



28. DEZEMBER 2023

UMWELT- UND  
RESSOURCHENSCHONENDE  
DÜNGUNG VON  
SPORTRASENFLÄCHEN

VERFASSER: JOSEF STRASSER

# DÜNGUNG

Projektarbeit im Rahmen der Abschlussprüfung zum „geprüften Head Greenkeeper“ gem. Prüfungsordnung der Greenkeeper-Akademie an der NÖ Landwirtschaftlichen Fachschule Warth

**Verfasser:** Josef Strasser

**Thema:** Düngung

**Betreuungslehrkraft:** DI Stephan Breisach

Lohnsburg, am 28.12.2023

## INHALT

<b>EINLEITUNG</b> .....	4
Pflanzenernährung .....	4
Aufnahme.....	5
Bodenbeschaffenheit .....	5
Aerifizieren .....	6
Besanden/Topdressen .....	6
Vertikutieren .....	7
Schlitzen.....	7
Düngerausbringung .....	7
Streutechnik .....	7
Kostenaufstellung der unterschiedlichen Granulatstreuer: .....	8
Flüssigapplikation.....	8
Kostenaufstellung der verschiedenen Modelle .....	9
Cultandüngung.....	9
Kostenaufstellung: .....	10
Bodenbeprobung .....	10
Nährstoffbedarf .....	11
Stickstoff (N):.....	12
Phosphor (P): .....	13
Kalium (K):.....	14
Magnesium (Mg) .....	14
Eisen (Fe).....	15
Gegenspieler und Förderer .....	17
Rasenerkrankheiten .....	18
<b>ANTHRACNOSE:</b> .....	18
Dollar Spot.....	19
Rhizoctonia.....	20

Rotspitzigkeit .....	21
Fusarium .....	22
Schneesimmel .....	22
Typhulafäule .....	23
Engerlinge .....	24
Düngermittel .....	25
Mineralisch .....	25
Organisch .....	26
Flüssig .....	26
Kostenaufstellung .....	27
Mineralisch .....	27
Mineralisch + Flüssig .....	28
Cultanunterstützt .....	28
Zusammenfassung .....	30
Summary .....	31
Quellenverzeichnis .....	33

## EINLEITUNG

Mein Name ist Josef Strasser und Inhaber der Fa. GreenAgrar mit Sitz in Lohnsburg am Kobernaußerwald.

In der folgenden Abschlussarbeit im Zuge der Headgreenkeeperausbildung an der LFS Warth erkläre ich, wie die Düngung der Sportrasenflächen auf Golf- und Fußballplätzen umwelt- und ressourcenschonend umgesetzt werden kann. Die Thematik dahinter ist, dass viel zu viel Dünger verwendet bzw. dieser falsch eingesetzt wird und somit nicht nur die Umwelt sondern auch das Budget der Betreiber stark belastet wird. Erklärt wird die Nährstoffaufnahme der Pflanze, weiters was im Boden gegeben sein muss, damit dies funktioniert und die Techniken der Ausbringung. Weiters werden die verschiedenen Nährstoffe näher beleuchtet. Auf die Cultandüngung wird besonders eingegangen, da ich diese, als einziger Dienstleister in Österreich, in meinem Betrieb anbiete und durchführe und hier sehr gute praktische Erfahrungen erzielt wurden.

## PFLANZENERNÄHRUNG

Erst seit ca. 150 Jahren beschäftigt sich die Forschung eingehend mit dem Thema Pflanzenernährung. Somit können erst seit einer vergleichsweise kurzen Zeitspanne die Zusammenhänge aus Biologie, Chemie und Physik, die dabei eine große Rolle spielen, genau betrachtet werden. Das kann einen verwundern, wenn man bedenkt, dass die falsche Bodenbearbeitung zu Auslöschungen in Folge von gravierenden Hungersnöten ganzer Hochkulturen – wie z. B. das Mesopotamische Reich vor ca. 4000 Jahren führte. Noch viel kürzer werden diese Forschungserkenntnisse nicht nur für agrarökonomische Zwecke genutzt sondern auch für die wirtschaftliche Bebauung von Freizeitflächen wie z. B. Golfplätzen.

Die Deutsche Gesellschaft für Pflanzenernährung baut ihre wissenschaftliche Grundlage auf Ernährungsphysiologie der Pflanze und Nährstoffhaushalt und Düngung. (Vgl. S. 14 – 17, Schubert, S. (2017).

## AUFNAHME

Die Nährstoffaufnahme der Pflanze erfolgt vorwiegend über die Wurzel, aber auch über das Blatt. Um dies zu erklären, müssen wir auch einen kleinen Ausflug in die Chemie machen.

Ganz grundsätzlich müssen Pflanzen durch ihre Umwelt die Rohmaterialien erhalten, die sie für die komplizierten biochemischen Reaktionen, die die Pflanze am Leben erhält, benötigen. Wenn die Umwelteinflüsse stimmen, können Pflanzen durch die Aufnahme von H<sub>2</sub>O und CO<sub>2</sub> durch Lichtenergie ihre eigene Energiequelle produzieren, sondern auch sämtliche Vitamine und Aminosäuren selbst herstellen, indem sie nur anorganische Stoffe aus der Außenwelt beziehen. Dadurch haben sie im Vergleich zu Tieren einen entscheidenden Vorteil.

Doch wie funktioniert nun diese Aufnahme von Nährstoffen am konkreten Beispiel?

Die anorganischen Nährstoffe sind im Boden gelöst und werden über die Wurzeln der Pflanze aufgenommen. Diese liegen im Boden als Ionen vor. Positiv geladene Ionen (Kationen) sind Ca, K und Na. Diese können sich besonders gut an der kristallartigen Struktur von Tonpartikeln im Boden anhaften und bilden dort ein Nährstoffreservoir für die Pflanze. Negativ geladene Ionen – die sogenannten Anionen wie NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> werden viel schneller aus dem Boden herausgewaschen, da sie sich nicht an den Tonpartikeln anbinden können. Die einzige Ausnahme hierbei ist Phosphat, das sich für Niederschläge als unlöslich erweist (vgl. S. 592, Meurer, R. A., Kemper, S., Knopp, S., Eichert, T., Jakob, F., Goldbach, H. E., & Pich, A. (2017). Angewandte Chemie)

## BODENBESCHAFFENHEIT

Die sogenannten Bodenporen machen ungefähr 50% unseres Bodens aus. Das ist der Anteil des Bodens, der nur von Luft und Wasser ausgefüllt wird, wobei vor allem der Wasseranteil je nach Vegetation schwankt. Durchschnittlich wird ca. die Hälfte des Volumens der Bodenporen von Wasser aufgefüllt, somit kann auch noch eine ausreichende Sauerstoffversorgung der Wurzel gewährleistet werden, die für Wurzelwachstum und lebensnotwendige Prozesse gebraucht wird. Nach Bewässerung (egal ob willentlich oder durch Naturphänomene) bleibt immer ein gewisser Anteil an Haftwasser im Boden, selbst wenn durch lockere Bodenverhältnisse die Schwerkraft das Senkwasser durchgelassen hat (vgl. S. 592, (vgl. S. 592, Meurer, R. A., Kemper,

S., Knopp, S., Eichert, T., Jakob, F., Goldbach, H. E., & Pich, A. (2017). Angewandte Chemie)

In der Praxis kommt es jedoch durch den Spielbetrieb zu Einflüssen, die den Boden verdichten und somit die Poren und Bodenstruktur verändern.

Folgende Probleme können hierbei auftreten:

- der Boden lässt kein Wasser mehr durch und es kommt zu Staunässe. Somit wird die noch vorhandene Luft aus dem Boden gedrückt, die Wurzeln sterben ab.
- Die Kolloide werden so stark aneinandergedrückt, dass kein Platz mehr bleibt um Nährstoffe aufzunehmen
- Der Wurzelhorizont wird eingeschränkt und reicht nur noch knapp unter die Vegetationsschicht.

Damit dies nicht passiert, ist eine regelmäßige Bodenbearbeitung unverzichtbar.

---

## AERIFIZIEREN

Wie in dem Wort schon versteckt, bringt man hier Luft (Aero) in den Boden. Mit verschiedenen Werkzeugen, auch Spoons genannt, werden hier Löcher in den Boden gemacht und die Luftzirkulation und Bodenlockerung stehen da im Vordergrund.

Es ist wichtig die Arbeitstiefe immer unterschiedlich anzusetzen um einem Verdichtungshorizont vorzubeugen. Mindestens einmal jährlich muss bis zur Drainageschicht durchgearbeitet werden um die Drainfähigkeit beizubehalten. Vor dem Winter lässt man gerne die Natur für sich arbeiten. Mittels Vollspoons (kein Materialaustausch) wird der Boden bearbeitet und die Löcher offen gelassen, also keinen Sand aufgebracht. Das Sickerwasser, aufgrund Regen und Schnee dringt in die Löcher und der Frost erledigt die weitere Lockerung.

---

## BESANDEN/TOPDRESSEN

Nach dem Aerifizieren ist während der Saison das Besanden von Vorteil. Es wird gewaschener kantengerundeter Quarzsand aufgebracht und in die bereits bestehenden Löcher mittels einer Kokosmatte oder Bürste eingeschleppt. Dadurch ergibt sich ein besser Luftaustausch und eine Drainagewirkung, wodurch das Wasser besser in den Boden gelangt. Eine Wurzel ist ein Hautatmer - genau so wie ein Regenwurm - dadurch finden sie durch diese Löcher optimale Bedingungen vor. Dies führt natürlich zu verbessertem Wachstum. Im Gegenzug dazu steht das Topdressen. Hier wird im

Vorhinein nur vertikutiert und anschließend eine kleine Menge Sand aufgebracht. Dies trägt zur Filzreduktion bei und bringt Stabilität und Ebenmäßigkeit in die Spielfläche.

---

## VERTIKUTIEREN

Bei dieser Arbeit wird der Rasenfilz und die oberste Bodenschicht leicht angeritzt, sowie abgestorbenes Material aus dem Boden geholt. Eine Arbeitstiefe von ca. 2 mm reicht hierbei vollkommen aus. Da wir im Rasen auch Sorten haben, die oberirdische und unterirdische Ausläufer, sogenannte Stolone und Rhizome, bilden, trägt dieser Arbeitsschritt dazu bei, dass hier neue Pflanzen ausgebildet werden können.

---

## SCHLITZEN

Hierbei handelt es sich um eine einfache, kostengünstige und sehr wirksame Bodenbearbeitung. Auf einer Walze sind Messer angebracht, die senkrecht in den Boden schneiden und auch hier wieder die Luft- und Wasserzirkulation anregen. Diese Arbeit eignet sich am besten im Frühjahr, um den Rasen schnell wieder aktiver zu machen.

## DÜNGERAUSBRINGUNG

Bevor man einen Dünger in welcher Form auch immer ausbringt, sollte die Technik der Ausbringung überdacht werden und geregelt sein. Folgende Kriterien gilt es abzuwägen: Was ist bereits an Technik vorhanden, sollte ich in Neue investieren oder gibt es Dienstleister, die dieses professionell durchführen können.

Im Nachfolgenden werden die verschiedenen Techniken genauer beschrieben und auf Besonderheiten hingewiesen.

## STREUTECHNIK

Voraussetzung für diese Technik sind granuliert Dünger, diese können organisch oder mineralisch sein.

Kostengünstig sind handgeführte Granulatstreuer, die vorwiegend ihren Einsatz auf Grüns und Abschlägen, sowie in Hausgärten finden.

Für größere Flächen, wie Fairways und Fußballplätze eignen sich Granulatstreuer als Anbaugeräte für Traktoren oder auch diverse Kommunalfahrzeuge im Golfbereich (Workman von Toro oder Gator von John Deere).

Zu beachten ist vor allem die Streugenauigkeit. Mit der Grenzstreueinrichtung können die Ränder genau eingestellt werden und somit einen Düngereintrag auf Flächen, die mager gehalten werden sollen, wie Semirough und Rough, verhindern.

Im oberen Preissegment sind dann auch wegeabhängige Streuer zu finden.

Diese werden über Radsensoren oder ein GPS-System geregelt. Dieses passt die Aufbringmenge auf die Fahrgeschwindigkeit an und schließt sich automatisch, wenn das Fahrzeug zum Stillstand gebracht wird.

Weiters empfiehlt sich ein Streuer mit zwei Streutellern, um ein perfektes Streubild zu erlangen. Bei Streuern mit nur einem Streuteller ist die Ausbringung meist einseitig und es kann zu extremer Überlappung bzw. keiner Überlappung kommen. Dies wirkt sich meist optisch aus und erzeugt ein unsauberes Bild (technische Streifenkrankheit).

---

## KOSTENAUFSTELLUNG DER UNTERSCHIEDLICHEN GRANULATSTREUER:

handgeführter Streuwagen	ca. € 800,-
Einscheibenstreuer	ca. € 1.500,-
Zweischeibenstreuer	ca. € 6.000,- mit Grenzstreueinrichtung
Zweischeibenstreuer wegeabhängig	ca. € 8.000,- mit Grenzstreueinrichtung

alle Preise netto ohne gesetzlicher Mwst.

---

## FLÜSSIGAPPLIKATION

Bei der Flüssigapplikation wird vorausgesetzt, dass diese Dünger bereits flüssig sind oder verflüssigt werden können. Die Ausbringung erfolgt anschließend mit einer Pflanzenschutzspritze, diese ist auf den meisten Golfplätzen Bestand des Inventars, auf Sportplätzen werden hierzu meist Dienstleister beauftragt.

Angebaut ist diese an einem Traktor oder auch auf (vorwiegend auf Golfplätzen) Workman und Gator.

Auch hier unterscheiden sich die Modelle vor allem im Preis und der Technik, die aufgebaut ist. Es empfiehlt sich auf diesem Gerät eine Nachtropfsicherung sowie zumindest eine Sektorenabschaltung aufgebaut zu haben. Die Sektorenabschaltung bedeutet, dass bei dem dreigeteilten Spritzbalken, jede einzelne Balkeneinheit separat abgeschaltet werden kann. Kostenintensivere Modelle haben auch eine Einzeldüsenabschaltung, die mittels GPS eine exakte Ausbringung garantieren und

somit auch hier wieder Dünger und vor allem Geld gespart wird.

Unbedingt zu beachten ist, dass die Spritze vor und nach jedem Gebrauch gereinigt und gespült wird, um die Düsen frei zu halten und keine Ablagerungen entstehen zu lassen. Besondere Vorsicht ist außerdem geboten, wenn zuvor Pflanzenschutzmittel ausgebracht wurde. Hier kann es zu Ausflockung oder Spritzschäden durch Wechselwirkungen kommen. Aufgrund des Pflanzenschutzmittelgesetzes ist bei diesen Spritzen alle drei Jahre eine Überprüfung in einer Fachwerkstätte mit anschließender neuer Prüfplakette fällig.

---

## KOSTENAUFSTELLUNG DER VERSCHIEDENEN MODELLE

Pflanzenschutzspritze mit Sektorenabschaltung	ca € 12.000,-
Pflanzenschutzspritze mit Sektorenabschaltung und Nachdropsicherung	ca € 23.000,-
Pflanzenschutzspritze mit Einzeldüsenabschaltung Nachdropsicherung und GPS-fähig	ca. € 44.000,-

Preise exklusive gesetzlicher MwSt.

## CULTANDÜNGUNG

Die Cultandüngung ist die neueste Technik in Sachen Düngerapplikation.

Hierbei wird Dünger in flüssiger Form direkt in den Boden mittels Injektoren eingebracht. Bei dieser Technik verringert sich der Düngerverlust durch Abwaschen oder Abdampfen auf ein Minimum. Die Injektorwalze ähnelt einer Aerifizierwalze. Es können alle Sportflächen sowie alle Bereiche am Golfplatz, wie Grün, Abschläge und Fairway damit befahren werden. Angebaut ist es an einem Traktor. Bis zum heutigen Datum ist leider nur eine Rasenmaschine mit einer Arbeitsbreite von 2,35m und einem Injektorenabstand von 15cm erhältlich. Dieses wird sich jedoch in den nächsten Jahren ändern und Maschinen mit einer größeren Arbeitsbreite werden auf den Markt kommen. Ein weiterer großer Vorteil ist auch die Möglichkeit Nematoden und Pilze zur Bekämpfung von Schädlingen wie Engerlingen und Tipulalarven zu injizieren, da der Arbeitsdruck nur bei einem Bar liegt.

In Österreich sind bis Stand heute vier Maschinen im Einsatz. Drei auf Golfplätzen und meine eigene ist im Dienstleistungsbereich unterwegs.

---

## KOSTENAUFSTELLUNG:

Cultangerät inkl. Sektionensteuerung	ca. € 45.000,-
Schlitzgerät zur Flüssigapplikation von Insektiziden	ca. € 23.000,-

## BODENBEPROBUNG

Einmal jährlich ist eine Bodenanalyse empfohlen, um eine Auskunft zu erhalten, ob das Düngeprogramm funktioniert oder ob etwaige Veränderungen an diesem vorgenommen werden sollten.

Die Vorgehensweise ist eigentlich simpel. Vier Wochen nach der letzten Düngung werden die Bodenproben gezogen. Auf Sportplätzen werden je Platz auf ca. 50 Stellen, in einem Raster von 10 mal 10 Meter, Proben entnommen. Auf Golfplätzen unterscheidet es sich jedoch aufgrund der verschiedenen Flächen und Düngeprogrammen. So werden die Grüns und Fairways immer alle separat beprobt. Wieviel des Bodens je Probe entnommen werden soll, hängt vom jeweiligen Institut ab, in der die Analyse erfolgt. Hier ist mit dem Düngeberater oder dem Institut vor Probennahme Rücksprache zu halten. Die Tiefe der Probe ist abhängig von der Wurzellänge, da nur in dieser Schicht die Nährstoffaufnahme erfolgt. Zum Beispiel bei einer Wurzellänge von 7 cm auf 10 cm stechen. Weiter unten liegende Nährstoffe können von der Wurzel nicht aufgenommen werden und bringen für die Analyse nur Nachteile.

Aus dieser Analyse kann man vieles interpretieren und „herauslesen“, jedoch müssen die wichtigsten Werte wie Kationenaustauschkapazität, Sättigungsindex, organische Masse, Kalzium, Magnesium, Kalium, Natrium und der PH-Wert unbedingt angegeben sein.

Sollte dies nicht der Fall sein, handelt es sich um eine Nährstoffanalyse und keine Bodenanalyse. Mit diesen Werten kann man selbst, oder mit Hilfe von einem Düngeberater, feststellen, wie der Boden beschaffen ist, welche „Schrauben man drehen muss“ um auf ein top Ergebnis zu kommen oder ob Probleme, wie zum Beispiel ein Black Layer im Boden wahrscheinlich ist.

Als Black Layer bezeichnet man eine anaerobe Zone im Boden, die meist schwarz ist und einen hohen Schwefel und Eisen bzw. Mangangehalt im Boden verursacht- es entsteht Schwefelwasserstoff – H<sub>2</sub>S

Im Anschluss folgt eine Beschreibung des Nährstoffbedarfs und wie Dünger und Nährstoffe am besten eingesetzt werden.

## NÄHRSTOFFBEDARF

Der Nährstoffbedarf bei Rasenflächen ist abhängig von deren Nutzung. Ein Freizeitrasen in einem Hausgarten wird nicht so strapaziert wie ein Sportrasen und ist dadurch um einiges weniger abhängig von Nährstoffgaben. Auch hier ist wieder die Bodenprobe ein ausschlaggebendes Mittel, um den Dünger gezielt einzusetzen.

Beginnen wir jedoch ganz am Anfang – bei einer Neuansaat. Der Rasensamen hat von sich aus genug Nährstoffe, um zu keimen und den ersten Grashalm zu machen. Sobald das zweite Blatt entsteht, sind diese aufgebraucht und die erste kleine Düngergabe ist empfohlen.

Die Hauptnährstoffe, die man benötigt, um einen gesunden und strapazierfähigen Rasen zu bekommen, sind Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K).

Als Sekundärnährstoffe, die bei etwas teureren Düngern teils auch mitenthalten sind gelten Kalzium (Ca), Magnesium (Mg) und Schwefel (S).

Mikronährstoffe wie Bor (B), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn) und Zink (Zn) sind sehr kostenintensiv. In der unten angeführten Grafik wird die Wechselwirkung der verschiedenen Nährstoffe beschrieben und hier wird ersichtlich, dass mit diesen dem Rasen die letzte Effizienz gegeben werden kann.

Neben der Wechselwirkung der Nährstoffe ist eine Grafik von Justus v. Liebig, die 1840 veröffentlicht wurde, noch sehr wichtig. Diese beschreibt das „Gesetz des Minimums“. Liebig erkannte, dass alle Nährstoffe in einem Mindestmaß vorhanden sein müssen, um ein pflanzliches Wachstum zu sichern. Kein Nährstoff kann von einem anderen ersetzt werden. Sein Gesetz besagt: „dass der im Minimum vorhandene Nährstoff das Ertragspotential bestimmt“.



Wenn dies alles vorausgesetzt ist, muss man verstehen wie sich die einzelnen Nährstoffe auswirken und wie man diese einsetzt:

---

### STICKSTOFF (N):

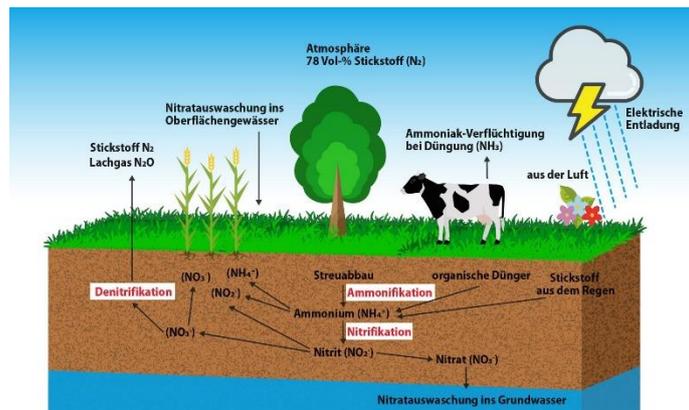
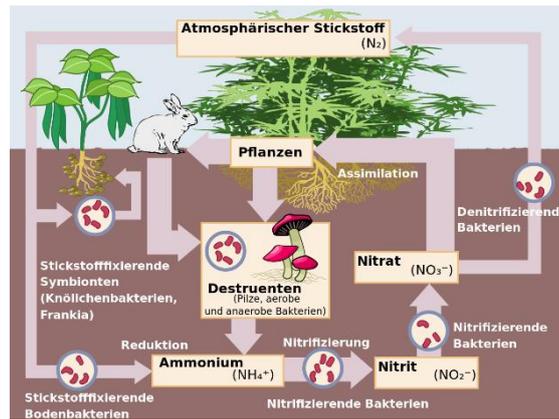
Stickstoff sichert grundsätzlich das Wachstum der Pflanze und die Grünfärbung.

Unterschieden wird Stickstoff in seiner Form, hier spricht man von Nitrat, Ammonium oder Formaldehyd, um die drei gängigsten zu nennen. Der Unterschied liegt in der Pflanzenverfügbarkeit, also wie lange die Pflanze warten muss bis dieses aufgenommen werden kann.

Nitratstickstoff kann direkt aufgenommen werden und muss sich nicht mehr umwandeln, kann jedoch leicht ausgewaschen werden oder abdampfen. Es ist nicht möglich, dass sich Nitrat auf einem Bodenkoloid festhält und ist dadurch auch nicht im Boden lagerfähig.

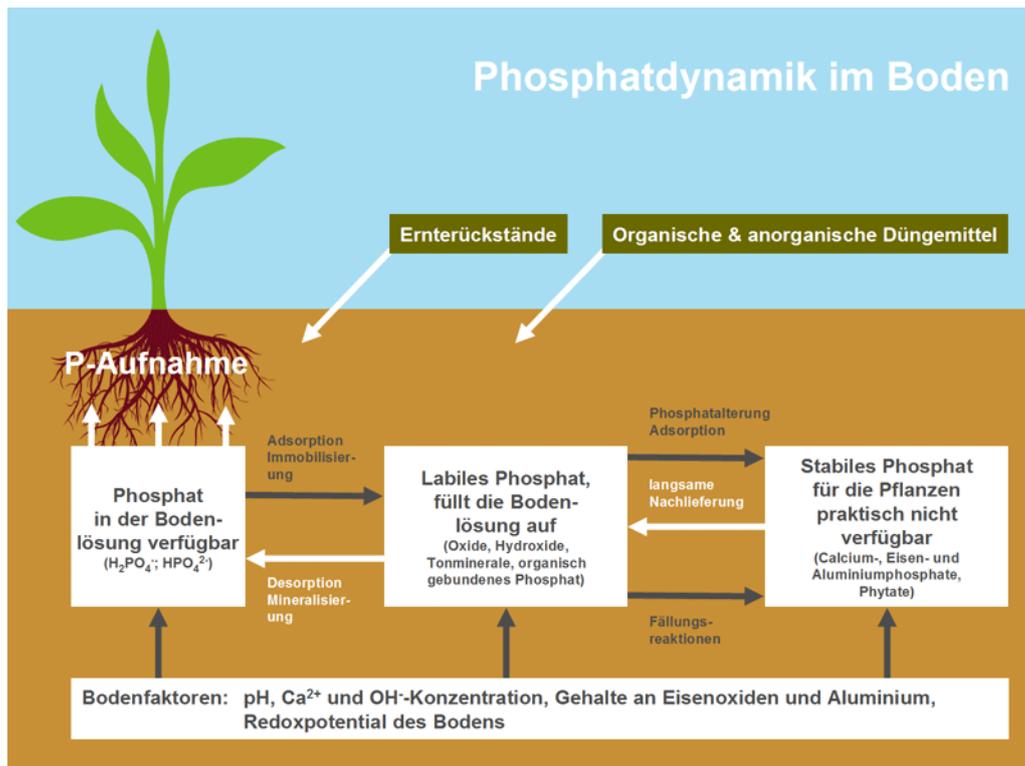
Ammoniumstickstoff benötigt ca. zehn Tage, bis es pflanzenverfügbar ist. Dieses muss sich durch die Nitrifikation zuerst in Nitrat umwandeln und ist erst dann pflanzenverfügbar. Somit lässt sich Ammonium auch im Boden deponieren.

Formaldehydstickstoff benötigt ca. 25 Tage, bis es von der Pflanze aufgenommen werden kann. Dieser durchläuft zuerst die Ammonifikation und anschließend die Nitrifikation, bis es wieder aufgenommen wird. Auch Formaldehyd lässt sich bestens im Boden deponieren.



## PHOSPHOR (P):

Phosphor ist einer der wichtigsten Nährstoffe für die Pflanze und wird über die Wurzel und auch über das Blatt aufgenommen. Man unterscheidet über drei Zustände im Boden, diese sind der pflanzenverfügbare Zustand, der labile – er kann von der Pflanze mit Hilfe von Wurzelsäureausschüttung aufgenommen werden oder der stabile Zustand. Stabil ist Phosphor dann, wenn er sich im Boden festsetzt. Von diesem Zustand wird nur mehr ein minimaler Teil labil bzw. pflanzenverfügbar. Phosphor wird auch der Wurzelwachstumsmotor genannt und hilft bei der Bildung dieser und trägt sehr zur Bildung von Scherfestigkeit bei.



### KALIUM (K):

Kalium ist eines der wichtigsten - wenn nicht der wichtigste Nährstoff für eine gesunde Pflanze. Kali stärkt die Zellstruktur und macht die Pflanze resistenter gegen Krankheiten. Ab der zweiten Düngung empfiehlt sich aus der Praxis, eine kaliumlastige Düngung durchzuführen. Im Sommer wird die Verdunstung des Wassers verbessert, um auch hier einen vitalen Rasen zu haben und im Herbst gegen Winter wird die Pflanze auf den Winter vorbereitet. Somit wird es den Rasenkrankheiten, die über den Winter auftreten können, wie Schneeschimmel und Typhulafäule, schwer gemacht und somit kann die Pflanze gesund im Frühling gleich aktiv in das neue Wachstum starten. Als Faustregel gilt: Kali macht den Stängel steif.

### MAGNESIUM (MG)

Ohne Magnesium gibt es kein Blattgrün.

Magnesium ist als Zentralatom des Chlorophylls entscheidend an der Chlorophyllbildung beteiligt und damit für die Fotosynthese der Gräser essenziell. Ein Magnesiummangel äußert sich durch schlaffe und gelblich gefärbte Blätter.

---

## EISEN (FE)

Eisendünger wird vorwiegend zur Grünfärbung und zur Versiegelung, hier als Eisensulfat, vor dem Winter verwendet.

Auch Moos kann mit einer Eisendüngung verringert werden. Bei der Ausbringung ist jedoch Vorsicht geboten, bei einer zu hohen Dosis kann es passieren, dass der Rasen schwarz wird.

Eisen liegt als dreiwertiges und als zweiwertiges Eisen-Ion im Boden vor. Pflanzen nehmen Eisen für gewöhnlich nur als zweiwertiges Ion ( $\text{Fe}^{2+}$ ) auf. Die beiden Ionen-Formen stehen in einem chemischen Gleichgewicht miteinander, das sich verschieben kann: Ist der Boden eher sauer, liegt viel  $\text{Fe}^{2+}$  vor und es kommt auf keinen Fall zu einem Mangel.

\*Bei einem hohen pH-Wert liegt hingegen mehr  $\text{Fe}^{3+}$  vor, das normalerweise nicht aufgenommen werden kann. Es kann zu einem relativen Eisenmangel kommen. Gräser besitzen jedoch eine im Pflanzenreich einzigartige Strategie: Sie bilden Mugeinsäuren, die eine sehr starke Anziehungskraft auf  $\text{Fe}^{3+}$  haben. Diese Mugeinsäuren werden aus den Wurzeln hinaus und in den Wurzelraum transportiert, wo sie  $\text{Fe}^{3+}$  binden. Zugleich werden spezielle Transportkanäle in den äußeren Zellen der Wurzel aufgebaut, die darauf spezialisiert sind, die Eisen-Ionen samt Mugeinsäure aufzunehmen. Gräser sind also in der Lage, bei einem eigentlich zu hohen pH-Wert Eisen aufzunehmen. Weil diese physiologische Anpassung jedoch viel Energie kostet, ist sie nur dann möglich, wenn die Pflanze einen aktiven Stoffwechsel zur Energiegewinnung betreiben kann. Aus diesem Grund kann alles, was die Lebensprozesse des Rasens hemmt, bei einem gleichzeitig zu hohen pH-Wert des Bodens zu einem relativen Eisenmangel führen.

Fe ist auch notwendig zur Chlorophyllbildung

Aus der Praxis geht hervor, dass es für jeden Platz einen eigenen Düngeplan braucht. Als Faustregel gilt eine Nährstoffverteilung aus meiner Praxis von 1 : 0,6 : 1,3 (N-P-K), um den Rasen aktiv und strapazierfähig zu halten. In jedem Dünger, den ich verwende, ist Magnesium enthalten, weil es besser als Eisen zu einem satten Grün führt und Magnesium weniger die Wechselwirkung, die im nächsten Punkt beschrieben ist, beeinflusst.

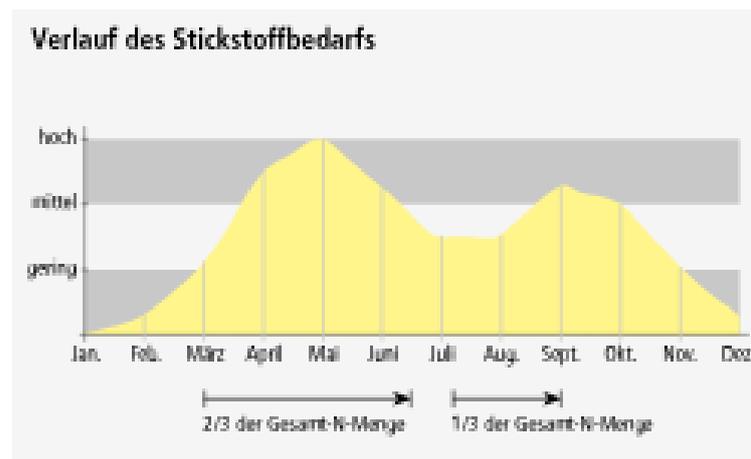
Unten angeführt ist eine tabellarische Auflistung des Nährstoffbedarfs von Rasen gereiht nach der Anforderung an diesen:

Das Gesetz besagt, eine maximale Gabe von 21g rein N im Jahr.

Dies ist auf Golfanlagen reichlich und wird auch unterschritten (15-18g) jedoch in der Praxis in Fußballstadien kaum erfüllbar.

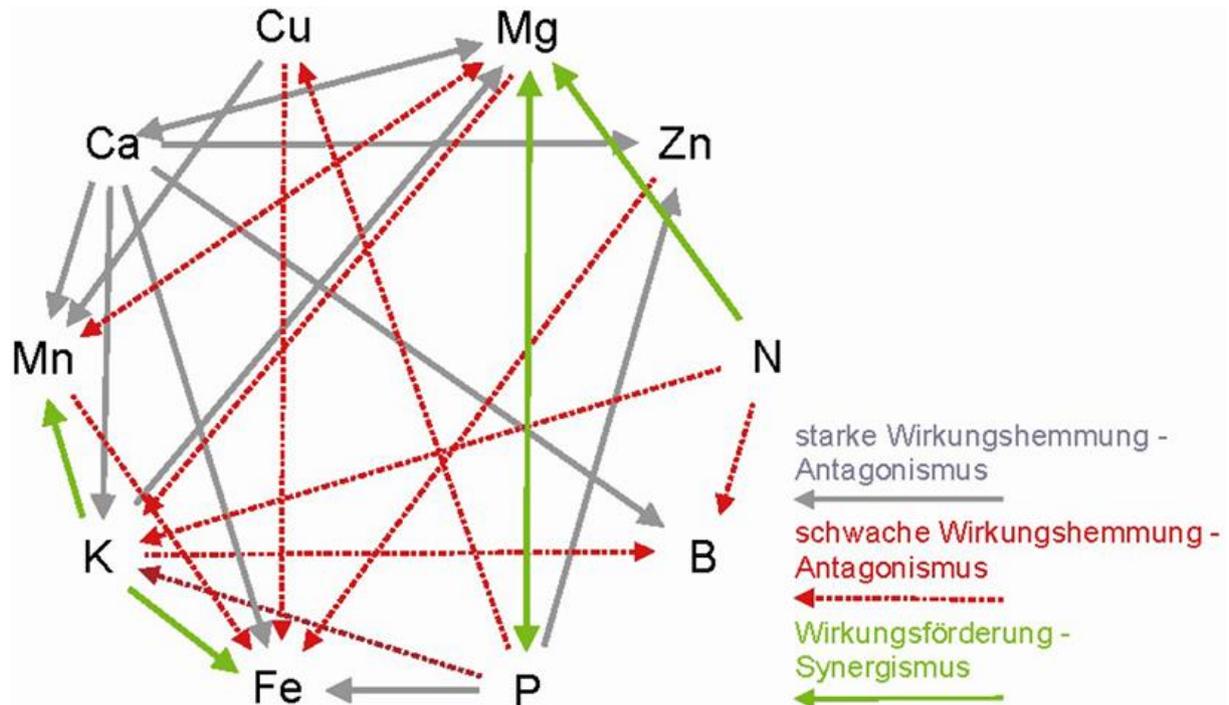
Rasentyp	Stickstoff (N)	Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Kalium (K <sub>2</sub> O)
Intensivrasen (Golfgreen)	30–35	9–10	16–18
Sportrasen	25–30	7–9	12–16
Gebrauchsrasen (Haus-und Spielrasen)	20–25	5–6	6–12
Extensiv genutzter Rasen	10–12	2–4	5–8

Des weiteren ist hier noch eine grafische Darstellung über die empfohlene Stickstoffdüngungsverteilung:



## GEGENSPIELER UND FÖRDERER

Alle Nährstoffe sind in einer Wechselwirkung zueinander. Sie fördern gegenseitig die Aufnahme, können aber auch gegeneinander wirken.



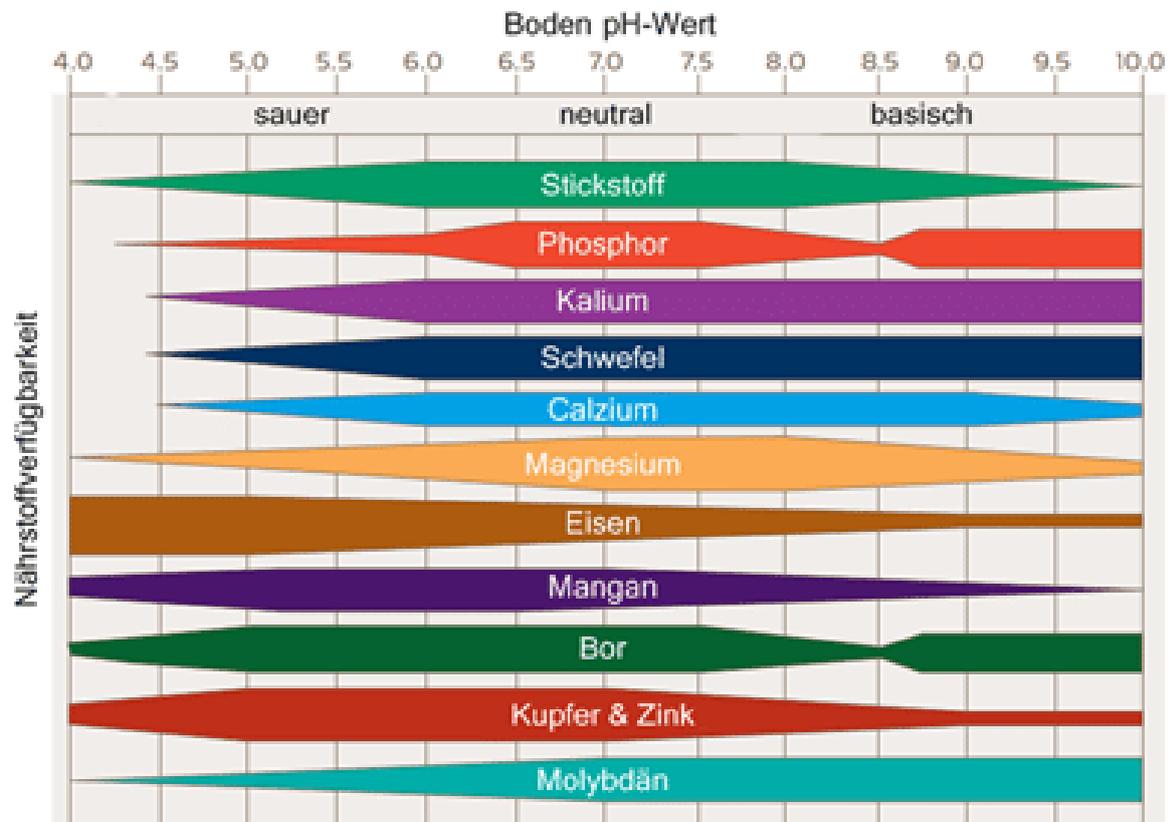
Diese Abbildung zeigt die Wechselwirkung der Nährstoffe.

Die graue Linie zeigt Nährstoffe, die stark gegeneinander spielen. Kalzium zum Beispiel kann mit keinem anderen Nährstoff gut miteinander.

Bei der roten Linie sieht man Nährstoffe, die bedingt gut zusammen können. Eisen ist hier der Nährstoff, der die meisten anderen hemmt.

Die grüne Linie sind die Nährstoffe, die sehr gut zusammen funktionieren und wie ersichtlich sind es die Hauptnährstoffe N – P – K – Mg, die im Vordergrund stehen und vorwiegend gedüngt werden.

Auch der PH-Wert im Boden regelt die Nährstoffaufnahme und die Verfügbarkeit im Boden.



Ein PH-Wert zwischen 6 und 7 wird bei Rasen angestrebt. Bei diesem Wert sind auch die Nährstoffe am besten verfügbar. Der PH-Wert wird von der Düngung und dem Einfluss von Regen und Bewässerungswasser beeinflusst.

Den PH-Wert zu heben ist ziemlich einfach: Kalken wird hier empfohlen, weil es kostengünstig ist und das ganze Jahr über durchgeführt werden kann.

Ist der Wert jedoch zu hoch, also im basischen Bereich, muss der Boden wieder abgesäuert werden. Düngung und (bei Pflanzenschutz Einsatz) Bittersalz dazu mischen hilft hier sehr gut.

## RASENKRANKHEITEN

### ANTHRACNOSE:

“Anthracnose kann über die ganze Vegetationszeit die Ursache für Lückigkeit, vermindertes Wachstum und Vergilbungen sein. Diese Erscheinungen werden dann häufig nicht als Krankheitssymptome erkannt und damit übersehen. Optimieren sich zudem die Umweltbedingungen für den Erreger, kommt es zu Ausfällen. Die

Anthrachnose wird über Rasen – Pflege – Maschinen sowie Menschen rasch verbreitet. Bei einem Befall im Spätsommer fördert die Schwächung der Gräser zudem rasche Folgeinfektionen, z.B. mit Schneeschimmel.

In Abhängigkeit von der Temperatur zeigen sich unterschiedliche Schadbilder. Bei feuchtwarmer Witterung ( $>25^{\circ}\text{C}$ ): Größere, unregelmäßige Flecken und bänderartige Verfärbungen, von gelblich nach rotbraun wechselnd; der Bestand dünnt aus.

Bei kühler Witterung ( $< 20^{\circ}\text{C}$ ): 1 – 3 cm große Flecken, das jüngste Blatt verfärbt sich gelb-orange. Neben den Verfärbungen treten auch Wurzelfäulen auf. Die befallenen Stellen lassen sich leicht aus dem Boden ziehen. An abgestorbenen Pflanzenteilen findet man dunkles Myzel und schwarze Fruchtkörper (Acervuli) mit kurzen Dornen (Setae). Mit bloßem Auge betrachtet, erinnert der Belag an Ruß.

Alle Gräserarten können von Anthracnose befallen werden, besonders stark jedoch *Poa annua*.

Kaum eine andere Krankheit ist in ihrem Auftreten so stark an Stress- und Schwächesituationen der Gräser gebunden.”

Diese Krankheit lässt sich durch eine ausgeglichene und regelmäßige Nährstoffversorgung sowie einem guten Pflegeplan vorbeugen. Bei einem Anthracnosebefall gibt es jedoch noch keine Lösung für dieses Problem.

---

## DOLLAR SPOT

Die Dollarflecken-Krankheit ist eine Rasenkrankheit, die zwischen Frühjahr und Herbst auf allen Rasenflächen auftreten kann. Sie wird durch den Pilz *Sclerotinia homoeocarpa* verursacht. Die hellen, bleichen Flecken grenzen sich scharf ab. Anfangs treten Schadstellen vom Durchmesser einer Münze ( ca. 1 – 3 cm) auf, die sich bis auf 12-15 cm ausbreiten können. Feuchtwarmes Klima mit Tagestemperaturen von 20 – 30 °C und kalten Nächten verursacht Morgentau und sorgt für besonders günstige Wachstumsbedingungen. Vorbeugend wirkt eine gute Rasenpflege. Trockene Böden, Filz und Nährstoffmangel fördern den Pilz. Die Beregnung sollte früh morgens laufen, nicht abends. So kann der Rasen wieder schnell abtrocknen.

Die Übertragung des Pilzes erfolgt durch Werkzeug, Schuhe, Tiere, Wind und Wasser. Die gründliche Reinigung des Arbeitswerkzeugs verhindert eine weitere Ausbreitung.

Eine chemische Bekämpfung des Pilzbefalls ist möglich.

Dollar Spot ist am besten in der Früh bei Tau sichtbar. Ein spinnenwebartiges Myzel, das bei Berührung platzt, ist ein erstes Anzeichen für einen Befall.

Ist dieser eingetreten, ist nicht immer ein Pflanzenschutzmitteleinsatz notwendig.

Die betroffenen Flächen striegeln und vertikutieren, das Schnittgut abtransportieren und anschließend eine stickstofflastige Düngung ausbringen, sowieso eventuelle Kahlstellen nachsäen zeigt hier gute Erfolge.

Wichtig ist, dass die eingesetzten Maschinen heiß gewaschen werden, um auch auf den Geräten die Mycele abzutöten. Diese sind auch oft auf dem Schnittgut zu finden und werden so übertragen.

---

## RHIZOCTONIA

\*Man unterscheidet beim Brown Patsch zwei Erregertypen mit unterschiedlichen Temperaturansprüchen. Die optimale Infektionstemperatur von *Rhizoctonia solani* liegt bei 25 – 30 ° C bei gleichzeitig warmen Nächten. *Rhizoctonia cerealis* ist an kühlere Temperaturen von 10 – 20 ° C gebunden. In der Regel werden durch *Rhizoctonia*-Erreger Blätter und Wurzeln geschädigt, wobei der Vegetationspunkt unversehrt bleibt. Aus diesem Grund wachsen sich entstandene Schäden auch relativ schnell wieder aus. Lediglich bei starkem Infektionsdruck stirbt die gesamte Pflanze ab. In der Praxis trifft man häufig auf Mischinfektionen mit *Pythium* ssp, *Drechslera* ssp und *Fusarium* ssp.

Die Symptome variieren in Abhängigkeit von der Schnitthöhe des Bestandes. Auf den kurz gemähten Greens treten zunächst unregelmäßige Flecken von 5 – 10 cm Durchmesser auf. Später können diese bis zu 60 cm groß werden. Auf Sport – und Zierrasen können die befallenen Stellen mehr als einen Meter Durchmesser erreichen. Beim Brown Patch zeigen sich Verfärbungen von graugrün über rötlich bis hin zu hellbraun. Gelegentlich kommt es auch zur Ausbildung von „Froschaugen – Symptomen“, d.h. es entsteht ein Ring aus aufgehelltem Gras mit normalgrünen Gräsern im Zentrum ( Verwechslungsgefahr mit *Fusarium* Blight ). Das eindeutige Erkennungsmerkmal ist der sogenannte „smoke – ring“. Ein graublauer Ring, 2 – 4 cm breit, am äußeren Rand der Flecken. Er ist jedoch nur frühmorgens im Tau zu sehen. Leider erscheint dieses relativ eindeutige Symptom nicht bei jedem Befall. Alle Rasengräser können befallen werden.

Auch bei dieser Krankheit ist eine gute mechanische Vorarbeit unverzichtbar. Luft im Boden ist das A und O. Eine kaliumlastige Düngung in den Sommermonaten beugt dem Befall vor und wirkt auch während diesem. Hier hilft es den Rasenbestand trocken halten, abtauen, und eine Bewässerung nur in den Morgenstunden durchzuführen.

---

## ROTSPITZIGKEIT

\*Als Rotspitzigkeit wird eine weltweit auftretende Rasenkrankheit bezeichnet, die durch Pilzbefall (*Laetisaria fuciformis*, *Corticium fuciforme*) verursacht wird. Sie ist vor allem bei Zierrasen und Sportrasenflächen zu finden, aber auch andere Rasenformen können betroffen sein.

Der Befall ist ganzjährig möglich, da eine Infektion bei Temperaturen zwischen 5 °C und 30 °C stattfindet. Begünstigt wird der Pilz durch längere Perioden mit feuchtwarmer Witterung und eine zu geringe Stickstoffversorgung. Bei trockener Witterung verschwindet die Rotspitzigkeit wieder. Das an den Spitzen der befallenen Blätter auftretende, geweihartige, rote Pilzstroma macht die Bestimmung der Krankheit relativ einfach.

Als besonders anfällig für diese Krankheit ist bei den Gräsern der Gewöhnliche Rot-Schwengel (*Festuca rubra*), aber auch Straußgräser (*Agrostis*), Rispengräser (*Poa pratensis*) und Weidelgräser (*Lolium*) können befallen werden. Da die Pflanzen nicht absterben, sind die Schäden relativ gering, zumal der Befall rasch überwachsen wird. Erste Anzeichen sind unregelmäßig geformte Flecken mit teilweise abgestorbenen Gräsern, wobei der obere Teil des Halms bereits rötlich gefärbt ist. Im weiteren Verlauf zeigt sich ein watteartiges rosafarbenes Myzel, das sich zu einem roten, geweihartigen Pilzgewebe entwickelt und die Blätter verklebt.

Als vorbeugende Maßnahme gilt das Vertikutieren im Frühjahr, das den Rasenfilz reduziert, in dem die meisten Pilzerkrankungen ihr bevorzugtes Milieu finden.

Bei Befall hilft eine Stickstoffdüngergabe und die Schnitthöhe des Rasens vorübergehend etwas anheben.

---

## FUSARIUM

\*Wie es der Name schon sagt, ist Sommerfusarium eine Pilzkrankheit, welche typischerweise im Sommer auftritt. Hohe Temperaturen zusammen mit Trockenstress und einer übermässigen Bewässerung oder hoher Luftfeuchtigkeit sind förderlich für das Auftreten von Sommerfusarium.

Die Krankheit bildet kreisrunde, strohfarbene Flecken. Beim genauen Hinschauen ist manchmal am Rande des Fleckens ein rosafarbenes Pilzmycel erkennbar. Oft kommt es vor, dass sich die Flecken von der Mitte heraus wieder zu regenerieren beginnen. Da die Flecken Ähnlichkeit zu Augen besitzen, nennt man sie auch Froschauge.

Folgende Faktoren können das Auftreten von Sommerfusarium fördern:

- Bodenverdichtung und Staunässe
- Trockenstress, verbunden mit übermäßiger Bewässerung oder hoher Luftfeuchtigkeit
- Rasenfilz
- pH-Werte unter 5 und über 7
- unausgewogene Düngung – zu wenig Kalium

Alle Faktoren, die für ein gesundes Rasenwachstum sorgen, helfen, den Rasen widerstandsfähiger gegenüber Krankheiten zu machen. Dazu gehört 1x jährlich den Rasen zu vertikutieren, eine der Nutzung entsprechende Düngung, Nachsaaten bei lückigem Rasen sowie eine angepasste Bewässerung. Die Bewässerung ist oftmals ein entscheidendes Kriterium: wässern Sie erst wenn nötig und vorzugsweise am Morgen.

Bei einem Auftreten dieser Krankheit kann diese mit einem Fungizid behandelt werden, jedoch empfiehlt sich aus der Praxis: Striegeln, Mähgut absammeln und eine Stickstoff–Kalium ausgeglichene Düngung. Dies ist umweltschonender.

---

## SCHNEESCHIMMEL

\*Schneeschnitzpilz ist eine Pilzkrankheit, die vor allem im Winter auftritt. Nach der Schneeschmelze im Frühjahr zeigt sie sich als grau-braune Flecken im Rasen. Nach einem Befall sterben die Rasenblätter oberirdisch ab. Im Frühling sind sie strohfarben und vertrocknet. Wurzeln und Stängelbasis sind aber noch intakt, so dass sich die Gräser erholen und wieder austreiben können.

Die ersten Symptome zeigen sich als etwa 5 cm grosse grau-braune Stellen, die oft schmierig nass-faul sind. Im späteren Verlauf der Krankheit laufen die Flecken ineinander über und können Ausmaß von bis zu 25 cm annehmen. Je nach Witterung zeigt sich im Randbereich der Schneeschimmel-Flecken ein watteartiges Pilzgeflecht. Ist dies der Fall, ist der Pilz aktiv und vermehrt sich weiter. Entgegen ihrem Namen entsteht die Rasenkrankheit nicht nur bei Schnee. Folgende Faktoren begünstigen das Auftreten:

- Die Rasengräser werden von Schnittgut, Laub oder Schnee zugedeckt. Dadurch entsteht ein feuchtes Mikroklima, das ideale Bedingungen für die Pilzsporen bildet.
- Im Herbst wurde zu einseitig gedüngt.
- Kühle, feuchte Witterung (0 bis 10° C) und starke Witterungswechsel.
- Zu Staunässe neigende Böden.
- Zu hoch gewachsener Rasen, wodurch sich die Rasengräser unter der Schneelast biegen
- Festgetretener Schnee.

Diese Krankheit lässt sich mit einer stark Kalium betonten Düngung im Herbst vorbeugen. Auch eine Aufbringung von Eisenchelat zusätzlich hilft enorm. Wenn diese trotzdem auftritt, lässt sie sich mit Striegeln und Vertikutieren, Absammeln des Schnittgutes und einer stickstoffbetonten Düngung im Frühjahr gut behandeln.

---

## TYPHULAFÄULE

\*Da die Infektion kann nur unter einer geschlossenen Schneedecke abläuft, sieht man erst nach der Schneeschmelze die grauen, verklebten Flächen. Die einzelnen Gräser verfaulen (Trockenfäule) und weisen eine papierartige, trockene Struktur auf. Bei hoher Luftfeuchtigkeit zeigt sich ein grauweißes Myzel. Die unregelmäßig geformten Flecken können eine Ausdehnung von mehr als 20 cm erreichen. Typisch für den Typhula-Befall sind die an den Blattspreiten und Wurzelhals anzutreffenden stecknadelkopfgroßen, orange-bräunlichen Sklerotien. Zu Absterbeerscheinungen kommt es nur selten und die befallenen Stellen regenerieren sich im Frühjahr relativ schnell. Bei dem Befall besteht eine starke Bindung an eine geschlossene Schneedecke, die die Temperatur und Luftfeuchtigkeit für den Erreger optimal hält.

Folgende Faktoren fördern den Befall:

- Langfristige Schneeabdeckung
- Temperaturen von 0 – 10 ° C
- Schneedecke auf ungefrorenem Boden
- Neuansaat (junge Pflanzen sind anfälliger)
- Weiches Zellgewebe
- Hohe Luftfeuchtigkeit im Pflanzenbereich

Auch hier gilt dasselbe wie bei Schneeschimmel: es hilft Striegeln, Vertikutieren und eine stickstofflastige Düngung im Frühjahr, sowie kaliumbetonte Düngung im Herbst.

---

## ENGERLINGE

\*Engerlinge im Rasen sind gefürchtete Schädlinge. Denn sie können zu einem massiven Absterben des Rasens führen durch den Wurzelfrass. Engerlinge im Rasen können vorwiegend durch folgende Käferarten verursacht werden:

- Maikäfer
- Gartenlaubkäfer
- Junikäfer

Um einem Befall vorzubeugen, ist eine regelmäßige Rasenpflege ausschlaggebend. Sie sorgt für eine dichte Grasnarbe, sodass sich die Käfer nur schwer im Boden eingraben können. Außerdem bevorzugen die Käfer für die Eiablage eher trockene Erde. Feuchter Boden ist zur Eiablage unattraktiv. Ein etwas höherer Rasen während der Flugzeit macht es den Käfern ebenfalls schwer, in den Boden einzudringen.

Bekämpfen lassen sich die Schädlinge einzig im Engerlingsstadium und nur mit biologischen Mitteln. Dabei wird ein parasitärer Pilz in den Boden eingearbeitet. Sobald die Engerlinge mit dem Pilz in Kontakt kommen, durchwächst er diese mit seinem Pilzmycel und bringt sie zum Absterben.

Zur Bekämpfung der Gartenlaubkäferlarve haben sich auch Nematoden bewährt. Diese greifen die Engerlinge im Boden an und lassen befallene Larven in kürzester Zeit absterben.

Pilzprodukte und Nematoden sind im Fachhandel erhältlich. Aber nur eine fachgerechte Anwendung zum richtigen Zeitpunkt erzielt die gewünschte Wirkung.

Nematoden sind eine sehr kostspielige Maßnahme zur Bekämpfung. Aus der Praxis

empfiehlt sich ArtisPro, ein biologischer Pflanzenhilfsstoff, der einen Pilz im Boden bildet, der auf die Engerlinge übergreift und diese abtötet. Bei beiden Maßnahmen empfiehlt es sich, den Boden feucht zu halten und die Ausbringung mittels Cultangerät durchzuführen.

## DÜNGERMITTEL

Alle oben beschriebenen Nährstoffe können in verschiedenen Formen ausgebracht werden. Welche Art man wählt hängt vom zeitlichen Bedarf, der Bodenbeschaffenheit und des Budgets ab. Der Umwelt verpflichtet sollte hier jedoch so gehandelt werden, dass nur die vorgeschriebene Menge von z.B. ca. 21g N/Jahr eingehalten wird. Hier sollte nicht das Budget, sondern, wie bereits erwähnt, die Umwelt im Vordergrund stehen. Was bringt eine Jahresdüngung von 60g N/Jahr, wenn man nur 20 g in die Pflanze bringt. Hier freut sich nur die Düngerindustrie.

Weiter in dieser Arbeit werden jetzt die verschiedenen Düngerformen erklärt und beschrieben, um die Pflanze optimal zu ernähren und die Unterschiede der jeweiligen Düngerform sowie positive und negative Eigenschaften gegenüberzustellen.

## MINERALISCH

Mineralischer Dünger wird industriell künstlich hergestellt und basiert auf Salzen, die die etwaigen Nährstoffe laut Angaben des Herstellers enthalten. Im Volksmund wird diese Düngerform auch als Kunstdünger bezeichnet, gegen diese Formulierung spricht jedoch die wie oben schon genannte Basis auf Salzen. Dieser wird nach Ausbringung durch Wasser zersetzt und die Nährstoffe gelangen in den Boden. Je nach Nährstoffform ist dieser sofort oder erst nach den wie bereits oben schon beschriebenen Umwandlungen wie der Nitrifikation, pflanzenverfügbar. Diese Düngerform ist granuliert, bzw. gekugelt und in verschiedenen Korngrößen erhältlich. Es kommt darauf an, welche Rasenfläche oder besser gesagt welche Rasenlänge gedüngt wird. An diese wird die Korngröße angepasst, um Verätzungen zu verhindern. Hochpreisigere mineralische Dünger haben den Vorteil von einem „Coating“. Dies ist eine Polymer oder Harzhülle, die sich langsamer auflöst. Somit wird eine Langzeitdüngung erreicht. Je nach Düngerform, wie z. B. bei Stickstoff, Ammonium oder Formaldehyd, kann somit eine Düngerwirkung von acht Wochen und mehr erreicht werden.

Der Nachteil an dieser Düngerform ist jedoch, dass bei starkem Regen nach Ausbringung, der Dünger weggespült oder zusammengespült wird. Dies kann die

Düngung unwirksam machen bzw. den Rasen an einzelnen Stellen verätzen. Die Ausbringung dieser Form von Dünger kann nur mittels oben bereits genannter Streutechnik durchgeführt werden und wird auch nur über die Wurzel aufgenommen.

## ORGANISCH

Wie der Name schon sagt, ist diese Düngerform pflanzlichen oder tierischen Ursprungs. Die meisten organischen Dünger bestehen aus Horn-, Blut-, oder Knochenmehl aber auch aus Kompostprodukten aus Pflanzenabfall. Um der Pflanze die enthaltenen Nährstoffe zur Verfügung zu stellen benötigt man ein intaktes Bodenleben, denn die organische Masse muss sich zuerst zersetzen damit die Nährstoffe freigegeben werden können. Aufgrund des natürlichen Ursprungs ist der Nährstoffgehalt nicht hoch, dadurch ergibt sich jedoch eine hohe Aufwandmenge. Das Ganze spiegelt sich auch in den Kosten wieder, denn hier ist auf das Kilogramm gesehen fast kein Unterschied zu einem mineralischen Dünger. Auch eine bedarfsgerechte Jahresdüngung eines Sportrasens kann mit einer rein organischen Düngung nicht erzielt werden. Die Ausbringung dieser Düngerform kann mittels Streutechnik bei granulierter Form oder mittels Flüssigapplikation oder auch Sprühtechnik bei verflüssigter Form erfolgen, auch Gülle ist z. B. ein organischer Dünger. Somit erfolgt die Nährstoffaufnahme über die Wurzel und zu kleinen Teilen auch über das Blatt.

## FLÜSSIG

Flüssigdünger ist die High End Düngerform. Diese ist nicht nur kostentechnisch in der obersten Liga (bis auf Ammonsulfat oder Harnstoff), auch wenn es um die sofortige Wirkung geht, ist dies das Nonplusultra. Bereits nach 12 - 48 Stunden nach der Düngergabe mittels Flüssigapplikation wird dieser direkt über das Blatt aufgenommen und erzielt somit am schnellsten die gewünschte Leistung. Bei der Sprühtechnik kann es jedoch sein, dass der Dünger abgewaschen und in den Boden gelangt, dies ist jedoch nicht weiter schlimm, da er dort über die Wurzel aufgenommen werden kann. Mit der neuesten Technik, der Cultandüngung, wird dieser gleich direkt in den Boden injiziert. Wichtig ist, dass der flüssige Dünger mit Wasser verdünnt wird, da es ansonsten zu Verätzungen kommen kann. Eine rein flüssige Jahresdüngung ist genauso wie die mineralische Jahresdüngung möglich.

## KOSTENAUFSTELLUNG

### MINERALISCH

Düngeralkulation Fussballplatz/Fairway mit Handelsüblichen Agrardünger (7000m <sup>2</sup> )									
Durchführung	Produkt	Nährstoffe N/P/K	weitere Nährstoffe	gramm pro m <sup>2</sup>	rein Stickstoff	Stickstoffform	gesamt Kg	Preis/Kg	Gesamtpreis
15.04.2024	NAC	27/0/0	-	28	7,56	Nitrat	200	€ 0,48	€ 96,00
15.05.2024	Complex	20/10/8	12 SO	28	5,6	Nitrat+Ammonium 40/60	200	€ 1,12	€ 224,00
15.06.2024	Complex	15/15/15	8 SO	28	4,2	Nitrat+Ammonium 40/60	200	€ 1,26	€ 252,00
15.07.2024	Complex	15/5/18	2,5Mg+24SO	28	4,2	Nitrat+Ammonium 40/60	200	€ 1,17	€ 234,00
15.08.2024	Complex	15/15/15	8 SO	28	4,2	Nitrat+Ammonium 40/60	200	€ 1,26	€ 252,00
15.09.2024	Complex	15/15/15	8 SO	28	4,2	Nitrat+Ammonium 40/60	200	€ 1,26	€ 252,00
15.10.2024	Kornkali	0/0/40	-	28	0	-	200	€ 0,47	€ 94,00
ausgebrachte Jahresstickstoffmenge in g					29,96				€ 1 404,00
Düngerausbringung Streutechnik							7 je Durchführung	€ 125,00	€ 875,00
									€ 2 279,00

In der oben angeführten Kostenkalkulation ist eine Jahresdüngung mit Granulatdüngern aus der Landwirtschaft aufgeführt. Bei diesem Dünger sind aufgrund der Stickstoffzusammensetzung 7 Durchführungen notwendig, um die Pflanze ausreichend zu versorgen. Bei einer reinen Stickstoffmenge von 29,96g/m<sup>2</sup> im Jahr werden jedoch nur ca. 20 g wirklich aufgenommen. Der Nitratdünger kann nur kurz von der Pflanze aufgenommen werden, der Rest wird abgewaschen oder dampft aus. Der Ammoniumanteil ist nach ca. 14 Tagen pflanzenverfügbar. Nach 3-4 Wochen ist dadurch schon wieder die nächste Düngung erforderlich. Auch 7 Überfahrten zur Ausbringung sind eine große Belastung für den Boden. Bei diesem mineralischen Dünger für die Landwirtschaft ist mit Vorsicht bei der Ausbringung vorzugehen. Durch die Größe des Granulats kann es sein, dass es zu Verätzungen der Pflanze kommt. Dadurch ist eine Ausbringung vor einer Regenphase oder Bewässerung sehr zu empfehlen.

Düngeralkulation Fussballplatz/Fairway mit Handelsüblichen ummantelten Rasendünger (7000m <sup>2</sup> )									
Durchführung	Produkt	Nährstoffe N/P/K	weitere Nährstoffe	gramm pro m <sup>2</sup>	rein Stickstoff	Stickstoffform	gesamt Kg	Preis/Kg	Gesamtpreis
15.04.2024	Multigreen Standard	30/5/8	-	28	8,4	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,70	€ 340,00
15.06.2024	Multigreen Standard	17/9/15	2,0Mg	28	4,76	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,60	€ 320,00
15.08.2024	Multigreen Sport	25/5/15		28	7	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,80	€ 360,00
15.10.2024	Multigreen Herbst	15/0/20	4,0Mg	28	4,2	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,90	€ 380,00
ausgebrachte Jahresstickstoffmenge in g					24,36				€ 1 400,00
Düngerausbringung Streutechnik							4 je Durchführung	€ 125,00	€ 500,00
									€ 1 900,00

In dieser Tabelle sieht man die Jahresdüngung mit ummantelten, also gecoateten Rasendünger. Aufgrund der Stickstoffform und der Ummantelung sind diese besonders langanhaltend (Langzeitdünger). Die Düngergaben verringern sich auf 4 Überfahrten und somit wird auch der Boden geschont. Bei einer reinen Stickstoffmenge von 24,36g/m<sup>2</sup> im Jahr sind auch hier wieder ca. 21 g die von der Pflanze aufgenommen werden. Das Granulat ist feiner als im oberen Beispiel, somit reicht schon der Tau in den Morgenstunden, um keine Verätzung zu verursachen. Wenn man die Kosten mit

dem Agrardünger vergleicht sind diese gleich. Also werden bei einer fachgerechten mineralischen Düngung mit Rasendünger nicht nur die Ressourcen sondern auch die Umwelt geschont. Diese Form der Jahresdüngung ist seitens der Fa. GreenAgrar auch angestrebt und wird jedem Sportverein zur Spielfeld-, und jeder Golfanlage zur Fairwaydüngung empfohlen.

## MINERALISCH + FLÜSSIG

Düngeralkulation Fussballplatz/Fairway mit Handelsüblichen ummantelten Rasendünger und Flüssigdünger (7000m <sup>2</sup> )									
Durchführung	Produkt	Nährstoffe N/P/K	weitere Nährstoffe	gramm pro m <sup>2</sup>	rein Stickstoff	Stickstoffform	gesamt Kg/l	Preis/Kg	Gesamtpreis
15.04.2024	Multigreen Classic	20/5/8	-	28	5,6	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,60	€ 320,00
15.05.2024	Protec NK	8/0/8		1	0,08		100	€ 5,20	€ 520,00
15.06.2024	Multigreen Standard	17/9/15	2,0Mg	28	4,76	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,60	€ 320,00
15.07.2024	Protec NK	8/0/8		1	0,08		100	€ 5,20	€ 520,00
15.08.2024	Multigreen Sport	25/5/15		28	7	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,80	€ 360,00
15.09.2024	Protec K	0/0/25		1	0		100	€ 6,25	€ 625,00
15.10.2024	Multigreen Herbst	15/0/20	4,0Mg	28	4,2	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,90	€ 380,00
ausgebrachte Jahresstickstoffmenge in g					21,72				€ 3 045,00
Düngerausbringung Flüssigapplikation							3 je Durchführung	€ 240,00	€ 720,00
Düngerausbringung Streutechnik							4 je Durchführung	€ 125,00	€ 500,00
									€ 4 265,00

Eine kombinierte Düngung von mineralischem und flüssigem Dünger bewirkt eine Nährstoffaufnahme nicht nur über die Wurzel, sondern auch über das Blatt.

Somit kann die Auswaschung noch einmal verringert werden und die berechnete reine Stickstoffmenge kommt zu 95% in die Pflanze. Jedoch sind hierbei wieder mehr Überfahrten notwendig und belasten den Boden, aufgrund der Verdichtung, wieder mehr. Flüssige Dünger sind sehr kostenintensiv und dadurch ergibt sich auch eine Verdoppelung der Kosten. Bei dieser Form wird die Umwelt nicht mehr entlastet, jedoch leiden die Ressourcen darunter.

## CULTANUNTERSTÜTZT

Düngeralkulation Fussballplatz/Fairway mit Handelsüblichen ummantelten Rasendünger und Cultandüngung (7000m <sup>2</sup> )									
Durchführung	Produkt	Nährstoffe N/P/K	weitere Nährstoffe	gramm pro m <sup>2</sup>	rein Stickstoff	Stickstoffform	gesamt Kg/l	Preis/Kg	Gesamtpreis
15.04.2024	Multigreen Standard	30/5/8	-	28	8,4	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,70	€ 340,00
15.05.2024	Protec NK	8/0/8		1	0,08		100	€ 5,20	€ 520,00
15.06.2024	Multigreen Standard	17/9/15	2,0Mg	28	4,76	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,60	€ 320,00
15.08.2024	Multigreen Sport	25/5/15		28	7	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,80	€ 360,00
15.09.2024	Protec K	0/0/25		1	0		100	€ 6,25	€ 625,00
15.10.2024	Multigreen Herbst	15/0/20	4,0Mg	28	4,2	Ammonium+Formaldehyd	200	€ 1,90	€ 380,00
ausgebrachte Jahresstickstoffmenge in g					24,44				€ 2 545,00
Düngerausbringung Cultanverfahren							2 je Durchführung	€ 290,00	€ 580,00
Düngerausbringung Streutechnik							4 je Durchführung	€ 125,00	€ 500,00
									€ 3 625,00

In dieser Tabelle wird eine mineralische Düngung mittels Unterstützung der neuesten Düngetechnik abgebildet.

In dieser Kalkulation werden die mineralischen Dünger wie bei der Standarddüngung empfohlenen Jahresdüngung eingesetzt. Zusätzlich werden aber zwei

Flüssigdüngergaben mittels Cultanverfahren verabreicht. Diese zwei Gaben dienen rein dem Wurzelwachstum. Da hier noch der Faktor hinzukommt, dass bei einer Cultandüngung ein Aerifizieren, mit Löchern im Abstand von 15 x 15 cm 1,2 cm Durchmesser und 8cm tief, inbegriffen ist. Aus der Praxis empfiehlt sich anschließend ein Topdressen und somit sind zwei Fliegen mit einer Klatsche geschlagen. Die reine Stickstoffmenge kommt auch hier zu 90% zur Pflanze. Die Scherfestigkeit erhöht sich und der Filzabbau wird vorangetrieben.

Kostentechnisch ist es aufgrund der Flüssigdünger und der Ausbringtechnik zwischen rein mineralisch und mineralisch/flüssig. Aber wenn man die Vorteile einer Cultandüngung miteinfließen lässt ist es an ressourcenschonensten und die Umwelt wird auch hier wieder nur überschaubar belastet.

## ZUSAMMENFASSUNG

Um einen strapazierfähigen, vitalen Sportrasen zu erhalten, ist eine angepasste Pflanzenernährung unverzichtbar. Wie schon einführend erwähnt, ist die Bodenvorbereitung und Bodenbeprobung unverzichtbar. Regelmäßiges Aerifizieren und Vertikutieren ist genauso wichtig wie Topdressen und Düngung. Wenn kein Bodenleben vorhanden ist, ist jede Düngergabe Verschwendung von Ressourcen und schadet auch der Umwelt. In der Natur und mit ihr zu arbeiten sollte angestrebt werden, schon alleine, wenn man sich Gedanken darüber macht, wie viele Nährstoffe durch Mähgut rückgeführt werden können. Auf jeder Sport- oder Golfanlage sollte mindestens eine Person in der Lage sein, einen Pflegeplan zu erstellen und diesen auch umzusetzen. Sollte das nicht der Fall sein, ist es notwendig, eine außenstehende Firma, Dienstleister oder eine Person damit zu beauftragen. Ein Sportrasen ist nur so gut, wie die Pflege, die er erhält. Um auf den Inhalt dieser Arbeit zurückzukommen, sieht man auch, dass die gängigsten Rasenkrankheiten keinen Pflanzenschutzmitteleinsatz erfordern. Mit einer Kombination von mechanischen Maßnahmen und Dünger können diese einfach behandelt und auch vorgebeugt werden. Dies ist auch eine Vorgehensweise, die forciert werden muss, da in naher Zukunft die Pflanzenschutzmittel immer mehr eingeschränkt werden und diese auf Sportflächen geplant verboten werden.

In den Kostenaufstellungen ist klar ersichtlich, dass der billigste Dünger nicht immer die beste Lösung ist. Beim Düngerkauf sollte auf die Korngröße geachtet werden, dass diese für einen Rasen geeignet ist und eine Langzeitdüngelform beigemischt wurde.

Jedes Jahr im Herbst sollte eine Bodenprobe gezogen und eine Bodenanalyse veranlasst werden, um einen gezielten Düngplan erstellen zu können.

Somit werden die Umwelt und die Ressourcen gezielt geschont und einem grünen Spiel steht nichts mehr im Weg.

***„Wir haben keine andere Wahl,  
als den Umweltschutz zur Wachstumsindustrie zu machen,  
und dafür zu sorgen, dass die Marktpreise  
die Ökologische Wahrheit sagen!“***

***(Richard von Weizsäcker)***

## SUMMARY

In order to maintain a durable, vital sports turf, appropriate plant nutrition is essential. As already mentioned in the introduction, soil preparation and soil sampling are essential. Regular aerating and scarifying is just as important as top dressing and fertilization. If there is no soil life, any fertilizer application is a waste of resources and also harms the environment. Working in nature and with it is something you should strive for, especially if you think about how many nutrients can be recycled through mowed material. At every sports or golf facility, at least one person should be able to create and implement a care plan. If this is not the case, it is necessary to commission an outside company, service provider or person to do this. A sports turf is only as good as the care it receives. To return to the content of this work, you can also see that the most common lawn diseases do not require the use of pesticides. These can be easily treated and prevented with a combination of mechanical measures and fertilizer. This is also an approach that needs to be promoted, as pesticides will be increasingly restricted in the near future and are planned to be banned on sports areas.

The cost breakdowns clearly show that the cheapest fertilizer is not always the best solution. When buying fertilizer, you should pay attention to the grain size that it is suitable for a lawn and that a long-term form of fertilizer has been added.

Every autumn a soil sample should be taken and a soil analysis carried out in order to be able to create a targeted fertilization plan.

This means that the environment and resources are specifically protected and nothing stands in the way of a green game.

*“We have no other choice,  
than turning environmental protection into a growth industry,  
and ensure that market prices  
tell the ecological truth!”*

*(Richard von Weizsäcker)*

Ich bestätige, dass ich die vorliegende Projektarbeit eigenständig verfasst habe und nur die von mir angeführten Unterlagen verwendet habe.

---

Datum

Unterschrift

## QUELLENVERZEICHNIS

Schubert, S. (2017). *Pflanzenernährung* (Vol. 2802). UTB.

Meurer, R. A., Kemper, S., Knopp, S., Eichert, T., Jakob, F., Goldbach, H. E., ... & Pich, A. (2017). Biofunktionale Mikrogel-basierte Dünger zur kontrollierten Blattdüngung mit Nährstoffen auf Pflanzen. *Angewandte Chemie*, 129(26), 7486-7492.

Abb. Seite 12 Liebig Fass [www.komm-ins-beet.mpg.de/wie-hat-sich-landwirtschaft-entwickelt/](http://www.komm-ins-beet.mpg.de/wie-hat-sich-landwirtschaft-entwickelt/)

Abb. Seite 13 Stickstoffkreislauf [de.wikipedia.org/wiki/Stickstoffkreislauf](http://de.wikipedia.org/wiki/Stickstoffkreislauf)

Abb. Seite 13 Ammonifikation

[www.duengerfuchs.de/wissenswertes/stickstoffduengung/der-stickstoffkreislauf/](http://www.duengerfuchs.de/wissenswertes/stickstoffduengung/der-stickstoffkreislauf/)

Abb. Seite 14 Phosphordynamik [www.agrolifeschweiz.ch/444952144.html](http://www.agrolifeschweiz.ch/444952144.html)

Seite 15 Beschreibung Magnesium

[www.google.at/search?q=magnesium+rasen&sca\\_esv=589734753&bih=716&biw=1488&hl=de&sxsrf=AM9HkKnCoWn2o2X8wNzmWlt889iPIO4AQQ%3A1702287826429&ei=0tl2ZaDfGb3n7\\_UP9qOv-](http://www.google.at/search?q=magnesium+rasen&sca_esv=589734753&bih=716&biw=1488&hl=de&sxsrf=AM9HkKnCoWn2o2X8wNzmWlt889iPIO4AQQ%3A1702287826429&ei=0tl2ZaDfGb3n7_UP9qOv-)

[A8&ved=0ahUKEwigkMypjleDAxW987sIHfbRC\\_8Q4dUDCBA&uact=5&oq=magnesium+rasen&gs\\_l=Eqxnd3Mtd2l6LXNlcnAiD21hZ25lc2l1bSBYyXNlbiJFEAAyGAAQyBRAAGIAEMgYQABgFGB4yBhAAGAgYHjIGEAAYCBgeMgYQABgIGB4yBhAAGAgYHjIGEAAYCBgeMgYQABgIGB4yBhAAGAgYHkiBXICTBVj5O3ACeAGQAQCYAX-gAbwKqgEEMTEuNLgBA8gBAPgBAcICChAAGEcY1gQYsAPCAgcQlxwAhgnwglGEAAyBxgewglIEAAyBRgHGB7CAggQABgHGB4YCsICCBAAGAcYHhgPwglHEAAyGAYDclCBhAAGB4YDclCCBAAGAUyHhgNwglIEAAyCBgeGA3iAwQYACBBiAYBkAYI&client=gws-wiz-serp](http://www.google.at/search?q=magnesium+rasen&sca_esv=589734753&bih=716&biw=1488&hl=de&sxsrf=AM9HkKnCoWn2o2X8wNzmWlt889iPIO4AQQ%3A1702287826429&ei=0tl2ZaDfGb3n7_UP9qOv-A8&ved=0ahUKEwigkMypjleDAxW987sIHfbRC_8Q4dUDCBA&uact=5&oq=magnesium+rasen&gs_l=Eqxnd3Mtd2l6LXNlcnAiD21hZ25lc2l1bSBYyXNlbiJFEAAyGAAQyBRAAGIAEMgYQABgFGB4yBhAAGAgYHjIGEAAYCBgeMgYQABgIGB4yBhAAGAgYHjIGEAAYCBgeMgYQABgIGB4yBhAAGAgYHkiBXICTBVj5O3ACeAGQAQCYAX-gAbwKqgEEMTEuNLgBA8gBAPgBAcICChAAGEcY1gQYsAPCAgcQlxwAhgnwglGEAAyBxgewglIEAAyBRgHGB7CAggQABgHGB4YCsICCBAAGAcYHhgPwglHEAAyGAYDclCBhAAGB4YDclCCBAAGAUyHhgNwglIEAAyCBgeGA3iAwQYACBBiAYBkAYI&client=gws-wiz-serp)

Seite 15 Beschreibung Eisen [www.plantura.garden/rasen/duengen/eisenduenger-fuer-rasen](http://www.plantura.garden/rasen/duengen/eisenduenger-fuer-rasen)

Abb. Seite 16 Wechselwirkung der Nährstoffe [www.lub.at/boden/](http://www.lub.at/boden/)

Abb. Seite 16 Nährstoffbedarf und Stickstoffverteilung [www.hauert.com/ch-de/angebot/unternehmen/ratgeber/detail/der-naehrstoffbedarf-von-rasenflaechen](http://www.hauert.com/ch-de/angebot/unternehmen/ratgeber/detail/der-naehrstoffbedarf-von-rasenflaechen)

Abb Seite 17 Nährstoffverfügbarkeit bei PH-Wert [www.landwirt-media.com/naehrstoffmobilisierung-mit-kalkung/](http://www.landwirt-media.com/naehrstoffmobilisierung-mit-kalkung/)

Seite 18 Beschreibung Anthracnose  
[rasenkrankheiten.com/rasenkrankheiten/anthracnose/](http://rasenkrankheiten.com/rasenkrankheiten/anthracnose/)

Seite 18 Beschreibung Dollar Spot [sportrasenforum.ch/tag/dollarspot/](http://sportrasenforum.ch/tag/dollarspot/)

Seite 19 Beschreibung Rhizoctonia [rasenkrankheiten.com/rasenkrankheiten/brown-patch/](http://rasenkrankheiten.com/rasenkrankheiten/brown-patch/)

Seite 19 Beschreibung Rotspitzigkeit [de.wikipedia.org/wiki/Rotspitzigkeit](http://de.wikipedia.org/wiki/Rotspitzigkeit)

Seite 20 Beschreibung Sommerfusarium [rasen-blog.com/blog/sommerfusarium-sommerkrankheit-rasen/](http://rasen-blog.com/blog/sommerfusarium-sommerkrankheit-rasen/)

Seite 20 Beschreibung Schneeschimmel [www.hauert.com/ch-de/angebot/privatkunden/ratgeber/detail/schneeschiimmel-im-rasen](http://www.hauert.com/ch-de/angebot/privatkunden/ratgeber/detail/schneeschiimmel-im-rasen)

Seite 21 Beschreibung Typhulafäule [rasenkrankheiten.com/rasenkrankheiten/typhula-faeule/](http://rasenkrankheiten.com/rasenkrankheiten/typhula-faeule/)

Seite 21 Beschreibung Engerlinge [www.rasen-blog.com/blog/engerlinge-im-rasen/](http://www.rasen-blog.com/blog/engerlinge-im-rasen/)