g und Kalium 64,21 mg/100 g Feinboden. Der Stickstoff liegt laut der Humboldt Universität leicht über dem Soll-Wert von 40 mg, jedoch kann noch lang nicht von einer Überdüngung gesprochen werden. Da sich der Stickstoffwert im Boden sehr rasch, meist zum Negativen ändert. Laut Tabelle 7.12-10 liegt die Kaliumversorgung mit 64,21 mg K₂O /100 g Feinboden, bei einem Tongehalt von 33 % im Boden, im extrem hohen Bereich. Die Phosphatversorgung liegt laut Tabelle 7.11-10 mit 27,83 mg P₂O₅/100 g Feinboden im sehr hohen Bereich. Hier zeigt der Dünger schon seine Wirkung, der Phosphatwert im Boden kann aufgrund seiner hohen Verfügbarkeit bei einem pH-Wert zwischen 6 und 7 sehr schnell vom Sportrasen aufgenommen werden und ist deshalb auch leicht zurückgegangen, jedoch hat sich der Kaliumwert fast verdoppelt. Der Grund dafür ist, dass Kalium für die Pflanze nur sehr langsam durch die Zersetzung von Mineralen verfügbar wird und sie somit keinen akuten Bedarf an Kalium hat. Die pH-Werte liegen mit einer aktuellen Acidität von 6,3 und einer potenzielle Acidität von 6,1 wieder im optimalen Bereich.

8.14.2.2. Vergleichsfeld eigene Kompostteemischung



Auf der Abb. 58 kann man erkennen, dass die vom Wiesenklee bedeckte Fläche zu 90 Prozent verschwunden ist (Ursache unbekannt). Auf der linken Seite des Feldes sind noch vereinzelt Breitwegeriche zu erkennen (keine Veränderung zu 1. Messung). Der restliche Teil weist eine sehr saftige und dichte Rasenoberfläche auf. Aus den chemischen Messungen ergaben sich Werte von Stickstoff 15,30 mg/kg, Phosphat 21,80 mg/100 g und Kalium 52,49 mg/100 g Feinboden. Der Stickstoffgehalt liegt laut der Humboldt

Universität im optimalen Bereich. Laut Tabelle 7.12-10 liegt die Kaliumversorgung mit 52,49 mg K₂O /100 g Feinboden, bei einem Tongehalt von 33 % im Boden, im extrem hohen Bereich. Die Phosphatversorgung liegt laut Tabelle 7.11-10 mit 21,80 mg P₂O₅/100 g Feinboden nur im hohen Bereich. Die Ausgangssituation ist dieselbe wie in Abb. 57, außer, dass der selbsterstellte Komposttee bei weitem nicht so viel Stickstoff liefern konnte als der Komposttee der Firma Gartenleben GmbH. Der Grund dafür ist jedoch nicht bekannt, da jeder dieselben Inhaltsstoffe aufweist. Die pH-Werte weichen mit einer aktuellen Acidität von 6,1 und einer potenzielle Acidität von 6,0 kaum von jenen der Vergleichsfläche 1 (Abb. 57) ab.

8.14.2.3. Vergleichsfeld synthetischer Dünger (Immergrün Rasen-Fit)



Auf der Abb.59 kann man erkennen, dass der Rasen hier viel höher ist als bei den anderen Feldern, der Grund dafür ist, dass es sich um einen Langzeitdünger handelt und dieser erst nach einigen Wochen seine Wirkung entfaltet. Die riesige Kahlstelle in der Mitte kommt vom zu vielen Auftragen des Düngers. Die Beikräuter in diesem Feld haben sich zur letzten Beurteilung kaum, bis gar nicht verändert. Aus den chemischen Messungen ergaben sich Werte von Stickstoff 73,05 mg/kg, Phosphat 30,54 mg/100 g und Kalium 36,93 mg/100 g Feinboden. Der Stickstoffwert ist hier fast doppelt so hoch,

als er für das optimale Wachstum benötigt wird. Der Grund dafür ist, dass Langzeitdünger oft einen sehr hohen Anteil an Nitrat oder Ammonium besitzen und es deshalb zu einem erhöhten pflanzenverfügbaren Stickstoffgehalt im Boden kommt. Die Kaliumversorgung liegt genauso wie die Phosphatversorgung im sehr hohen Bereich, was darauf hindeutet, dass der synthetische Dünger seine Wirkung entfaltet und die Werte über ein Monat hinweg konstant gehalten hat. Die pH-Werte tendierten mit einer aktuellen Acidität von 5,7 und einer potenzielle Acidität von 5,5 zum leicht Sauren, liegen jedoch immer noch im optimalen Bereich.

8.14.2.4. Vergleichsfeld unbehandelt



Abb. 78, Vergleichsfeld 4
[Foto: Voracek]

Aus der Abb. 60 kann man erkennen, dass der Rasen auf den ersten Blick fast makellos erscheint, jedoch nicht so saftig grün ist, als die anderen Vergleichsfelder. Der Grund dafür ist, dass bei diesem Feld keine Düngemaßnahme getroffen wurde. In der Mitte des Feldes hat sich ein Beikraut (Breitwegerich) abgesetzt. Da sich der Sand-Humus-Gehalt in der Waage hält und ein erhöhter Sandgehalt eine größere Angriffsfläche für die Sonne bilden und es in weiterer Folge zur Austrocknung der Rasenfläche kommen würde, sind keine Kahlstellen vorhanden. Aus den chemischen Messungen ergaben sich Werte von Stickstoff 14,43 mg/kg, Phosphat 17,50 mg/100 g und Kalium 24,96 mg/100 g Feinboden. Trotz nicht Behandelns der Fläche 4 liegt der Stickstoffgehalt mit 14,43 mg/kg zwischen 10 und 40 mg/kg und somit im Optimum. Der Phosphat- und Kaliumgehalt liegt ebenfalls im hohen Bereich. Der Grund dafür könnte wieder der sein, dass der Sportrasen aus dem Vorjahr/den Vorjahren immer noch gute Grundwerte aufweist, jedoch differenzieren sich die Werte klar zu jenen der behandelten Flächen. Die pH-Werte liegen mit einer aktuellen Acidität von 6,0 und einer potenzielle Acidität von 6,2 im idealen Bereich und hielten sich zur vorigen Messung konstant.

8.14.3. Dritte Messung (26.10.2019)

8.14.3.1. Vergleichsfeld Komposttee Gartenleben



Abb. 79, Vergleichsfeld 1
[Foto: Voracek]

Auf dieser Abb. 61 kann man erkennen, dass kurz vor dem Erstellen des Bildes der Rasen gemäht wurde. Dadurch wirkt der Rasen deutlich dichter als bei den Messungen zuvor. Man konnte auch beim Begehen des Sportrasens eine erhöhte Widerstandfähigkeit vorfinden. Außerdem sind aufgrund des ausgeglichenen Sand-Humusgehalt keine Kahlstellen mehr zu beurteilen und es sind nur mehr zwei Exemplare von Beikräuter enthalten. Aus den chemischen Messungen ergaben sich Werte von Stickstoff 31,56 mg/kg, Phosphat 39,84 mg/100 g und Kalium 38,28 mg/100 g Feinboden. Der Stickstoffgehalt ist aufgrund einer längeren Regenperiode zwischen der zweiten und dritten Messung wieder leicht gesunken, jedoch liegt er laut der Humboldt Universität immer noch im Optimalbereich. Der Phosphatgehalt ist im Vergleich zur zweiten Messung wieder leicht angestiegen und ist mit 39,84 mg P_2O_5 /100 mg Feinboden bei einem Tongehalt von 33 Prozent wieder im sehr hohen Bereich. Der Grund dafür ist jedoch weitgehend ungeklärt. Der Kaliumgehalt ist auf fast die Hälfte geschrumpft. Einen möglichen Einfluss darauf könnte wieder die lange Regenperiode gehabt haben. Da die Pflanze, bzw. der Rasen Kalium für die Regulation des Wasserhaushalts benötigt und dieses auch dafür sorgt, dass nicht zu viel Wasser in die Pflanze gelangt, hatte der Rasen einen erhöhten Bedarf an Kalium. Auch der pH-Wert der aktuellen Acidität und der potenzielle Acidität hat sich durch den Niederschlag wieder auf 6,5 und 6,6 erhöht (optimaler Bereich).

8.14.3.2. Vergleichsfeld eigene Kompostteemischung

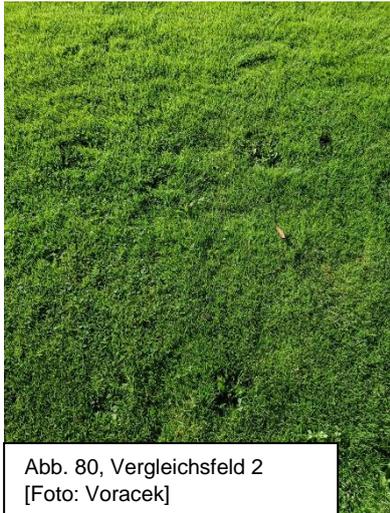


Abb. 80, Vergleichsfeld 2
[Foto: Voracek]

Wieder einmal kann man zwischen der Abbildung 62 von diesem Feld und der Abbildung 61 vom Komposttee Gartenleben keinen Unterschied erkennen. Der Boden sieht erstens sehr frisch aus und zweitens ist er sehr dicht. Wie beim ersten Vergleichsfeld konnte man keine Kahlstellen erkennen und es wurden nur drei Exemplare von Beikräutern (2xBreitwegerich, 1x Wiesenklée) gefunden. Aus den chemischen Messungen ergaben sich Werte von Stickstoff 9,27 mg/kg, Phosphat 32,50 mg/100 g und Kalium 41,36 mg/100 g Feinboden. Auch hier ist Stickstoffgehalt aufgrund der längeren Regenperiode gesunken, jedoch so rapide, dass er unter dem Soll-Wert liegt (optimal zw. 10 und 40). Der Phosphatgehalt ist im Vergleich zur zweiten Messung wieder angestiegen und liegt im sehr hohen Bereich. Der Grund dafür ist wie bei dem Vergleichsfeld mit der Kompostteemischung der Firma Gartenleben GmbH nicht ganz klar, jedoch könnte die erneute Düngung zwischen Messung zwei und drei einen entscheidenden Einfluss auf den Phosphatgehalt gehabt haben, da in organischen Düngern viel Phosphor enthalten ist. Der Kaliumgehalt ist aufgrund des erhöhten Bedarfs durch die Regenperiode wieder leicht abgesunken. Dennoch befindet er sich laut Tabelle 7.11-10 immer noch im sehr hohen Bereich. Auch hier hat sich der pH-Wert der aktuellen Acidität und der potenziellen Acidität auf 6,4 und 6,6 erhöht

8.14.3.3. Vergleichsfeld Synthetischer Dünger



Abb. 81, Vergleichsfeld 3
[Foto: Voracek]

Bei dieser Abb.63 kann man sehr gut erkennen, dass dieses Feld mit einem chemischen Dünger bearbeitet wurde, da das Gras höher ist, also schneller wächst und grüner wirkt. Es sind noch immer die Kahlstellen zu erkennen, welche von der Überdüngung der 2. Messung stammen. Des Weiteren kann man beurteilen, dass durch den vermehrten Rasenwuchs alle Beikräuter verdrängt wurden. Aus den chemischen Messungen ergaben sich Werte von Stickstoff 118,47 mg/kg, Phosphat 38,25 mg/100 g und Kalium 75,67 mg/100 g

Feinboden. Angefangen mit dem Stickstoffgehalt, ist dieser trotz des erhöhten Niederschlags in dieser Zeit im Vergleich zur zweiten Messung rasant in die Höhe geschneilt. Der Grund dafür ist die leichte Überdüngung, die schon in Messung zwei sichtbar wurde, jedoch noch keine gravierenden statistischen Auswirkungen mit sich brachte. Der Phosphatgehalt ist unauffällig von 30,54 mg/100 g auf 38,25 mg/100 g gestiegen. Hier könnte es sich aber auch um geringe Messabweichungen handeln, da seit der Erstellung der Vergleichsfelder kein Rasen-Fit-Dünger mehr ausgebracht wurde. Auch der Kaliumgehalt ist trotz der Regenperiode und des damit verbundenen erhöhten Verbrauchs auf das doppelte angestiegen. Eine mögliche Erklärung ist wieder die leichte Überdüngung, die sich erst jetzt auf die Messwerte niederschlägt. Die pH-Werte sind gleich der pH-Werte aus Vergleichsfeld eigene Kompostteemischung.

8.14.3.4. Vergleichsfeld unbehandelt



Aus der Abb.64 kann man erkennen, dass der Rasen wie auf der Abb. 60 fast makellos erscheint, jedoch ein viel intensiveres Grün aufweist. Der Grund dafür ist unbekannter Natur. Die Anzahl Der Beikräuter (Breitwegerich) hat sich zur vorherigen Beurteilung verdreifacht. Grund dafür könnte sein, dass der Rasen in dieser Zeit kaum beansprucht wurde und sich vermehrt Beikräuter bilden konnten. Aus den chemischen Messungen ergaben sich Werte von Stickstoff 9,97 mg/kg, Phosphat 31,35 mg/100 g und Kalium 32,23 mg/100 g Feinboden. In diesem Beispiel kann man klar erkennen, was eine fundierte Düngung von Grünflächen für eine Auswirkung auf ihren Ertrag haben. Das Feld ist nicht nur visuell betrachtet im Verzug, sondern auch mit den chemischen Parametern. Der Stickstoffgehalt ist mit 9,97 mg/kg Feinboden zwar gerade noch im Idealbereich, jedoch hinkt er dem der behandelten Flächen deutlich hinterher. Der Phosphat- und Kaliumgehalt ist zur vergangenen Messung zwar gestiegen, hier wird jedoch von einem Messfehler ausgegangen. Da er sich ohne Behandlung und mit erhöhtem Niederschlag nicht verbessern kann. Betrachtet man den pH-Wert der aktuellen Acidität und der potenziellen Acidität hat sich dieser durch den Niederschlag wieder auf leicht 6,4 und 6,6 (optimaler Bereich) erhöht.

8.14.4. Biologische Endbeurteilung

8.14.4.1. Vergleichsfeld Komposttee Gartenleben



Abb. 83, Vergleichsfeld 1
[Foto: Voracek]

Auf dieser Abb.65 kann man erkennen, dass der Rasen sehr dicht, widerstandsfähig ist und sehr frisch wirkt. Von den Beikräutern ist nur ein Exemplar (Breitwegerich) vorhanden. Das ist ein gutes Zeichen, weil durch den Komposttee die Wurzeln des Rasens gestärkt und die Beikräuter somit vertrieben wurden. Kahlstellen sind keine mehr zu erkennen, das lässt sich wieder auf den Sand-Humus-Gehalt zurückzuführen.

8.14.4.2. Vergleichsfeld eigene Kompostteemischung



Abb. 84, Vergleichsfeld 2 [Foto: Voracek]

Auf dieser Abb.66 kann man erkennen, dass der Rasen wieder gemäht wurde und dass sich im Vergleich zu Abb. 62 nichts verändert hat. Zwischen Komposttee Gartenleben und Komposttee selbstgemacht kann man visuell keinen Unterschied erkennen. Der Rasen ist auch sehr dicht, widerstandsfähig und wirkt sehr frisch. Diese Eigenschaft konnte man somit auch mit dem selbsterstellten Komposttee erreichen. Von den Beikräutern ist wieder nur ein Exemplar vorhanden. Kahlstellen sind keine mehr zu erkennen.

8.14.4.3. Vergleichsfeld synthetischer Dünger



Abb. 85, Vergleichsfeld 3 [Foto: Voracek]

Bei dieser Abb. 67 kann man wieder beurteilen, dass das Feld mit einem synthetischen Düngermittel behandelt wurde. Der Rasen ist zwar einerseits viel höher, jedoch nicht so dicht als jene Vergleichsfelder, die mit einem biologischen Düngermittel behandelt wurden. Der Grund dafür ist, dass das der biologische Dünger auch die Rasenwurzeln positiv beeinflusst und der chemische Dünger rein Nährstoffe liefert.

8.14.4.4. Vergleichsfeld unbehandelt



Abb. 86, Vergleichsfeld 4 [Foto: Voracek]

Aus der Abb. 68 sieht man bis auf einen Breitwegerich keine Makel in der Rasenfläche. Jedoch wirkt diese wie bei den anderen Beurteilungen bei weitem nicht so intensiv grün und dicht.

8.15. Individuelle Themenstellung

8.15.1. Max Wiesinger

„Veranschaulichung des Düngereffektes anhand von Messungen diverser chemischer Parameter im Boden eines Sportplatzes (Stickstoff, Kalium, Phosphat, Acidität).“

Aus den Messungen hat sich ergeben, dass sich der synthetische Dünger (Rasen-Fit) der Firma Immergrün für die Nachlieferung an Nährstoffen zwar am besten eignet, jedoch nicht die positiven Nebenwirkungen auf das Wurzelsystem des Sportrasens verspricht, die er vorgibt zu haben. Der synthetische Dünger ist sowohl im Bereich der Stickstoff-, sowie im Bereich der Kaliumnachlieferung den anderen überlegen.

Durch den vermehrten Phosphatgehalt im organischen Dünger Komposttee der Firma Gartenleben GmbH nahm der Komposttee dem Rasen-Fit-Dünger aber die Schneide im Bereich der Phosphatversorgung der Pflanzen. Der Phosphatgehalt hielt sich über alle Messungen hinweg im oberen Drittel der optimalen Zufuhr und nicht nur das, auch der Stickstoff- und Kaliumgehalt wurden deutlich gesteigert, beziehungsweise bei langen Regenperioden gehalten. Außerhalb der Regenzeit, die erst im Bereich zwischen der zweiten und dritten Messung stattfanden, konnte man eine klare Abnahme der Acidität wahrnehmen, was darauf hindeutet, dass nicht nur der Rasenwuchs angeregt, sondern auch der ganze Bodenorganismus belebt wurde.

8.15.2. Julian Voracek

„Kann man mit biologischen Düngemitteln den Rasen eines Sportplatzes regenerieren? Methode: Ist – Zustandserhebung des Sportplatzes in Nöchling anhand biologischer Verfahren anschließende Düngung, Vergleich der Daten, methodischer sowie auch visueller Vergleich“

Aus den verschiedenen biologischen Methoden und mithilfe von visuellen Vergleichen kann man feststellen, dass sich der Boden inklusive Rasen sehr gut regeneriert hat. Der Rasen war anfangs ziemlich trocken und nicht widerstandsfähig.

Bei einer Spatendiagnose konnte man erkennen, dass der Boden ziemlich hart war und die Wurzeln nicht weit in die Erde gingen. Dadurch, dass die Wurzeln nicht so lang und robust waren, hat der Boden automatisch weniger Halt in weitere Horizonte. Nach den ersten Behandlungsmethoden mit biologischen Düngemitteln und Pflanzenstärkungsmitteln (Komposttee Gartenleben) merkte man bereits einen Unterschied. Nicht nur methodisch, sondern auch visuell konnte man erkennen, dass der Rasen erstens an Dichte zugenommen hat und zweitens viel intensiver wirkt. Bei einer weiteren Spatendiagnose konnte man erkennen, dass der 30 cm in die Tiefe gehende Block beim Herausheben und Schütteln sehr kompakt war. Man konnte außerdem wahrnehmen, dass die Wurzeln erstens viel tiefer gingen und zweitens nicht nur stärker wurden, sondern auch mehr Verzweigungen aufwiesen. Es wurden aber auch mehr Bodenlebewesen gefunden als wie beim ersten Mal. Außerdem wurde der Platz viel witterungsbeständiger, widerstandfähiger und wirkte dämpfender. Bei den Messungen im September war der Platz in einem Top-Zustand. Es wurden fast keine Beikräuter mehr gesichtet, sowie Kahlstellen. Durch eine Bodenhorizontanalyse konnte man feststellen, dass der Boden eine perfekte Horizontzusammensetzung gebildet hat, und zwar hatte man eine ca. 30 cm Humusschicht gesichtet, welche gut belebt wird und daher reich an Nährstoffen ist. Diese gibt den Wurzeln die benötigten Nährstoffe zum Wachsen und zur Kräftigung. Abschließend muss gesagt werden, dass mit biologischen Dünge- und Pflanzenstärkungsmitteln oftmals ein besseres Ergebnis erzielt werden kann als mit einem synthetischen Dünger, jedoch muss man sich trauen.

8.15.3. Gesamtinterpretation

Aus den biologisch, chemischen Messungen hat sich ergeben, dass der Komposttee der Firma Gartenleben GmbH für das Gesamtbild des Sportrasens die besten Ergebnisse liefert. Zwar landet er nach den chemischen Analysen nur auf Platz zwei, konnte sich aber in den biologischen Kategorien klar durchsetzen. Er konnte zwar im Bereich der Nährstoffversorgung nicht ganz mithalten, jedoch konnte er das Wurzelsystem des Rasens deutlich stärken und brachte die Belebung des Bodens auf ein neues Level. Auch die Beikräuter verschwanden durch die Verdichtung des Rasensystems in der zu untersuchenden Vegetationsperiode konstant, bis zu guter Letzt ein nahezu makelloser Sportrasen beurteilt werden konnte.

Preislich betrachtet ist der biologische Komposttee dem synthetischen Dünger weit überlegen. Mit 29,90 € (Komposttee) kann man 5.000 m² problemlos düngen, hingegen der Rasen-Fit der Firma Immergrün für die selbe Fläche aufgerechnet 424 € kosten würde.

Auch zu erwähnen ist, dass der Rasen-Fit nur einmal jährlich aufgetragen werden muss, hingegen der Komposttee monatlich aufgetragen werden muss. Somit würde der Komposttee auf ein Jahr aufgerechnet 358,80 € kosten und wäre immer noch um einiges billiger als der synthetische Rasen-Fit.

9. Literaturverzeichnis

Universität Münster: Online im Internet: <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/00.htm>, 29.11.2019

Universität Münster: Bodenentwicklung. Online im Internet: <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/04.htm>, 20.11.2019

Universität Münster: Bodenbestandteile. Online im Internet: <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/01.htm>, 20.11.2019

Universität Münster: Mineralische Substanz. Online im Internet: <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/02.htm>, 29.11.2019

Universität Münster: Bodenwasser. Online im Internet: <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/03.htm>, 29.11.2019

Universität Münster: Organische Substanz. Online im Internet: <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/04.htm>, 29.11.2019

Universität Münster: Bodenluft. Online im Internet: <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/05.htm>, 29.11.2019

Universität Münster: Bodenhorizont und Bodenprofil. Online im Internet: <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/04/06.htm>, 29.11.2019

Ökologische sportplatzpflege Krumnussbaum: PowerPoint der Firma Gartenleben GmbH, 2019

Umweltbundesamt: Stickstoff. Online im Internet: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/stickstoff>, 04.02.2020

Baab, Gerhard: Das Nährelement Kalium. Online im Internet: <https://www.foeko.de/wp-content/uploads/2014/09/3-2014-Kalium.pdf>, 26.02.2020

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Phosphor, alles nur eine Frage der Verfügbarkeit. Online im Internet: https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Boden/_Texte/TdMSeptemberSchnug-Phosphor.html, 04.02.2020

Universität Münster: Bodenreaktion. Online im Internet: <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/05/11.htm>, 24.02.2020

Otto, Matthias: Analytische Chemie. Dritte, vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Weinheim: WILEY-VCH Verlag & Co. KGaA, 2006

Universität Regensburg: Atomabsorptionsspektrometrie (AAS). Online im Internet: http://www-app.uni-regensburg.de/Fakultaeten/CHP/Analytische_Chemie/web/dateien/duerkop/AAS.pdf, 04.02.2020

EURAC Institut für Alpine Umwelt: Almen aktivieren – neue Wege für die Vielfalt. Online im Internet: <https://www.umweltbuero-klagenfurt.at/almenvielfalt/alminfos/Expertise%20Blaiken.pdf>

10. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Zusammenwirken der Faktoren der Pedogenese Julian Voracek
- Abb. 2:** vom Gestein zum Boden (verändert nach: KLOHN/ WINDHORST 1999, S. 13)
<https://hypersoil.uni-muenster.de/0/04.htm>
- Abb. 3:** Zusammensetzung des Bodens verändert nach: SCHROEDER, D. (1992, S. 13/36),
<https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/02.htm>
- Abb. 4:** Zusammensetzung der organischen Substanz eines Grünlandbodens (in Gewichts-% der Trockensubstanz; verändert nach: SCHROEDER, D. (1992), S. 36), <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/03.htm>
- Abb. 5:** Verteilung von Niederschlägen und Bodenwasser, <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/04.htm>
- Abb. 6:** Ausschnitt aus der Pedosphäre (1 m²) mit einheitlichen pedogenen Merkmalen vom Ausgangsgestein bis zur auflagernden Streu (Pedon), <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03.htm>
- Abb. 7:** Bodenreaktion und pH-Werte verschiedener mitteleuropäischer Böden (Abb. verändert nach ENSSLIN/ KRAHN/ SKUPIN 2000, S. 57)
- Abb. 8:** typischer Aufbau Spektralphotometer
- Abb. 9:** Aufbau Flammen AAS [Römpp Chemielexikon CD, Version 1.0, 1995]
- Abb. 10:** Aufbau Hohlkathodenlampe
- Abb. 11:** Spatendiagnose
[https://www.schule.at/fileadmin/DAM/Gegenstandsportale/HLFS/Pflanzenbau/2_seitlich_einstechen.JPG]
- Abb. 12:** Bodenprofilanalyse mittels Bodenbohrer [Foto: Max Wiesinger]
- Abb. 13:** Schlämmanalyse [Foto: Julian voracek]
- Abb. 14:** Schlämmanalyse 2 [Foto: Julian Voracek]
- Abb. 15:** Fingerprobe [<https://forum.birchmeier.com/bodentests-selbst-gemacht-bodenart-erkennen-und-verbessern/>]
- Abb. 16:** Bodenfeuchtebestimmung 1 [Voracek]
- Abb. 17:** Bodenfeuchtebestimmung 2 [Foto: Voracek]
- Abb. 18:** Gefüge und Aggregatstabilitätsnachweis in Petrischale [Foto: Julian Voracek]
- Abb. 19:** Bodendichtebestimmung [Foto: Voracek]
- Abb. 20:** Humusgehaltbestimmung [Foto: Voracek]

- Abb. 21:** Humusgehaltbestimmung 2 [Foto: Voracek]
- Abb. 22:** Gelbe Wiesenameisen [Foto: Voracek]
- Abb. 23:** Larve [Foto: Voracek]
- Abb. 24:** Kalkgehaltbestimmung, <http://bionetz2-keto.blogspot.com/2007/02/bestimmung-des-kalkgehalts-des-bodens.html>
- Abb. 25:** Fußballplatz [Foto: Voracek]
- Abb. 26:** Prallplatte [Foto: Gartenleben GmbH]
- Abb. 27:** Vergleichsfeld 1 [Foto: Voracek]
- Abb. 28:** Vergleichsfeld 2 [Foto: Voracek]
- Abb. 29:** Vergleichsfeld 3 [Foto: Voracek]
- Abb. 30:** Vergleichsfelder gesamt [Foto: Voracek]
- Abb. 31:** Algen [Foto: Voracek]
- Abb. 32:** Wasser + Algen [Foto: Voracek]
- Abb. 33:** Gießen der Felder [Foto: Voracek]
- Abb. 34:** Komposttee [Foto: Voracek]
- Abb. 35:** Filtersack offen Foto: Voracek]
- Abb. 36:** Filtersack [Foto: Voracek]
- Abb. 37:** Urgesteinsmehl [Foto: Voracek]
- Abb. 38:** Zuckerrohrmelasse [Foto: Voracek]
- Abb. 39:** Humuserde [Foto: Voracek]
- Abb. 40:** Salz [Foto: Voracek]
- Abb. 41:** Komposttee fertig [Foto: Voracek]
- Abb. 42:** Komposttee fertig 2 [Foto: Voracek]
- Abb. 43:** Komposttee in Wasser [Foto: Voracek]
- Abb. 44:** Container [Foto: Voracek]
- Abb. 45:** Verwendete Chemikalien Vorratslösung [Foto: Wiesinger]
- Abb. 46:** 6 Standards [Foto: Wiesinger]
- Abb. 47:** Abwaage [Foto: Wiesinger]
- Abb. 48:** Extraktion der Bodenlösung [Foto: Max Wiesinger]
- Abb. 49:** A-Horizont [Foto: Voracek]
- Abb. 50:** Bodenprofil [Foto: Voracek]

- Abb. 51:** Dichtebestimmung [Foto: Voracek]
- Abb. 52:** Nicht Formbar [Foto: Voracek]
- Abb. 53:** Kugel mit Wasser versehen [Foto: Voracek]
- Abb. 54:** Erdblock [Foto: Voracek]
- Abb. 55:** Bodenprofilanalyse [Foto: Voracek]
- Abb. 56:** Bodendichtebestimmung [Foto: Voracek]
- Abb. 57:** formbar [Foto: Voracek]
- Abb. 58:** Ball mit Wasser versehen [Foto: Voracek]
- Abb. 59:** Erdblock [Foto: Voracek]
- Abb. 60:** Nahaufnahme Boden [Foto: Voracek]
- Abb. 61:** Bodenprofilanalyse [Foto: Voracek]
- Abb. 62:** Bodenprofilanalyse [Foto: Voracek]
- Abb. 63:** Bodendichtebestimmung [Foto: Voracek]
- Abb. 64:** Larve [Foto: Voracek]
- Abb. 65:** Gelbe Wiesenameise [Foto: Voracek]
- Abb. 66:** Entwicklung des Stickstoffgehalts durch diverse Düngermaßnahmen verschiedener Vergleichsfelder eines Sportrasens [Wiesinger]
- Abb. 67:** Verlauf des Stickstoffgehalts durch diverse Düngermaßnahmen verschiedener Vergleichsfelder eines Sportrasens [Wiesinger]
- Abb. 68:** Entwicklung des Orthophosphatgehalts verschiedener Vergleichsfelder [Wiesinger]
- Abb. 69:** Entwicklung des Kaliumoxidgehalts verschiedener Vergleichsflächen eines Sportrasens [Wiesinger]
- Abb. 70:** Potentielle Acidität verschiedener Vergleichsfelder eines Sportrasens [Wiesinger]
- Abb. 71:** Aktuelle Acidität verschiedener Vergleichsflächen eines Sportrasens [Wiesinger]
- Abb. 72:** Vergleichsfeld 1 [Foto: Voracek]
- Abb. 73:** Vergleichsfeld 2 [Foto: Voracek]
- Abb. 74:** Vergleichsfeld 3 [Foto: Voracek]
- Abb. 75:** Vergleichsfeld 1 [Foto: Voracek]
- Abb. 76:** Vergleichsfeld 2 [Foto: Voracek]
- Abb. 77:** Vergleichsfeld 3 [Foto: Voracek]
- Abb. 78:** Vergleichsfeld 4 [Foto: Voracek]

Abb. 79: Vergleichsfeld 1 [Foto: Voracek]

Abb. 80: Vergleichsfeld 2 [Foto: Voracek]

Abb. 81: Vergleichsfeld 3 [Foto: Voracek]

Abb. 82: Vergleichsfeld 4 [Foto: Voracek]

Abb. 83: Vergleichsfeld 1 [Foto: Voracek]

Abb. 84: Vergleichsfeld 2 [Foto: Voracek]

Abb. 85: Vergleichsfeld 3 [Foto: Voracek]

Abb. 86: Vergleichsfeld 4 [Foto: Voracek]

11. Tabellenverzeichnis

1. Tabelle 5.6-1 – Deckungsgrad prozentuelle Einschätzung [Voracek]
2. Tabelle 5.12 -1 – Unterteilung des UV/VIS – Spektralbereiches [Wiesinger]
3. Tabelle 6.19-1 – Standards Phosphat [Wiesinger]
4. Tabelle 6.20-1 –Standards Kalium [Wiesinger]
5. Tabelle 7.4-1 – Deckungsgrad [Voracek]
6. Tabelle 7.9-1 – Stickstoffgehalt in mg pro kg Feinboden [Wiesinger]
7. Tabelle 7.9-2 –Stickstoffgehalt in mg pro kg Feinboden [Wiesinger]
8. Tabelle 7.9-3 –Stickstoffgehalt in mg pro kg Feinboden [Wiesinger]
9. Tabelle 7.11-1 – Absorptionswerte Phosphatgehalt [Wiesinger]
10. Tabelle 7.11-2 – Extinktionswerte Phosphat [Wiesinger]
11. Tabelle 7.11-3 – Phosphatgehalt in mg/100 g Feinboden [Wiesinger]
12. Tabelle 7.11-4 - Absorptionswerte Standards/Proben Phosphat [Wiesinger]
13. Tabelle 7.11-5 – Extinktionswerte Standards Phosphat [Wiesinger]
14. Tabelle 7.11-6 - Phosphatgehalt in mg/100 g Feinboden [Wiesinger]
15. Tabelle 7.11-7 - Absorptionswerte Standards/Proben Phosphat [Wiesinger]
16. Tabelle 7.11-8 - Extinktionswerte Standards Phosphat [Wiesinger]
17. Tabelle 7.11-9 - Phosphatgehalt in mg/100 g Feinboden [Wiesinger]
18. Tabelle 7.11-10 - Optimalwerte für P_2O_5 in mg pro 100 g Boden [aus: Schaller 1993] [Wiesinger]
19. Tabelle 7.12-1 - Absorptionswerte Standards/Proben Kalium [Wiesinger]
20. Tabelle 7.12-2 - Extinktionswerte Standards Kalium [Wiesinger]
21. Tabelle 7.12-3 – Kaliumgehalt in mg/100 g Feinboden [Wiesinger]
22. Tabelle 7.12-4 - Absorptionswerte Standards/Proben Kalium [Wiesinger]
23. Tabelle 7.12-5 - Absorptionswerte Standards/Proben Kalium [Wiesinger]
24. Tabelle 7.12-6 – Kaliumgehalt in mg/100 g Feinboden [Wiesinger]
25. Tabelle 7.12-7 - Absorptionswerte Standards/Proben Kalium [Wiesinger]
26. Tabelle 7.12-8 - Extinktionswerte Standards Kalium [Wiesinger]
27. Tabelle 7.12-9 – Kaliumgehalt in mg/100 g Feinboden [Wiesinger]
28. Tabelle 7.12-9 - Optimalwerte für K_2O in mg pro 100 g Boden [aus: Schaller 1993] [Wiesinger]

29. Tabelle 7.13-1 – Aktuelle und potentielle Acidität von Vergleichsflächen
[Wiesinger]
30. Tabelle 7.13-2 – Aktuelle und potentielle Acidität von Vergleichsflächen
[Wiesinger]
31. Tabelle 7.13-3 – Aktuelle und potentielle Acidität von Vergleichsflächen
[Wiesinger]

12. Anhang

12.1.1. Kooperationsvertrag Gartenleben GmbH

HLUW Yspertal
Am Campus 1
3683 Yspertal



KOOPERATIONSVEREINBARUNG

Zwischen

1. Gartenleben GmbH

(in der Folge „der/die Projektpartner/in“)

und

2. Julian Voracek, Max Wiesinger

(in der Folge „das Projektteam“)

PRÄAMBEL

Das Projektteam und der/die Projektpartner/in beabsichtigen gemäß der Verordnung über die abschließenden Prüfungen in den berufsbildenden mittleren und höheren Schulen, BGBl II, Nr.70/2000 vom 24.2.2000, die Planung und Durchführung eines Diplomprojektes, welches die Erstellung eines Konzeptes einer kostenoptimierten Instandhaltung als Ziel hat.

Durch die Zusammenarbeit soll insbesondere den Mitgliedern des Projektteams die Möglichkeit eingeräumt werden, im Rahmen ihrer schulischen Ausbildung bei der Durchführung eines Diplomprojektes an die Verhältnisse im technischen Berufsleben herangeführt zu werden, um dabei die in der Schule erworbenen theoretischen Kenntnisse und Fähigkeiten in der Praxis anzuwenden bzw. zu erweitern. Hingewiesen wird in diesem Zusammenhang auf den unentgeltlichen Charakter dieser Vereinbarung.

§1

Gegenstand

Gegenstand ist die Erstellung von Arbeitsergebnissen zum Thema des Diplomprojektes. Das Thema des Diplomprojektes ist der Projektbeschreibung und dem Pflichtenheft zu entnehmen, welches der Kooperationsvereinbarung beiliegt.

Der/die Projektpartner/in wird jedoch darauf hingewiesen, dass es sich um ein Projekt im Zusammenhang mit der schulischen Ausbildung handelt und daher jede Haftung des Projektteams, insbesondere in Hinsicht auf die Unentgeltlichkeit des Vertrages, ausgeschlossen ist. Nutzungs- und Verwertungsrechte von im Rahmen dieser Vereinbarung erstellten Arbeitsergebnissen stehen dem/der Projektpartner/in sowie dem Projektteam gemeinsam zu.

§2

Laufzeit

Die vorliegende Kooperation tritt am 22.04.2019 in Kraft und wird bis zum Ende der Reife- und Diplomprüfung der BHS/Bildungsanstalt HLUW Yspertal abgeschlossen.

§3

Rechte und Pflichten des Projektteams

Die Mitglieder des Projektteams haben das Recht, die Räumlichkeiten des/der Projektpartners/in samt Infrastruktur und EDV-Infrastruktur im für die Projektabwicklung erforderlichen Ausmaß nach vorheriger schriftlicher Genehmigung durch den/die Projektpartner/in mitzubedenutzen.

Das Projektteam verpflichtet sich, die im Gegenstand genannten Arbeiten sorgfältig und unter möglicher Schonung der Interessen des/der Projektpartners/Projektpartnerin durchzuführen.

Das Projektteam unterliegt der Betriebsordnung des/der Projektpartners/Projektpartnerin. Das Projektteam verpflichtet sich zur Geheimhaltung aller ihm zur Kenntnis gelangenden Geschäfts und Betriebsgeheimnisse.

§4 Rechte und Pflichten des/der Projektpartners/Projektpartnerin

Der/die Projektpartner/in verpflichtet sich, dem Projektteam beratend zur Verfügung zu stehen und alles zu unterlassen, was der Vollendung des Projekts entgegensteht. Der/die Projektpartner/in verpflichtet sich, dem Projektteam folgende Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen:

Sollte das Projektteam im Rahmen dieser Kooperationsvereinbarung eine Erfindung machen, die nach dem Gebrauchsmustergesetz bzw. dem Patentgesetz (PatG) schützbar ist, gilt diese Erfindung als Dienstleistung im Sinne des PatG und die §§ 6-19 PatG (in der geltenden Fassung) entsprechend.

Das Projektteam verpflichtet sich, den/die Projektpartner/in von einer im Rahmen der Kooperationsvereinbarung gemachten Erfindung unverzüglich in Kenntnis zu setzen. Der/die Projektpartner/in hat daraufhin das Recht, binnen vier Wochen ab dieser Bekanntgabe zu erklären, dass er/sie das Patentrecht für sich beansprucht. In diesem Fall steht dem Projektteam eine entsprechende Vergütung nach den einschlägigen Bestimmungen des PatG (in der geltenden Fassung) zu.

Sollte das Projektteam im Rahmen dieser Kooperationsvereinbarung ein Werk schaffen, dem Schutz im Sinne des Urheberrechtsgesetzes zukommt, verpflichtet es sich, den/die Projektpartner/in davon unverzüglich zu informieren. Der/die Projektpartner/in hat daraufhin die Möglichkeit, binnen vier Wochen ab dieser Bekanntgabe, mit dem Projektteam einen Werknutzungsvertrag abzuschließen.

§5 Einsicht und Präsentation

Da die Tätigkeit des Projektteams auch Inhalt bzw. Grundlage der an der Lehranstalt XY zu erstellenden

Diplomarbeit ist, berechtigt der/die Projektpartner/in die zuständigen Organe des Bundes zur Einsicht und Kontrolle, um die in der Verordnung über die abschließenden Prüfungen an den berufsbildenden mittleren und höheren Schulen genannten Aufgaben zu erfüllen.

Das Projektteam ist auch berechtigt, Ergebnisse der Diplomarbeit bei der mündlichen Reifeprüfung zu präsentieren. Die zuständigen Organe des Bundes sind ihrerseits wiederum gegenüber jedermann zur Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse des/der Projektpartners/Projektpartnerin verpflichtet.

Nöchling, am 26.02.2020

Nöchling, am 26.02.2020

Projektpartner/in

Projektteam

Elisabeth Koppensteiner, MSc
GARTENleben
A-3932 Kirchberg am Walde Nr. 202
+43 (0)650/66 921 21
elisabeth.koppensteiner@gartenleben.at
www.gartenleben.at

12.1.2. Kooperationsvertrag TSV Nöchling

HLUW Yspertal
Am Campus 1
3683 Yspertal



KOOPERATIONSVEREINBARUNG

Zwischen

1. TSV Nöchling

(in der Folge „der/die Projektpartner/in)

und

2. Voracek Julian, Wiesinger Max

(in der Folge „das Projektteam“)

PRÄAMBEL

Das Projektteam und der/die Projektpartner/in beabsichtigen gemäß der Verordnung über die abschließenden Prüfungen in den berufsbildenden mittleren und höheren Schulen, BGBl II, Nr.70/2000 vom 24.2.2000, die Planung und Durchführung eines Diplomprojektes, welches die Erstellung eines Konzeptes einer kostenoptimierten Instandhaltung als Ziel hat.

Durch die Zusammenarbeit soll insbesondere den Mitgliedern des Projektteams die Möglichkeit eingeräumt werden, im Rahmen ihrer schulischen Ausbildung bei der Durchführung eines Diplomprojektes an die Verhältnisse im technischen Berufsleben herangeführt zu werden, um dabei die in der Schule erworbenen theoretischen Kenntnisse und Fähigkeiten in der Praxis anzuwenden bzw. zu erweitern. Hingewiesen wird in diesem Zusammenhang auf den unentgeltlichen Charakter dieser Vereinbarung.

§1 Gegenstand

Gegenstand ist die Erstellung von Arbeitsergebnissen zum Thema des Diplomprojektes. Das Thema des Diplomprojektes ist der Projektbeschreibung und dem Pflichtenheft zu entnehmen, welches der Kooperationsvereinbarung beiliegt.

Der/die Projektpartner/in wird jedoch darauf hingewiesen, dass es sich um ein Projekt im Zusammenhang mit der schulischen Ausbildung handelt und daher jede Haftung des Projektteams, insbesondere in Hinsicht auf die Unentgeltlichkeit des Vertrages, ausgeschlossen ist. Nutzungs- und Verwertungsrechte von im Rahmen dieser Vereinbarung erstellten Arbeitsergebnissen stehen dem/der Projektpartner/in sowie dem Projektteam gemeinsam zu.

§2 Laufzeit

Die vorliegende Kooperation tritt am 22.04.2019 in Kraft und wird bis zum Ende der Reife- und Diplomprüfung der BHS/Bildungsanstalt HLUW Yspertal abgeschlossen.

§3 Rechte und Pflichten des Projektteams

Die Mitglieder des Projektteams haben das Recht, die Räumlichkeiten des/der Projektpartners/in samt Infrastruktur und EDV-Infrastruktur im für die Projektabwicklung erforderlichen Ausmaß nach vorheriger schriftlicher Genehmigung durch den/die Projektpartner/in mitzubenehmen.

Das Projektteam verpflichtet sich, die im Gegenstand genannten Arbeiten sorgfältig und unter möglichster Schonung der Interessen des/der Projektpartners/Projektpartnerin durchzuführen.

Das Projektteam unterliegt der Betriebsordnung des/der Projektpartners/Projektpartnerin. Das Projektteam verpflichtet sich zur Geheimhaltung aller ihm zur Kenntnis gelangenden Geschäfts und Betriebsgeheimnisse.

§4 Rechte und Pflichten des/der Projektpartners/Projektpartnerin

Der/die Projektpartner/in verpflichtet sich, dem Projektteam beratend zur Verfügung zu stehen und alles zu unterlassen, was der Vollendung des Projekts entgegensteht. Der/die Projektpartner/in verpflichtet sich, dem Projektteam folgende Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen:

Sollte das Projektteam im Rahmen dieser Kooperationsvereinbarung eine Erfindung machen, die nach dem Gebrauchsmustergesetz bzw. dem Patentgesetz (PatG) schützbar ist, gilt diese Erfindung als Dienstleistung im Sinne des PatG und die §§ 6-19 PatG (in der geltenden Fassung) entsprechend.

Das Projektteam verpflichtet sich, den/die Projektpartner/in von einer im Rahmen der Kooperationsvereinbarung gemachten Erfindung unverzüglich in Kenntnis zu setzen. Der/die Projektpartner/in hat daraufhin das Recht, binnen vier Wochen ab dieser Bekanntgabe zu erklären, dass er/sie das Patentrecht für sich beansprucht. In diesem Fall steht dem Projektteam eine entsprechende Vergütung nach den einschlägigen Bestimmungen des PatG (in der geltenden Fassung) zu.

Sollte das Projektteam im Rahmen dieser Kooperationsvereinbarung ein Werk schaffen, dem Schutz im Sinne des Urheberrechtsgesetzes zukommt, verpflichtet es sich, den/die Projektpartner/in davon unverzüglich zu informieren. Der/die Projektpartner/in hat daraufhin die Möglichkeit, binnen vier Wochen ab dieser Bekanntgabe, mit dem Projektteam einen Werknutzungsvertrag abzuschließen.

§5 Einsicht und Präsentation

Da die Tätigkeit des Projektteams auch Inhalt bzw. Grundlage der an der Lehranstalt XY zu erstellenden

Diplomarbeit ist, berechtigt der/die Projektpartner/in die zuständigen Organe des Bundes zur Einsicht und Kontrolle, um die in der Verordnung über die abschließenden Prüfungen an den berufsbildenden mittleren und höheren Schulen genannten Aufgaben zu erfüllen.

Das Projektteam ist auch berechtigt, Ergebnisse der Diplomarbeit bei der mündlichen Reifeprüfung zu präsentieren. Die zuständigen Organe des Bundes sind ihrerseits wiederum gegenüber jedermann zur Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse des/der Projektpartners/Projektpartnerin verpflichtet.

Nöchling, am 26.02.2020

Nöchling, am 26.02.2020

Projektpartner/in

Projektteam



Obmann TSV Nöchling

12.1.3. Projekthandbuch

Eckdaten

Projekt Diplomarbeit	
Projektstart: <ul style="list-style-type: none">• Festlegung des Themas• Beginn: erste Besprechung mit Projektpartner TSV Sportunion Nöchling und Gartenleben GmbH am 18.11.2018	
Projektende <ul style="list-style-type: none">• Fertigstellung der Diplomarbeit• Präsentation der Diplomarbeit	
Ziele der Diplomarbeit: <ul style="list-style-type: none">• Untersuchung, ob der Rasen nach der Behandlung mit dem Düngermittel „Komposttee für Grünflächen“ gesünder, grüner und dichter wirkt.	
Nicht-Ziele der Diplomarbeit: <ul style="list-style-type: none">• Rückgang der Nährstoffe im Bodenprofil durch Überdüngung oder Auswaschung• Auslegung der Vergleichsfelder auf den gesamten Sportplatz• Untersuchung des Wassers der internen Bewässerungsanlage	
DiplomarbeitsbetreuerInnen: Mag. Mayr Eva-Maria Mag. Zauner Christoph	

Projektorganisation

PROJEKTORGANISATION PROJEKTAUFTRAG PROJEKTUMFELD		
Projektrolle	Aufgabenbereiche/ Skills	Name
ProjektauftraggeberIn		Höhere Lehranstalt für Umwelt und Wirtschaft (Diplomarbeit)
Projektteam- mitgliederInnen	Durchführung, Ausarbeitung Unterstützung, Kontrolle	Julian Voracek, Max Wiesinger Betreuungspersonen: Mag. Mayr Eva-Maria Mag. Zauner Christoph
ProjektpartnerInnen	Beschaffung des Komposttees, Bereitstellung der Wasserversorgung Zurverfügungstellung des Komposttees	Sportunion TSV Nöchling (Sportverein) Gartenleben GmbH
ProjektmitarbeiterInnen (Falls es Personen gibt, die zusätzlich bei der Arbeit mitwirken)		-
Sonstige Personen oder Organisationen im Umfeld des Projektes	Unterstützung, administrative Tätigkeiten	Mag. Hackl Gerhard

Projektmeilensteinplan

PROJEKT- MEILENSTEINPLAN				
Meilenstein	Plantermin * Fertigstellung	Ist- Termin Fertigstellung	Wurde der Termin eingehalten?	Wer ist für die Termineinhaltung verantwortlich?
Festlegung des Themas	18. November 2018	18. November 2018	ja	Julian Voracek, Max Wiesinger
Besprechung des Themas mit Betreuungslehrern	21 .Oktober 2018	21. Oktober 2018	ja	Julian Voracek, Max Wiesinger, Eva-Maria Mayr, Christoph Zauner
Erstabgabe des Anmeldeformulars	21 .Dezember 2018	16 .Dezember 2018	ja	Julian Voracek, Max Wiesinger, Eva-Maria Mayr, Christoph Zauner
Finale Abgabe des Anmeldeformulars	21. Dezember 2018	07. Jänner 2018	nein	Julian Voracek, Max Wiesinger, Eva-Maria Mayr, Christoph Zauner, Gerhard Hackl
Bestätigung des Themenvorschlags	18. November 2019	18. November 2019	ja	Gerhard Hackl
Besprechung der Vorgehensweise mit Betreuungslehrer	2. Juni 2019	2. Juni 2019	ja	Julian Voracek, Max Wiesinger, Eva-Maria Mayr
Laboreinführung	12. Juni 2019	12. Juni 2019	ja	Julian Voracek, Max Wiesinger; Christoph Zauner
Erste Messungen im Labor	12. Juni 2019	12. Juni 2019	ja	Max Wiesinger; Christoph Zauner
Ansetzen des eigenen Düngermittels	19. Juli 2019	19. Juli 2019	ja	Julian Voracek
Erstellung + Düngung der Vergleichsfelder	23. Juli 2019	23. Juli 2019	Ja	Julian Voracek, Max Wiesinger
Zweite Düngung der Vergleichsfelder	23. August 2019	20. August 2019	Ja	Julian Voracek
Lagebesprechung mit Betreuungslehrer	2. Oktober 2019	2. Oktober 2019	ja	Julian Voracek, Max Wiesinger, Eva-Maria Mayr, Christoph Zauner
Erstabgabe der Diplomarbeit	05.Jänner 2020	07.Jänner 2020	nein	Julian Voracek, Max Wiesinger
Ersten biologischen Arbeiten	20.Juli 2019	20.Juli 2019	Ja	Julian Voracek
Zweite chemische Messung	10.September 2019	10.September 2019	Ja	
Bodenprofilentnahme	26.September 2019	26.September 2019	Ja	Julian Voracek
Zweite biologische Messung	27.September	27.September	Ja	Julian Voracek

Dritte Düngung der Vergleichsfelder (biologisch)	30. September 2019	30. September 2019	Ja	Julian Voracek
Dritte chemische Messung	26. September 2019	26. September 2019	Ja	Max Wiesinger
Dritte biologische Messung	15. November 2019	15. November 2019	Ja	Julian Voracek
Endabgabe der Diplomarbeit	26. Februar 2020	26. Februar 2020	Ja	Julian Voracek, Max Wiesinger, Eva-Maria Mayr, Christoph Zauner, Gerhard Hackl
Erstellung der Präsentation	01. März 2020	01. März 2020	Ja	
Diplomarbeitpräsentation	31. März 2020	31. März 2020	Ja	Julian Voracek, Max Wiesinger, Eva-Maria Mayr, Christoph Zauner, Gerhard Hackl

Projektfunktionsdiagramm (Verantwortlichkeitsmatrix)

PROJEKT-FUNKTIONEN-DIAGRAMM							
Rollen und Umwelten							
Meilenstein-Bezeichnung	HLUW-Yspertal	Mag. Mayr Eva-Maria	Mag. Zauner Christoph	Wiesinger Max	Julian Voracek	TSV Nöchling	Gartenleben GmbH
Festlegung des Themas	I	D	D	D	D	I	I
Besprechung des Themas mit Betreuungslehrern		D	D	D	D		
Erstabgabe des Anmeldeformulars	I	D	D	D	D		
Finale Abgabe des Anmeldeformulars	I	D	D	D	D		
Bestätigung des Themenvorschlags	D	D	D				
Besprechung der Vorgehensweise mit Betreuungslehrer		D	D	D	D		
Laboreinführung			D	M	M		
Erste Messungen im Labor			I	D	M		
Ansetzen des eigenen Düngermittels		I		M	D	I	I
Erstellung + Düngung der Vergleichsfelder		I	I	D	D	I	I
Zweite Düngung der Vergleichsfelder		I			D	I	I
Lagebesprechung mit Betreuungslehrer		D	D	D	D		
Erstabgabe der Diplomarbeit		I	I	D	D		
Ersten biologischen Arbeiten		I			D	I	I

Zweite chemische Messung			I	D			
Bodenprofilentnahme		I			D		I
Zweite biologische Messung		I			D	I	I
Dritte Düngung der Vergleichsfelder (biologisch)		I			D	I	I
Dritte chemische Messung			I	D			
Dritte biologische Messung		I			D	I	I
Endabgabe der Diplomarbeit	I	I	I	D	D		
Erstellung der Präsentation		I	I	D	D		
Diplomarbeitspräsentation				D	D		

Funktionen

D Durchführung, Verantwortliche/r
M Mitarbeit
I Information

Aufzeichnungen über den Arbeitseinsatz

Name des Projektteammitgliedes: Max Wiesinger Eingesetzte Arbeitszeit in Stunden		
Datum	Art der Tätigkeit	Dauer
11.06.2019	Entnahme der Bodenproben für chemischen Messungen	1 h
12.06.2019	Erste Messung der chemischen Parameter	10 h
02.07.2019	Besprechung mit den Betreuungslehrern	2 h
19.07.2019	Ansetzen der eigenen Düngermischung + Ansetzten des Komposttees der Firma Gartenlben GmbH	3 h
23.07.2019	Erstellen und Erste Düngung der Vergleichsfelder (1.000 x 1.000 mm)	1 h 30 min
20.08.2019	Bewirtschaftung der Felder	30 min
09.09.2019	Probenahme der Vergleichsfelder	1 h
10.09.2019	Zweite Messung der chemischen Parameter	10 h
25.10.2019	Probenahme der Vergleichsfelder	1 h
26.10.2019	Dritte Messung der chemischen Parameter	20 h
16.11.2019	Verfassen der Durchführung der Arbeit	2 h
25.12.2019	Verfassen der Durchführung der Arbeit	3 h
27.12.2019	Berechnungen der Ergebnisse der Arbeit	4 h
28.12.2019	Berechnungen der Ergebnisse der Arbeit	4 h
29.12.2020	Verfassen der Ergebnisse der Arbeit	4 h
30.12.2010	Verfassen der Ergebnisse der Arbeit	8 h
18.01.2020	Korrigieren der Ergebnisse	6 h
04.02.2020	Verfassen der Theorie der Arbeit	5 h
21.02.2020	Überarbeitung der Ergebnisse	3 h
22.02.2020	Überarbeitung der Arbeit + Schreiben der Diskussion (Interpretation)	10 h
23.02.2020	Verfassen der Diskussion der Arbeit	7 h
19.02.2020	Überarbeitung der Diskussion	10 h
21.02.2020	Verfassen des Tabellenverzeichnisses	7 h
25..02.2020	Überarbeitung der Arbeit, Einfügen von Grafiken, Erstellung des Abbildungsverzeichnisses	7 h
26. 02.2020	Finalisieren der Diplomarbeit	2 h

	GESAMT	129 Stunden
--	---------------	--------------------

Name des Projektteammitgliedes: Julian VORACEK
Eingesetzte Arbeitszeit in Stunden

Datum	Art der Tätigkeit	Dauer
11.06.2019	Entnahme der Bodenproben für chemischen Messungen	1 h
12.06.2019	Erste Messung der chemischen Parameter	10 h
19.07.2019	Ansetzen der eigenen Düngermischung + Ansetzen des Komposttees der Firma Gartenlben GmbH	3 h
20.07.2019	Ersten biologischen Arbeiten	5 h
23.07.2019	Erstellen und Erste Düngung der Vergleichsfelder (1.000 x 1.000 mm)	1 h 30 min
01.08.2019	Bewirtschaftung der Felder	30 min
18.08.2019	Ansetzen der eigenen Düngermischung + Ansetzen des Komposttees der Firma Gartenlben GmbH	3 h
19.08.2019	Bewirtschaftung der Felder	30 min
20.08.2019	Zweite Düngung der Vergleichsfelder	1 h
01.09.2019	Bewirtschaftung der Felder	30 min
20.09.2019	Ansetzen der eigenen Düngermischung + Ansetzen des Komposttees der Firma Gartenlben GmbH	3 h
22.09.2019	Dritte Düngung der Felder	1 h
23.09.2019	Bewirtschaftung der Felder	30 min
26.09.2019	Bodenprofilentnahme	30 min
27.09.2019	Zweiten Biologischen Messungen	5 h
08.10.2019	Bewirtschaftung der Felder	30 min
20.10.2019	Ansetzen der eigenen Düngermischung + Ansetzen des Komposttees der Firma Gartenlben GmbH	3 h
24.10.2019	Vierte Düngung der Felder	1 h
04.11.2019	Bewirtschaftung der Felder	30 min
05.11.2019	Humusbestimmung	2 h
15.11.2019	Dritten biologischen Messungen	5 h
16.11.2019	Internetrecherche Theorie Biologie	3 h
17.11.2019	Ausbringung des restlichen selbstgemachten Komposttees auf Platz	3 h
20.11.2019	Teil von Theorie Biologie geschrieben	2 h
27.12.2019	Beginn zum Schreiben der Durchführung	4 h

18.01.2020	Korrektur der Durchführung	1 h
05.02.2020	Schreiben der Ergebnisse (Teil 1) ohne Bilder	4 h
11.02.2020	Korrektur der Ergebnisse (Teil 1) mit Bildern etc.	2 h
13.02.2020	Schreiben der Ergebnisse (Teil 2) ohne Bilder	2 h
14.02.2020	Humusbestimmung + Probenahme	2 h
17.02.2020	Korrektur der Ergebnisse (Teil 2) mit Bildern etc.	1 h
19.02.2020	Erstellen des allgemeinen DA-Dokumentes mit Gliederung (Ifom- Unterricht, Erlaubnis bekommen)	3 h
19.02.2020	Schreiben am Dokument	4 h
21.02.2020	Schreiben am Dokument (Erlaubnis im Unterricht)	2 h
21..02.2020	Zusammenfügen beider Teile	4 h
22.02.2020	Schreiben am Dokument	9 h
23.02.2020	Schreiben am Dokument	4 h
24.02.2020	Abbildungsverzeichnis und allg. Gliederung	4 h
25.02.2020	Lebenslauf, Projekthandbuch, Wissenschaftliche Frage beantworten, Abbildungsverzeichnis aktualisieren	4 h
26.02.2020	Finalisieren der Diplomarbeit	9 h
	GESAMT	115 Stunden

12.1.4. Lebenslauf Julian Voracek



Lebenslauf

Julian VORACEK

ANGABEN ZUR PERSON



Julian VORACEK

📍 3691 Nöchling
Österreich

☎ +43 676 966 04 44

✉ voracek.julian@gmail.com

Geschlecht männlich | Geburtsdatum 23/10/2000 | Staatsangehörigkeit Österreich

ANGESTREBTE TÄTIGKEIT SELBSTEINSCHÄTZUNG

Zusätzliche Kenntnisse in Informatik
Zusätzlich erworbene Kenntnisse in den Laboren der Schule
Pünktlich, pflichtbewusst und teamfähig sowie sehr verlässlich.

SCHUL- UND BERUFSBILDUNG

September 2015 – fortlaufend

Höhere Lehranstalt für Umwelt und Wirtschaft

Am Campus 1
3683 Yspertal
Österreich

▪ Schwerpunkt(e): UMWELT und WIRTSCHAFT; Praktische Arbeiten in Physik, Chemie, Mikrobiologie, ...

September 2011 – Juni 2015

NMS Waldhausen

Markt 67
4391 Waldhausen im Strudengau
Österreich

September 2007 – Juni 2011

Volksschule Nöchling

Unterer Markt 12
3691 Nöchling
Österreich

PERSÖNLICHE FÄHIGKEITEN

Muttersprache(n) Deutsch

Weitere Sprache(n)

	VERSTEHEN		SPRECHEN		SCHREIBEN
	Hören	Lesen	An Gesprächen teilnehmen	Zusammenhängendes Sprechen	
Englisch	B2	B2	B2	B2	B1
Französisch	A2	A2	A2	A2	A2

Kommunikative Fähigkeiten

- Guter Zuhörer, als auch ein fairer Diskussionspartner. Nicht Redescheu, sucht immer einen Mittelweg. Engagiert in gemeinsamen Projektarbeiten sowie gute Präsentations- und Kommunikationstechniken.

Organisations- und Führungstalent

- Führungs- und Organisationsqualitäten als Trainer im Jugendbereich (Fußball)
Mitwirkung beim Organisieren von sämtlichen Events

Berufliche Fähigkeiten

- Praktische Erfahrung in diversen Laboren der Schule
- **Informatikkenntnisse** (Word, Excel, PowerPoint, Gimp 2.8, **Shotcut**)

Sonstige Fähigkeiten

- hohes Konzentrationsvermögen
- neue Lösungswege finden
- Arbeit im Team
- ehrgeizig und zielgerichtet
- hohe Belastbarkeit
- gutes Durchsetzungsvermögen
- Ruhe bewahren

ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN

Präsentationen

- Projektbezogene Präsentationen vor der Schule

Projekte

- Be **open minded**

Mitgliedschaften

- TSV Sportunion **Nöchling**

Zusätzliche Kenntnisse

- Hubstaplerführerschein, SVP-Ausbildung, Gefahrgutbeauftragter

12.1.5. Lebenslauf Max Wiesinger



Lebenslauf

Max WIESINGER

ANGABEN ZUR PERSON

Max WIESINGER



📍 Panoramaweg 1
3691 Nöchling
Österreich

☎ +43 676 487 99 66

✉ max.wiesinger01@live.de

Geschlecht männlich | **Geburtsdatum** 09/03/2001 | **Staatsangehörigkeit** Österreich

ANGESTREBTE TÄTIGKEIT SELBSTEINSCHÄTZUNG

Praktische Erfahrungen in allen Laborbereichen der Schule, speziell mit Analytischer Chemie. Zusätzliche Kenntnisse in Informatik
Pünktlich, pflichtbewusst und teamfähig sowie sehr verlässlich.

SCHUL- UND BERUFSBILDUNG

September 2015 – fortlaufend

Höhere Lehranstalt für Umwelt und Wirtschaft

Am Campus 1
3683 Yspertal
Österreich

▪ Schwerpunkt(e): UMWELT und WIRTSCHAFT; Praktische Arbeiten in Physik, Chemie, Mikrobiologie, ...

September 2011 – Juni 2015

NMS Waldhausen

Markt 67
4391 Waldhausen im Strudengau
Österreich

September 2007 – Juni 2011

Volksschule Nöchling

Unterer Markt 12
3691 Nöchling
Österreich

PERSÖNLICHE FÄHIGKEITEN

Muttersprache(n)

Deutsch

Weitere Sprache(n)

	VERSTEHEN		SPRECHEN		SCHREIBEN
	Hören	Lesen	An Gesprächen teilnehmen	Zusammenhängendes Sprechen	
Englisch	B2	B2	B2	B2	B2
Italienisch	B1	B1	B1	B1	B1

Kommunikative Fähigkeiten

- Guter Zuhörer, als auch ein fairer Diskussionspartner. Engagiert in gemeinsamen Projektarbeiten sowie gute Präsentations- und Kommunikationstechniken.
-

Organisations- und Führungstalent

- Gespräche in der Klasse und in Gruppen leiten und strukturieren.

Berufliche Fähigkeiten

- Qualitätsbeauftragter
- Gefahrgutbeauftragter
- Sicherheitsvertrauensperson
- Praktische Erfahrung in diversen Laboren der Schule
- Informatikkenntnisse (Word, Excel, PowerPoint, Gimp 2.8, Shotcut)

Sonstige Fähigkeiten

- hohes Konzentrationsvermögen
- neue Lösungswege finden
- Arbeit im Team
- ehrgeizig und zielgerichtet
- hohe Belastbarkeit
- gutes Durchsetzungsvermögen

**ZUSÄTZLICHE
INFORMATIONEN**

**Präsentationen
Projekte
Mitgliedschaften**

- Projektbezogene Präsentationen vor der Schule
- Ökologische Sportrasenpflege
- TSV Sportunion Nöchling