



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmitteltechnologie

Fachgebiet Agrarwirtschaft

Prof. Dr. Bernhard Seggewiss

Dipl.- Ing. agr. Bernd Schulze

Bachelorarbeit

Einfluss einer gesteigerten Magnesium-Düngung auf den Ertrag von Wintertriticale im
Feldversuch

-

Grenzstandort in Nordbrandenburg

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2012-0323-3

von

Maik Manthey

November 2012

Danksagung

Ich bedanke mich hiermit recht herzlich, bei allen die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben.

Insbesondere bei Herrn S. Grün, welcher bei der Beschaffung des Magnesiumpräparates sehr geholfen hat. Zugleich danke ich Herrn D. Reckzeh, der die Spritzarbeiten durchgeführt hat.

Ebenso danke ich dem Landwirtschaftsbetrieb „Rolf Manthey, Stadtgut Gransee-Wendefeld“ für die Bereitstellung der Versuchsflächen.

Herr B. Karl sowie Herr S. Renner opferten ihre freie Zeit, um mich bei der Datenerhebung und dessen Auswertung zu unterstützen.

Vielen Dank für die Betreuung während der Anfertigung dieser Arbeit und Prüfung, gilt Prof. Dr. Bernhard Seggewiss und Dipl.- Ing. agr. Bernd Schulze.

Für die Korrektur meiner Tippfehler und suboptimalen Formulierungen sowie bei der Gestaltung von Form der Arbeit, war Frau A. Hohn eine sehr große Hilfe.

Desweiteren bedanke ich mich bei meiner gesamten Familie, welche mich in den arbeitsreichen und zeitarmen Tagen, mit allen Mitteln unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	- 10 -
2. Magnesium.....	- 11 -
2.1 Vorkommen im Boden.....	- 11 -
2.2 Verhalten im Boden.....	- 12 -
2.3 Magnesiumaufnahme	- 13 -
2.4 Magnesium in der Pflanze	- 15 -
2.5 Magnesiummangel in der Pflanze	- 16 -
3. Material und Methoden.....	- 17 -
3.1 Standortbeschreibung und Versuchsbetrieb	- 17 -
3.2 Bodenbearbeitung	- 19 -
3.3 Aussaat	- 19 -
3.4 Düngung	- 20 -
3.5 Pflanzenschutz	- 20 -
3.6 Versuchsanlage.....	- 22 -
3.7 Agrolab.....	- 23 -
3.8 Bodenansprache	- 24 -
3.9 Bodenproben	- 26 -
3.10 Magnesiumapplikation	- 26 -
3.11 Pflanzenproben	- 27 -
3.12 Biomasseentwicklung	- 28 -
3.13 Pflanzendichte	- 28 -
3.14 Ernte	- 29 -
3.15 Ertragsvorhersage	- 29 -
3.16 Korn-Stroh-Verhältnis	- 30 -
3.17 Statistik	- 30 -
4. Ergebnisse	- 31 -
4.1 Bodenprofil	- 31 -
4.2 Bodengehalte an Mg	- 33 -

4.3	Magnesiumgehalte in der Pflanze	- 34 -
4.4	Rohproteingehalt des Getreidekorns	- 39 -
4.5	Tausendkorngewicht	- 40 -
4.6	Wachstumsverlauf in EC-Stadien	- 42 -
4.7	Bestandesdichte.....	- 43 -
4.8	Ertragsvorrausschätzung.....	- 45 -
4.9	Korn-/Strohverhältnis.....	- 46 -
4.10	Ertrag	- 48 -
5.	Diskussion.....	- 50 -
6.	Zusammenfassung.....	- 52 -
7.	Abstract.....	- 53 -
8.	Literaturverzeichnis	- 54 -
9.	Anlagen.....	- 57 -
10.	Eidesstattliche Erklärung	- 69 -

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einfluss einer Unterbrechung in der Versorgung mit K ⁺ auf die Kationengehalte in den Sprossen und Wurzeln junger Gerstenpflanzen	- 13 -
Abbildung 2: Einfluss von Nitrat- und Ammoniumernährung auf die Kationen- und Anionengehalte in den Blättern von Weißem Senf.....	- 14 -
Abbildung 3: Luftbild des Standortes	- 18 -
Abbildung 4: Luftbild der Versuchsanlage.....	- 18 -
Abbildung 5: Die Anlage der einzelnen Versuchspartellen	- 22 -
Abbildung 6: Kanister, InnoFert Magnesium	- 27 -
Abbildung 7: Bodenhorizont der Versuchsfläche	- 31 -
Abbildung 8: Magnesiumgehalt der Fahnenblätter.....	- 35 -
Abbildung 9: Magnesiumgehalt des Korns je Parzellengruppe	- 36 -
Abbildung 10: Magnesiumgehalt des Korns der einzelnen Partellen.....	- 36 -
Abbildung 11: Magnesiumgehalt des Stroh's der Parzellengruppen	- 37 -
Abbildung 12: Magnesiumgehalt des Strohs der Partellen	- 38 -
Abbildung 13: Rohproteingehalt des Korns der einzelnen Parzellengruppen.....	- 39 -
Abbildung 14: Tausendkorngewicht der Parzellengruppen	- 40 -
Abbildung 15: Trockenmasseaufwuchs der Parzellengruppen.....	- 42 -
Abbildung 16: Pflanzenanzahl der Partellen am 28.03.2012.....	- 43 -
Abbildung 17: Ertragsschätzung der einzelnen Parzellengruppen	- 45 -
Abbildung 18: Ertrag der einzelnen Partellen	- 48 -
Abbildung 19: Ertrag der Parzellengruppen	- 48 -

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nährstoffbilanz.....	- 20 -
Tabelle 2: Bodenuntersuchungen der Parzellen	- 33 -
Tabelle 3: Korn-/Strohverhältnis	- 46 -

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Deckblatt Prüfbericht	- 57 -
Anlage 2: Grunduntersuchung des Bodens	- 58 -
Anlage 3: Düngeempfehlung der AGROLAB	- 59 -
Anlage 4: Prüfbericht der Pflanzenuntersuchungen Teil 1	- 60 -
Anlage 5: Prüfbericht der Pflanzenuntersuchungen Teil 2	- 61 -
Anlage 6: Prüfbericht der Pflanzenuntersuchungen Teil 3	- 62 -
Anlage 7: ANOVA, Kornerträge der Parzellengruppen	- 63 -
Anlage 8: ANOVA, Stroherträge der Parzellengruppen	- 64 -
Anlage 9: ANOVA, Tausendkorngewicht	- 65 -
Anlage 10: ANOVA, Magnesiumgehalte des Korn's	- 66 -
Anlage 11: ANOVA, Magnesiumgehalt des Stroh's	- 67 -
Anlage 12: ANOVA, Magnesiumgehalt der Fahnenblätter	- 68 -

Abkürzungsverzeichnis

à	von je
AHL	Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung
Al	Aluminium
Al ³⁺	Aluminium-Ion
AMP	Adenosinmonophosphat
ATP	Adenosintriphosphat
bzw.	beziehungsweise
Ca	Calcium
Ca ²⁺	Calcium-Ion
ca.	circa
CCC	Cycocel
CCM	Corn Cob Mix
Cl	Chlor
Cu	Kupfer
cm	Zentimeter
d.h.	das heißt
dt	Dezitonne
EC	Entwicklungsstadium
evtl.	eventuell
Fe	Eisen
FK	Feldkapazität
FM	Frischmasse
g	Gramm
GbR	Gemeinschaft bürgerlichen Rechts
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
H ⁺	Wasserstoff-Ion
ha	Hektar

K	Kalium
K ⁺	Kalium-Ion
K ₂ O	Kaliumoxid
kg	Kilogramm
l	Liter
IS	lehmiger Sand
LUFA	landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
max.	Maximum
Mg	Magnesium
mg	Milligramm
Mg ²⁺	Magnesium-Ion
MgO	Magnesiumoxid
MgSO ₄	Magnesiumsulfat
min.	Minimum
Mio.	Millionen
mm	Millimeter
mM	micromol
mm/m ²	Niederschlagsmenge in Millimeter je Quadratmeter
Mn ²⁺	Mangan-Ion
MPa	Megapascal
N	Stickstoff
Na	Natrium
nFK	nutzbare Feldkapazität
nm	Nanometer
NH ₄ ⁺	Ammonium
NO ₃ ⁻	Nitrat

Nr.	Nummer
P	Phosphor
PWP	permanenter Welkepunkt
S	Sand
s.	siehe
sL	sandiger Lehm
t	Tonne
tRNS	transfer Ribonukleinsäuren
TIW	Wintertriticale
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
°C	Grad Celsius

1. Einleitung

Eine Unterversorgung an Magnesium in der Pflanze ist an vielen Mangelsymptomen zu erkennen. In Nordbrandenburg gibt es vielerorts Böden mit mangelhafter Magnesiumversorgung. Aus akutem Magnesiummangel resultieren negative Pflanzenvitalität und dadurch einhergehende Ertragsdepressionen. Diese Thematik wurde im Folgenden untersucht. Es wurde geprüft inwieweit eine Magnesiumdüngung den Ertrag von Wintertriticale beeinflusst. Die zu beweisende These war: Eine Magnesiumdüngung steigert den Ertrag von Wintertriticale. Um diese Behauptung zu untersuchen, wurden vier Düngevarianten mit jeweils vier Wiederholungen erstellt. Der Versuch wurde von März bis zur Ernte im August durchgeführt. Dieser Feldversuch findet in Nordbrandenburg auf einem Magnesium-Mangelstandort statt.

2. Magnesium

Das nachfolgende Kapitel gibt einen Überblick hinsichtlich dem Vorkommen und den Funktionen, sowie diversen Eigenschaften von Magnesium.

2.1 Vorkommen im Boden

Pflanzen nehmen Mg ausschließlich in Ionenform auf. Mg^{2+} befindet sich in der Lösung im Bodenwasser. Im Boden liegt Mg in Mg-haltigen Mineralen sowie in kleineren Teilen organisch gebunden vor. Die wichtigsten Minerale sind Biotit (7,6% Mg), Pyroxene (7,6% Mg), Amphibole (7,8% Mg), Olivin (28% Mg) und Serpentin (26% Mg) mit den jeweiligen Gehalten an Mg. Biotit ist ein Magnesiumglimmer, er besteht aus Tonminerale welche in Tetraeder-, bzw. Oktaeder-Strukturen vorliegen. Die Zentren dieser, sind mit Fe und Mg besetzt. Die Tonminerale bestehen aus Schichten von Tetraederschicht-Oktaederschicht-Tetraederschicht. Diese Dreifachschicht hat eine Breite von etwa 1,0 nm. Es folgt eine Zwischenschicht in der sich nichthydratisierte Kationen befinden. Dies ist hauptsächlich Kalium, um die Tonmineralschichten miteinander zu verbinden. Nach der Zwischenschicht folgt die nächste Schicht Tonminerale. Bei der Verwitterung von Biotit werden Kalium, sowie sekundäre Tonminerale wie Vermiculit und Smectite freigesetzt. Bei einem Überangebot von K^+ , kann sich aus Vermiculit wieder ein Glimmer zurückbilden. Hydratisierte K^+ Ionen streifen ihr Hydrationswasser ab und nehmen ihre feste Position als Zwischenschicht- K^+ ein. Die Tatsache, dass vermehrt bei K^+ die Wasserhülle abgestreift wird, hat als Resultat, das eine selektive Fixierung stattfindet (Kaliumfixierung). Smectite besitzen im Gegensatz zu Vermiculit, keine Restladung an den Tetraederschichten und können daher in feuchten Bedingungen auch kein Kalium fixieren. Biotit befindet sich hauptsächlich auf jungen und wenig verwitterten Böden (K. Mengel, 1991). Serpentin besteht im Gegensatz zu Biotit aus einer Tetraeder-/Oktaederschicht und wird deshalb als 1:1 Tonmineral bezeichnet. Es bildet eine faserartige Struktur aus. Vorwiegend ist es in Eruptivgesteinen und Metamorphen Gesteinen anzutreffen. Amphibole, auch als Kettensilikate bezeichnet, sind eine Gruppe von Mineralen mit Magnesium reichen Vertretern. Hierbei ist die Struktur ausschließlich durch Doppelketten oder Bänder von Tetraedereinheiten gekennzeichnet. Zu der Gruppe der Kettensilikate gehören ebenfalls die Pyroxene, diese bestehen aus Einzelketten. Erfolgt bei ihnen eine Wasseraufnahme, bilden sich aus ihnen Amphibole. Beispiele für Böden und Gesteine mit hohen Gehalten an Mg sind: Junge Marschböden mit hohen gehalten an Muscheln, Dolomit als Gestein und ebenso aus Dolomit entstandene Verwitterungsböden, sowie Magnesit welches aus den schon angesprochenen eruptiven und metamorphen Gesteinen kommt (K. Mengel, 1991).

2.2 Verhalten im Boden

Für die Pflanzen ist von entscheidender Bedeutung, wie viel durch die Verwitterung der Minerale freigesetztes Magnesium ihnen zur Verfügung steht. Wie viel Mg letztendlich freigesetzt wird, hängt von der Art und der Menge der magnesiumhaltigen Mineralen und dem vorherrschenden Klima ab. Zusammengefasst beschreibt die Verwitterungsrate diesen Vorgang. Das freigesetzte Mg^{2+} befindet sich in der Bodenlösung. Es besitzt eine Hydrationshülle und geht mit negativ geladenen Bodenkolloiden eine lockere Bindung ein. Dadurch, dass dies eine lockere unspezifische Bindung ist, kann Mg^{2+} leicht von anderen Kationen verdrängt werden. Dies ist ebenso ein Grund für hohe Auswaschungsraten (K. Mengel, S. 350, 1991). Für die Konzentration des Mg^{2+} in der Bodenlösung ist der Gehalt an austauschbaren Mg^{2+} im Boden von großer Bedeutung. Die Anzahl an austauschbaren Mg^{2+} steigt mit dem Anteil von Ton und Schluff im Boden. Die mittlere Konzentration von Mg liegt auf Ackerböden bei 5-25mg/l Bodenlösung. Als sich in Lösung befindende Mg-Arten sind vorwiegend Mg^{2+} Ionen, organische Mg-Komplexe, sowie $MgSO_4$ in verschiedenen Konzentrationen enthalten. In Böden mit hohen Konzentrationen von NH_4^+ , K^+ und Ca^{2+} konkurrieren die Ionen stark untereinander. Auf sehr sauren Böden treten zudem H^+ , Al^{3+} sowie Mn^{2+} als Konkurrenten auf. Diese behindern in hohem Maße die Aufnahme an Magnesium von der Pflanze. Der Anteil des gesamten austauschbaren Magnesiums im Verhältnis zu den gesamt austauschbaren Kationen beträgt auf Ackerböden 5-25%. Anteile um 15% sind für die Pflanzenversorgung optimal. Die Entzüge an Mg liegen je nach Ernteprodukt unterschiedlich hoch, dies können bei hohen Erträgen im Getreide, 7kg je ha und Jahr ausmachen. Bei Zuckerrüben hingegen, welche mit Blatt geerntet werden, liegt der Entzug bei bis zu 54kg Mg je Hektar und Jahr. Wie im oberen Teil angesprochen, geht ein großer Teil des sich in Lösung befindendes Mg durch Auswaschung verloren. Das Magnesium, welches ausgewaschen wird, wird mit 6-25kg je Hektar und Jahr beziffert. Durch Niederschläge kommen jährlich in küstenfernen Gebieten 0,5-3kg Mg je Hektar und Jahr, in küstennahen Gebieten bis zu 7kg Mg je Hektar und Jahr als Mg-Einträge dazu (Scheffer/Schachtschnabel et. al, S. 287 ff., 2002).

2.3 Magnesiumaufnahme

Die Pflanze nimmt das Magnesium überwiegend als Mg^{2+} bei der Wasseraufnahme auf. Hierbei muss die Pflanze zwei H^+ Ionen abgeben um einen Ladungsausgleich zu schaffen. Somit wirkt die Aufnahme von Mg in der Rhizosphäre versauernd. Ebenso können zum Ladungsausgleich auch Anionen aufgenommen werden, wie Nitrat, welches als „Schlepper“ für Mg dient. Neben der Aufnahme von Mg durch die Wurzel, kann Mg^{2+} ebenso über das Blatt aufgenommen werden (H. Knittel et al., 2003). Die Mg Aufnahme ist ein passiver Prozess der Pflanze. Für die Aufnahme von Mg entscheidend, sind nicht nur hohe Gehalte von Mg in der Bodenlösung, sondern es sind auch die antagonistischen Prozesse zwischen den Kationen zu betrachten. Hierbei spielt das Verhältnis von Mg^{2+} zu H^+ , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} und Al^{3+} eine wichtige Rolle. Eine vergleichsweise niedrige Kaliumkonzentration hemmt die Aufnahme von Mg^{2+} , sowie den Transport in den Spross, schon in hohem Maße (Grimme et al., 1974).

	Kontr.	Wurzeln Unterbr.	Kontr.	Sprosse Unterbr.
	$mmol\ kg^{-1} TM$			
K	1 570	280	1 700	1 520
Ca	90	120	240	660
Mg	360	740	540	210
Na	30	780	Spur	120
Summe	2 050	1 920	2 480	2 510

Abbildung 1: Einfluss einer Unterbrechung in der Versorgung mit K^+ auf die Kationengehalte in den Sprossen und Wurzeln junger Gerstenpflanzen

Quelle: (K. Mengel, 1991, S. 233)

Ca^{2+} hat eher geringe Einflüsse auf die Mg^{2+} Aufnahme bei der Pflanze. Jedoch hat, wie oben angemerkt, die Düngung mit Nitrat (NO_3^-), im Gegensatz zu Ammonium (NH_4^+), einen größeren Einfluss auf die Magnesiumaufnahme. Dies beruht auf den fehlenden Anionenäquivalent.

	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	mmol kg ⁻¹ TM	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
Ca ²⁺	1 070	720	NO ₃ ⁻	10	10
Mg ⁺	280	220	H ₂ PO ₄ ⁻	260	250
K ⁺	810	400	SO ₄ ²⁻	250	250
Na ⁺	50	70	Cl ⁻	250	310
			Org. An.	1 620	540
Summe	2 210	1 410		<u>2 390</u>	<u>1 360</u>

Abbildung 2: Einfluss von Nitrat- und Ammoniumernährung auf die Kationen- und Anionengehalte in den Blättern von Weißem Senf

Quelle: (K. Mengel, 1991, S. 234)

Die Konzentration von H⁺ in der Bodenlösung, hemmt die Magnesiumaufnahme nur marginal. Jedoch auf Ackerböden resultierend aus diesem niedrigen PH-Wert erhöht sich die Konzentration von Al³⁺ in der Bodenlösung. Al³⁺ hemmt die Mg-Aufnahme signifikant. Demzufolge wirkt H⁺ auf sauren Böden nur indirekt auf die Versorgung der Pflanze mit Mg (K. Mengel, S. 350/351, 1991).

2.4 Magnesium in der Pflanze

Der Gehalt an Mg in der Pflanze liegt unter 0,5% in der Trockensubstanz von Pflanzen. Mg liegt in der Pflanze als Salz, wie in Mg-Oxalat oder Phytin, als freies, sorptiv gebundenes Ion oder in chelatartiger Bindung vor. Ebenso ist Mg in Pektinen gespeichert, welche in den Pflanzen eine stützende Funktion besitzen. Als essentiellen Bestandteil von Chlorophyll ist Magnesium als Zentralatom direkt an der Photosynthese beteiligt. 15-20% des gesamten Magnesiums sind im Chlorophyll gebunden. Desweiteren wirkt Magnesium positiv auf Karotin und Xanthophyll, welche Blattpigmente darstellen. Lebensnotwendig ist Magnesium ebenso weil es als integrierter Baustein in Ribosomen und in der Matrix des Zellkerns auf biologische Membranen stabilisierend wirkt. Hierbei hat es die gleiche Aufgabe wie Ca^{2+} . Mg nimmt in der Pflanze eine wichtige „Brückenfunktion“ ein. Das Mg-Ion hat eine stark elektrophile Ausprägung und zieht Phosphat an. Somit bindet Mg^{2+} , ATP an Enzyme oder Substrate und wirkt in seiner Funktion aktivierend. ATP wird an die Nitrogenase sowie an ATPase gebunden. Phosphokinasen, Decarboxylasen und Dehydrogenasen werden von Mg^{2+} aktiviert. Bei einer Mg-Unterversorgung kommt es zu einer gehemmten Assimilateversorgung, unabhängig vom Chlorophyll betrachtet, da die RuBisCo-Aktivität vermindert ist. Resultierend daraus zu betrachten, sind die Funktionen der Kohlehydratsynthese und die Speicherung der Kohlenhydrate. Im Cytoplasma liegt die Konzentration von Mg bei 5-10mM. Die Konzentration hat direkten Einfluss auf die Proteinsynthese und greift somit in den Stoffwechsel von Stickstoff ein. Mg wirkt hier Enzymaktivierend und soll AMP-Aminoacyl an die tRNS, sowie die Ablösung von der Polypeptidkette von dem Ribosom bewirken. (K. Mengel, S. 351/352, 1991) (H. Knittel et. al., S. 54/55, 2003)

2.5 Magnesiummangel in der Pflanze

Bei Mg-Mangel ist die Chlorophyllsynthese und Chloroplastenanzahl vermindert, sowie die Membranstruktur der Chloroplasten gestört. Magnesium ist Phloemmobil und kann in der Pflanze sehr gut bewegt werden. Dies ist der Grund dafür, dass Mangelsymptome zuerst an den älteren Blättern der Pflanze auftreten. Bei Dikotyledonen beginnt es mit Blattaufhellungen in der Mitte des Blattes, zwischen den Blattadern. Diese Blattaufhellungen werden immer größer, bis sie nekrotisch werden. Letztendlich sind nur noch Grünfärbungen an den Blattadern erkennbar. Dieser Mg-Mangel bewirkt einen starken Abbau von Chlorophyll, sodass die Carotinoide in Erscheinung treten. Einen welken Eindruck macht die Pflanze bei hoher Sonneneinstrahlung, ähnlich wie bei Kaliummangel. Dies ist auf den gestörten Wasserhaushalt zurückzuführen. Bei Gramineen sind andere Mangelsymptome zu beobachten. Ebenso beginnen die Mangelsymptome an den älteren Blättern, zuerst mit Aufhellungen, dann mit Chlorophyllanhäufungen am basalen Teil des Blattes. Diese sind als dunkelgrün gefärbte Flecken, welche in Blattrichtung ähnelnd einer Perlenschnur angeordnet sind, zu erkennen. In der Blattmitte befindet sich noch ein grüner Streifen. Bei Mais jedoch, sind gestreifte oder getigerte Blätter zu beobachten.

3. Material und Methoden

In diesem Kapitel werden Vorgehensweisen bei den Datenerhebungen, sowie Informationen zu Untersuchungsmethoden und Erläuterungen zu Auswertungen gegeben.

3.1 Standortbeschreibung und Versuchsbetrieb

Die für den Versuch ausgewählte Fläche befindet sich bei Wendefeld, 16775 Gransee im Land Brandenburg. Wendefeld ist ca. 3km von der Kleinstadt Gransee entfernt. Die Schlaggröße beträgt 28,52ha und ist im Besitz der Stadt Gransee. Diese Fläche ist von der Firma: Rolf Manthey, Stadtgut Gransee- Wendefeld, von der Stadt Gransee gepachtet. Dies ist ein Landwirtschaftliches Unternehmen mit dem Schwerpunkt der Ferkelerzeugung. Das Gut besitzt diverse Stallungen in denen ca. 200 Sauen, mit dazugehöriger Aufzucht bis zum Läufer, gehalten werden. Ebenso erfolgt in Wendefeld die Jungrinderaufzucht der GbR. Manthey aus Wentow. Die gesamten Arbeiten im Ackerbau werden von dem Lohnunternehmen MABA GmbH übernommen. Für die Viehwirtschaft sind neben dem Geschäftsführer Rolf Manthey, drei Angestellte sowie ein Lehrling eingestellt. Die Flächen beinhalten 168ha Ackerland und 74,2ha Grünland. Die landwirtschaftlichen Flächen sind relativ eben und haben eine durchschnittliche Ackerzahl von 31. Der Boden besteht größtenteils aus lehmigem Sand. Die Ackerflächen werden mit den Kulturen: Sonnenblumen, Raps, Winterweizen, Wintertriticale, Winterroggen und Mais, welcher zu Maissilage, CCM oder Körnermais verarbeitet wird, bestellt. Hierbei stellen Wintertriticale und Winterroggen den Hauptanteil dar. Eine eingehaltene Fruchtfolge besteht nicht. Die Jahresniederschlagsmenge beträgt 510mm/m² im Mittel, die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 7,9°C. Die Parzellen des Versuches liegen auf einer kleinen Anhebung nahe einer Straße.

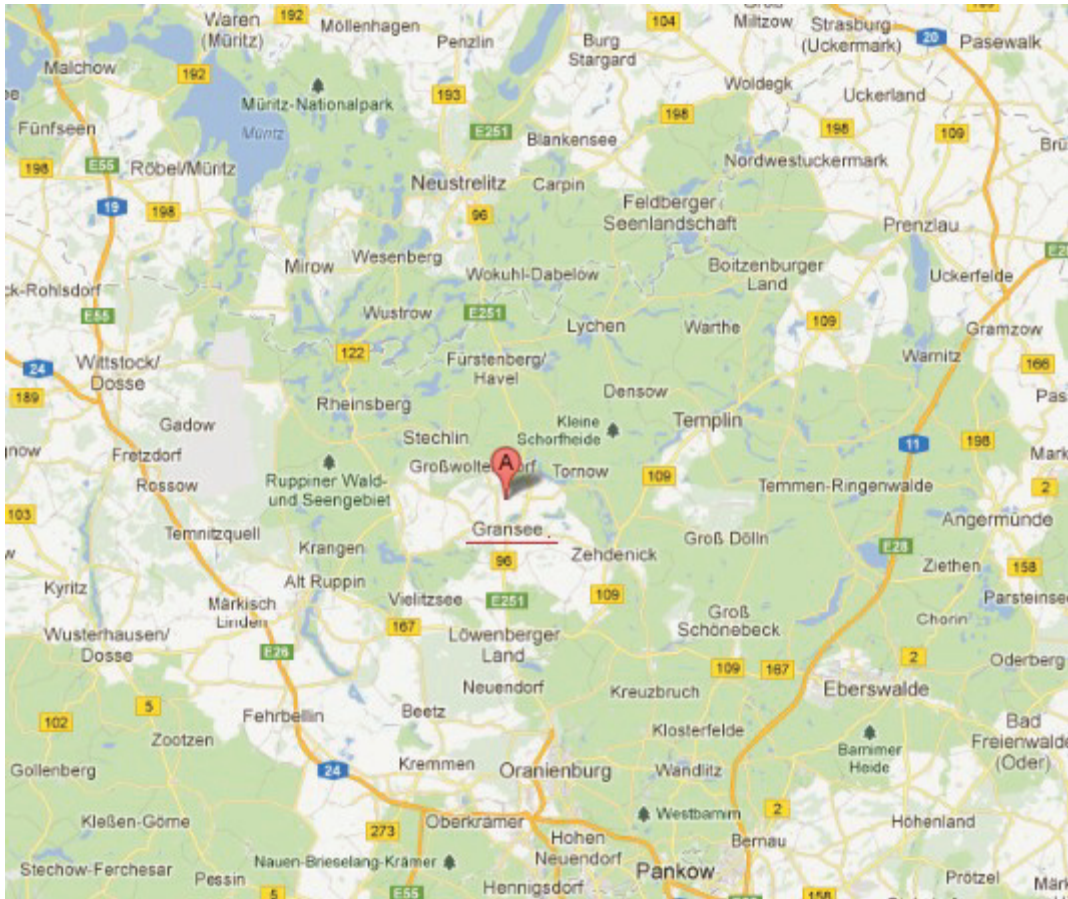


Abbildung 3: Luftbild des Standortes

Quelle: Google earth



Abbildung 4: Luftbild der Versuchsanlage

Quelle: Google earth

Fruchtfolge auf diesem Schlag:

2009	Raps
2010	Mais
2011	Wintertriticale
2012	Wintertriticale

Im Jahr 2010 wurden mit dem Dungstreuer 15t/FM Festmist je ha ausgebracht. Hierbei handelt es sich um ein Gemisch aus Schweine- und Rinderdung. Aufgrund dessen ist der Nährstoffgehalt schwierig einzuschätzen. Im dritten Jahr nach der Ausbringung werden ca. 20% der im Dung enthaltenen Nährstoffe mineralisiert. Diese stehen den Pflanzen in der Vegetationsperiode zur Verfügung und werden in der Düngebilanz voll angerechnet.

3.2 Bodenbearbeitung

Nach dem Drusch der Vorfrucht, in diesem Falle ist dies Wintertriticale, erfolgt die Bergung des Strohs. Das Pressen wird mit Quaderballenpressen der Marke Welger und Krone durchgeführt. Das Absammeln der Ballen, erfolgt durch einen Class Teleskoplader, sowie Traktoren mit Strohplatten. Nun erfolgt der Stoppelsturz durch den flachen Einsatz eines Köckerling Grubbers, der Baureihe Vektor. Vor der Aussaat wurde der gesamte Schlag mit einem 8 Schaar Pflug mit Packer, mit 25cm Tiefe, bearbeitet. Der Packer besteht aus Sternringwalzen und ist Marke Eigenbau.

3.3 Aussaat

Die Aussaat wird mit einer Drillmaschine der Marke Amazone durchgeführt. Diese ist aus der Modellreihe Cirrus, vor den Scheibenscharen ist eine Kurzscheibenegge angebaut, welche unterschiedlich hoch eingestellt werden kann. Nach der Kurzscheibenegge verdichten spezielle Reifen, mit einem Ringprofil, den Boden. Der Reihenabstand beträgt 12,5cm. Es wurden 158kg/ha von der Sorte Sequenz am 24.09.2011 gedrillt. Diese Sorte ist eine Mittelspäte Wintertriticale, welche sich durch sehr hohe Standfestigkeit, gute Auswuchsfestigkeit und einer Resistenz gegen Mehltau/Braunrost auszeichnet. Sequenz gehört zu den mittelkurzen Sorten und ist eine Züchtung des BayWa Züchtervertriebs.

3.4 Düngung

Zur Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff und Schwefel, sind am 26.03.2012 mit der Feldspritze 270l/ha Piasan 25/6 ausgebracht worden. Dies sind 88kg Stickstoff und 21kg Schwefel. Als Schossergabe erfolgte eine Gabe mit 40kg N in Form von AHL mit Zusatz von einem Liter CCC. Ebenso sind die Nährstoffe aus dem Jahre 2010 von dem Festmist mit 20 prozentiger Wirkung, voll anzurechnen.

Datum	Dünger	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
2012	N-min	25	0	0	0	0
26.03.2012	270l/ha Piasan 25/6	88	0	0	0	21
24.04.2012	AHL	40	0	0	0	0
2010	Festmist mit 20% Wirkung	20,8	10,8	40	8,8	0
Entzug	Wintertriticale 50dt + Stroh	105	53,5	106,5	19	15
Saldo		68,8	-42,7	-66,5	-10,2	6

Tabelle 1: Nährstoffbilanz

Quelle: Ackerschlagkartei Wendefeld, eigene Darstellung

3.5 Pflanzenschutz

Um das Wintergetreide, möglichst frei von Ungräsern und Unkräutern zu halten, führt man im Herbst, als Vorauf- oder als frühe Nachaufbehandlung, eine Herbizidmaßnahme durch. Am 20.10.2011 sind 2l/ha Fenikan mit 200l Wasser je ha ausgebracht worden. Als Suspensionskonzentrat sind die Wirkstoffe Isoproturon mit 500g/l und Diflufenikan mit 62,5g/l enthalten. Diflufenikan erfasst als Wirkstoff keimende und aufgelaufene Unkräuter. Der Wirkstoff wird über das Hypokotyl des Sprosses, die Wurzel, sowie über Blätter- und Endknospen der Unkräuter aufgenommen. Diflufenikan hemmt die Karotinsynthese, es kommt zum Abbau von Chlorophyll und die Zellmembranen werden zerstört. Isoproturon ist ein Bodenwirkstoff und wird über die Wurzel und über das Hypokotyl von der Pflanze aufgenommen. Es erfasst Acker-Fuchsschwanz, Gemeiner Windhalm, einjähriges Rispengras, Kamille-Arten und Vogel-Sternmiere.

Um die Pflanze in Blattgesundheit zu fördern, setzt man Fungizide ein. Speziell in diesen Schlag, war das Auftreten von Mehltau in Mai zu beobachten. Deshalb fand eine Fungizidmaßnahme mit 0,8l/ha Agent statt. Ebenso wurde Starane XL zeitgleich am 11.05.2012 ausgebracht. Beide Mittel wurden mit 200l Wasser je ha ausgebracht. Agent besitzt zwei Wirkstoffe: Propiconazol (125g/l) und Fenpropidin (450g/l). Propiconazol ist ein systemisch wirkendes Fungizid, aus der Gruppe der Azole, welches bei Triticale gegen Mehltau und Septoria-Arten eingesetzt wird. Es hemmt die Sterolbiosynthese in Membranen. Fenpropidin ist ebenso ein systemisch wirkendes Fungizid. Es gehört zu der Gruppe der Piperidine, und ist akropetal und translaminar in der Pflanze verteilbar. In der Wirkung hemmt es ebenso die Sterolbiosynthese.

Zur Bekämpfung von Windenknöterich und Klettenlabkraut, wurde das Herbizid Starane XL in die Tankmischung mit 0,9l/ha dazu gegeben. Neben den genannten Unkräutern, werden ebenso Ackersenf, Ausfallraps, Kamille Arten und andere erfasst. Starane XL bekämpft keine Gräser. Als Wirkstoffe sind Fluroxypyr (als Methyl-heptylester 144g/l) und Florasulam (2,5g/l) als Suspoemulsion in Starane XL enthalten. Die Wirkstoffe werden über die Blätter aufgenommen und in der Pflanze akropetal zu den Vegetationspunkten und basipetal mit den Reservestoffen in die Wurzel transportiert. Durch diese Wirkstoffe wird in die Eiweißbildung eingegriffen

Im EC Stadium 31 wurde mit AHL als Schossergabe, der Wachstumsregulator Cycocel (CCC) mit 1,0l/ha ausgebracht. Dies dient der Halmfestigung und soll die Lagerneigung eines Bestandes unterbinden. Cycocel greift in den Wachstumshormonhaushalt der Pflanze ein. Es hemmt die Bildung von Gibberelinsäure. Dadurch werden die Zellen des Halmes, speziell zwischen den Nodien, gestaucht und demzufolge das Zellenlängenwachstum gehindert. Die Halmwand wird verstärkt und die Standfestigkeit erhöht.

3.7 Agrolab

Zur Untersuchung der Boden- und Pflanzenproben, werden die Proben zum Institut Koldingen GmbH gesandt. Die genaue Anschrift: Breslauer Straße 60, 31157 Sarstedt. Dies ist eine Einrichtung, namens Agrolab, welche aus einem Zusammenschluss mehrerer Labore aus Europa besteht. Hier werden Proben aus Agrar-, Lebensmittel- und Umweltbereichen in speziellen Laboren untersucht. Agrolab ist akkreditiert und hat dadurch eine hohe Qualitätsstufe (Akkreditierung gem. DIN EN ISO/IEC 17025:2005). Die Mischproben wurden am 18.03.2012 mit einer Kühlbox und mehreren Kühlakkus zum Labor gesandt, wo sie am 20.03.2012 eingegangen sind. Hier wurde am 17.04.2012 eine Grunduntersuchung des Bodens durchgeführt, wobei der pH-Wert, sowie Phosphor-, Kalium- und Magnesiumgehalte erhoben wurden. Ebenso erhält man eine Düngeempfehlung für verschiedene Kulturen.

Methodik der Untersuchung

Es erfolgt die Extraktion des austauschbaren und des in schwachen Säuren löslichen Mg. Die Lösungsprobe ist eine durch Salzsäure auf PH-3,6 eingestellte Lösung von Calciumlactat und lufttrocknen Mineralböden oder feuchten Humusböden. Nun wird mit der Atomabsorptionsspektometrie bei 285,2nm neben Mg auch P, K und Na bestimmt.

3.8 Bodenansprache

Der Boden ist die belebte oberste Erdkruste des Festlandes. Begrenzt ist er seitlich durch andere Arten von Böden oder dessen Ausgangsmaterial, dem Gestein. Nach oben ist er durch die Atmosphäre oder durch eine Vegetationsdecke begrenzt, nach unten wird er durch lockeres oder festes Gestein begrenzt. Hauptsächlich besteht der Boden aus Mineralien, sowie organischen Stoffen. Humus und Minerale bilden zusammen Bodenaggregate und sind im Boden in einem bestimmten Raumgefüge angeordnet. Hier werden Bodenporen in unterschiedlichster Form und Größe ausgebildet. Der Raum in den Bodenporen, beinhaltet Bodenwasser und Bodenluft. Im Bodenwasser sind verschiedenste Nährstoffe und Stoffe gelöst. Die Bodenluft dient den im Boden lebenden Organismen und den chemischen Vorgängen. Jede Bodenart weist charakteristische Bodenhorizonte auf. Die Bodenhorizonte werden im Allgemeinen mit den Großbuchstaben: O, A, B und C benannt und bilden das Bodenprofil. (Je nach Bodenart, gibt es auch andere Großbuchstaben zur Bezeichnung, zum Beispiel: G-Gley.) Der O-Horizont beschreibt die Schicht aus vorwiegend organischen Materialien, welche sich auf dem Mineralboden als Auflagehorizont befindet. Der A-Horizont stellt die Schicht aus Mineralien und organischer Substanz dar, welche durch Einmischung von diesen organischen Substanzen dunkel gefärbt ist. Darunter befindet sich der B-Horizont. Hier reichern sich Nährstoffe an, welche aus dem A-Horizont ausgewaschen wurden. Letzteres ist der C-Horizont zu nennen, welcher das Ausgangsmaterial für den Oberboden darstellt. Dies ist meist das kaum durch Verwitterungsprozesse beeinflusste Ausgangsgestein oder dessen frühe Verwitterungsstufen. Die verschiedenen Bodenarten können ebenso aus verschiedenen Ausgangsmaterialien entstanden sein. Der Mensch beeinflusst den Boden mit dessen Bewirtschaftung ebenso in hohem Maße.

Bodenbildung

Bei Prozessen der Bodenbildung, hat er aber nur einen geringen Einfluss. An der Verwitterung, sind physikalische, chemische und biologische Prozesse beteiligt. Bei der physikalischen Verwitterung, kommt es durch Temperatur,- Eis,- und Salzsprengung, sowie durch Wurzeldruck, zu einem Zerfall der Gesteine und Minerale in kleine Teilchen. Druckentlastung und die gegenseitige mechanische Bearbeitung der Gesteine führen ebenso zu einer Minderung der Gesteinsgröße. Durch Abnahme von Auflagedruck, entstehen Risse und Klüfte. Temperaturschwankungen wirken mit Rissbildung, Sprengungen oder Abplatzen. Die Auswirkungen sind umso größer, desto höher die Temperaturschwankung in einem möglichst kurzen Zeitraum ist. Als weitere physikalische Verwitterungsformen sind: Eis- und Salzsprengung, osmotische Quellung und Abrasion zu

nennen. Die physikalische Verwitterung, dient als Wegbereiter für die chemische Verwitterung. Sie umfasst die chemischen Reaktionen zwischen Lösung und Festkörper durch die Minerale in ihren chemischen Aufbau verändert oder vollständig gelöst werden. Diese chemischen Vorgänge benötigen für ihren Ablauf Sauerstoff und Wasser. Durch Hydratation, Hydrolyse oder Oxidation und Komplexbildung erfolgen die chemischen Prozesse. Die biologische Verwitterung wirkt wie die chemische Verwitterung. Durch absondern von Säuren aus den Wurzeln der Pflanze, werden für die Pflanze wichtige Mineralien gelöst, welche dadurch aufgenommen werden können. Es werden vor allem niedermolekulare organische Säuren abgesondert, wie zum Beispiel: Oxalsäure, Citronensäure, Apfelsäure und Weinsäure. Aus dem Zusammenspiel dieser Verwitterungsarten entsteht je nach Intensität der Abläufe, schneller oder langsamer ein Boden. Bei der Bodenbildung kann es sein, dass durch Erosionsabläufe am Ausgangsmaterial kein Boden in unmittelbarer Nähe entsteht. Dadurch wird die Bodenbildung immer wieder zum Anfangsstadium zurückgeworfen.

Organische Substanz

Die organische Substanz umfasst alle in und auf dem Mineralboden befindlichen abgestorbenen tierischen und pflanzlichen Reste und deren organische Umwandlungsprodukte. Zudem zählen auch die durch den Menschen ausgebrachten organischen Stoffen, wie Dung und Pestizide. Die Verteilung der organischen Substanz im Boden ist sehr heterogen, da pflanzliche und tierische Produkte sich in ihrer Umwandlung in verschiedenen Stadien der Humifizierung befinden können. Diese Ausgangsstoffe werden als Streustoffe bezeichnet. Diese sind nicht oder nur schwach umgewandelt. Die Bestandteile dieser Streustoffe sind Substanzen der Stoffgruppen: Lipide, Proteine, Polysaccharide und Lignin. Diese werden auch als Nichthuminstoffe bezeichnet und haben eine kurze Verweildauer im Boden. Die Huminstoffe sind dagegen zum Teil hochmolekulare Substanzen, ohne erkennbare Struktur in ihrer Zusammensetzung. Diese kennzeichnen sich durch eine hohe Verweildauer im Boden. Die Mineralisierung dieser Stoffe ist gering. Organische Substanzen können durch Interaktionen mit Mineralen stabilisiert werden. Vor allem kommen Tonminerale und Eisenoxide für diese Verbindungen in Betracht. Hierbei bilden sich Ton-Humus-Komplex. Der größte Anteil des Humus ist im A-Horizont zu finden. Humusgehalte schwanken auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in hohem Maße. Auf Ackerflächen bestehen etwa 1,0-3,5% des Bodens aus Humus, wobei auf Grünlandflächen ein Humusgehalt von 6-8% vorkommen kann. Vergleichbar mit einem Schwamm, speichert Humus Pflanzennährstoffe und das bis zu 5-fache des Eigengewichtes an Wasser. Als Mineralisierung bezeichnet man die vollständige Umsetzung des organischen Stoffes durch

Mikroorganismen in anorganische Ausgangsstoffe. Dies sind CO₂ und H₂O, wobei der C-Gehalt im Durchschnitt bei 50% liegt. Die in den Huminstoffen enthaltenen Pflanzennährelementen, wie Mg, Fe, N, oder Schwefel, werden ebenso freigesetzt und stehen den Pflanzen zum Teil zur Verfügung.

(Scheffer/Schachtschnabel et al., 2002)

3.9 Bodenproben

Zur Ermittlung der Bodenproben, benötigt man Bohrstock und Hammer. Die Bodenprobennahmen erfolgten am 18.03.2012. In den jeweiligen Parzellen sind je 8 Proben, welche wahllos über die Parzelle angeordnet waren, aus einer Tiefe von 90 cm entnommen worden. Das Substrat wurde nun in einen Eimer gegeben und gut durchmischt. Daraus wurden 500g Erde entnommen und in eine vorher für die Parzelle markierte verschließbare Tüte gegeben. Nach dem abfüllen, wurden diese dann sofort in einer Kühlbox mit Kühllakus gegeben. Somit wird verhindert, dass Nährstoffe aus evtl. enthaltener Biomasse mineralisieren und die Bodenproben verfälschen. Diese Proben sind am gleichen Tag zur Agrolab versandt worden. Am 20.03.2012 erfolgte der Laboreingang. Es wurde eine Grunduntersuchung der Bodenproben auf Kalkversorgung, Phosphor,- Kalium,- und Magnesiumgehalt durchgeführt.

3.10 Magnesiumapplikation

Die Applikation des Magnesiums erfolgte am 19.04.2012 um 11 Uhr. Der Pflanzenbestand war im EC-Stadium 30. Das Wetter zeichnete sich durch eine Windgeschwindigkeit von 14 km/h aus süd-östlicher Richtung aus. Der Himmel war leicht bewölkt, die Temperatur lag bei 14°C. Das Magnesiumpräparat ist von dem Unternehmen „SafaGrow“ und liegt in einer gräulichen Lösung welche sehr dickflüssig ist, im 10 Liter Kanister vor. Der Produktname lautet: InnoFert Magnesium 500. Hergestellt wird das Produkt im „Vereinigten Königreich von Safagrow Ltd: 1 Stapledon Road, Orton Southgate, Peterborough, PE2 6TB.“ (Etikett Safagrow InnoFert Magnesium 500). Der Vertrieb erfolgt über die BayWa AG München, Arabellastraße 4, 81825 München (Etikett Safagrow InnoFert Magnesium 500). Zur Ausbringung des Magnesiums wurde eine Amazone Feldspritze UX 5200 mit 36m

Arbeitsbreite, mit 200l Wasser gefüllt. Vorher wurde die Spritze gereinigt und gespült. Das Magnesiumpräparat mit 300g Magnesium je Liter, wurde mit einem Messbecher abgemessen. 8,33l Magnesiumpräparat wurden zu den 200l eingemischt. Die Parzellen 1-4 sind nicht abgespritzt worden, da diese die Nullparzellen darstellen. Parzellen 5-8 sind mit 400l je ha abgespritzt worden, somit sind 5kg Mg je ha ausgebracht worden. Die Parzellen 9-16 sind mit zweimal 400l Spritzbrühe je ha behandelt worden. Mit dieser Menge sind 10kg Mg je ha ausgebracht worden. Die Parzellen 12-16 bekommen eine zweite Gabe, sodass diese insgesamt 20kg/ha Mg erhalten. Diese zweite Gabe wird zum EC-Stadium 45-51 durchgeführt.



Abbildung 6: Kanister, InnoFert Magnesium

Quelle: Foto Kanisteretikett

3.11 Pflanzenproben

Zu der Bestimmung des Mg-Gehaltes in der Pflanze, werden im EC-Stadium 69 die obersten drei Blätter der Pflanze abgeschnitten. Je Parzelle werden 15 Proben genommen, diese werden zum trocknen auf Zeitungspapier gelegt. Anschließend werden diese, zusammen mit den Proben welche zur Ernte genommen werden, zum Institut Koldingen, nach Sarstedt gesandt.

3.12 Biomasseentwicklung

Für die Darstellung der Biomasseentwicklung des Bestandes, werden $1/4\text{m}^2$ Pflanzen mit einer Elektroschere abgeerntet. $1/4\text{m}^2$ Pflanzenbestand entsprechen 2m gesäte Reihe. Die Aberntung und Messung erfolgt zu den EC-Stadien: 32, 39, und 92, um einen Verlauf der Pflanzenentwicklung darzustellen. Die Pflanzen werden möglichst nah am Boden abgeschnitten, um den oberirdischen Pflanzenaufwuchs zu betrachten. Dies geschieht 4-mal je Parzelle um einen repräsentativen Mittelwert zu erhalten. Anschließend werden die Pflanzenproben jeweils mit einer Küchenwaage gewogen, man erhält die Frischmasse. Nun werden die Proben auf dem Boden einer Scheune ausgebreitet, um die Trockensubstanz zu ermitteln. Nach mehreren Wochen Trocknung, kommen die Pflanzen für 12 Stunden in den Ofen bei 80°C , um auch die letzten Reste an Wasser aus den Proben herauszubekommen. Diese Werte werden nachfolgend in eine Tabelle übertragen und ausgewertet.

3.13 Pflanzendichte

Zur Ermittlung der Pflanzendichte wurden am 28.03.2012 in jeder Parzelle vier Reihen mit zwei Metern Länge ausgezählt. Bei einem Reihenabstand von 12,5cm entspricht dies genau $1/4$ Quadratmeter. Nun wird dieser Wert mit vier multipliziert, um die Pflanzenanzahl auf 1m^2 zu ermitteln. Die auszählenden Reihen sind dabei wahllos über die Parzelle verteilt worden. Die Pflanzendichte wird ermittelt um eine Ertragsvorausschätzung abgeben zu können. Ebenso sind Auswinterungsschäden zu erkennen, falls Pflanzenzählungen aus dem Herbst beständen.

3.14 Ernte

Bei der Ernte der Parzellen, wird mit einem Mähdrescher der Marke New Holland mit einer Schneidwerksbreite von neun Metern die Mitte jeder Parzelle abgeerntet. Es wird hier von Spritzspur zu Spritzspur gefahren, welche eine Länge von 15,6 Metern entspricht. Somit hat jede Parzelle eine Größe von 140,4m². Die äußeren Ränder der Parzellen werden stehen gelassen und werden nicht in die Ertragsberechnung mit einbezogen. Zum Abbunkern wird mit einem Teleskoplader der Marke Claas, ein Big Bag in Höhe der Bunkerschnecke gehalten, um Verluste von Körnern beim Abbunkern zu vermeiden. Für jede Parzelle wird ein Big Bag bereitgestellt und vorher markiert. Anschließend werden die Big Bag mit einem Anhängergespann nach Wentow gefahren und mit einer Jagdwaage gewogen. Diese Jagdwaage misst auf 0,5kg genau. Mit diesen Daten erfolgt die Auswertung. Die Ernte des Stroh erfolgt mit einer Rundballenpresse der Marke Lely. Hierbei wird jedes Schwad der einzelnen Parzellen separat gepresst. Anschließend werden sie markiert und ebenfalls nach Wentow transportiert, wo die Auswertung mit der Waage erfolgt.

3.15 Ertragsvorhersage

Eine Ertragsvorhersage wird durch die Anzahl der Ähren je m² von den Pflanzen, die Zahl der bestehenden Spindelstufen und mit dem Tausendkorngewicht ermittelt. Für jede Parzelle wird der Ertrag zunächst auf 1m² erhoben, und auf einen ha hochgerechnet. Die Anzahl der Ähren werden durch ein geschätztes Bestockungspotential ermittelt, sowie aus den Pflanzenausählungen vom 28.03.2012. Den Durchschnitt der besetzten Spindelstufen wird aus den Landessortenversuchen entnommen. Ebenso wie die Spindelstufen, wird das Tausendkorngewicht aus den Landessortenversuchen Wintertriticale, 2009-2011 Anbaugbiet D-Süd, als Durchschnittswert übernommen, da das TKG als Ertragsbestimmender Faktor, am wenigsten beeinflussbar ist. 46,9g/TK beträgt der Durchschnitt über diese drei Jahre.

3.16 Korn-/Strohverhältnis

Das Verhältnis von Haupternteprodukt (Korn) zu Nebenernteprodukt (Stroh), wird im Korn-Stroh-Verhältnis dargestellt. Es wird auch als HNV bezeichnet. Es beschreibt das Haupternteprodukt-Nebenprodukt-Verhältnis. Bei Triticale wird es mit 1:0,9 angegeben. Somit sollte bei einer Ertragserwartung von 50dt/ha ein Strohertrag von >40dt/ha zu erwarten sein. Stroh ist in der Bewertung von den auf dem Acker verbleibenden Nährstoffen nicht in der Düngebilanzierung zu vernachlässigen. Es sind im Durchschnitt 0,5kg/dt FM Stickstoff, 0,3kg/dt FM P₂O₅, 1,7kg/dt FM K₂O und 0,2kg/dt FM MgO enthalten. (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Vöttinger Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland, Dr. M. Wendland, Dr. M. Diepolder, Dr. P. Capriel, 9. unveränderte Auflage, 2011)

3.17 Statistik

Für die statistischen Erhebungen wird mit dem Programm: Microsoft Excel gearbeitet. Hier werden die erfassten Daten eingetragen, ausgewertet und Grafiken erstellt. Die statistische Analyse erfolgt durch das Excel-Programm: ANOVA. Dies ist eine einfaktorische Analyse bei der Daten ausgewertet werden. Hierzu benötigt das Programm mindestens vier Daten/Wiederholungen. In ANOVA werden Mittelwert, Varianz, sowie die Signifikanzwahrscheinlichkeit errechnet. Diese wird über den P-Wert angegeben. Der P-Wert ist die Überschreitungswahrscheinlichkeit, er wird mit 5% angegeben. Ist der P-Wert in der Auswertung der Daten höher als 0,05 (5%), gelten die Daten als Statistisch nicht abgesichert. Die statistischen Auswertungen liegen in der Anlage vor.

4. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die erhobenen Daten dargestellt und ausgewertet.

4.1 Bodenprofil

In der folgenden Abb.7 wird das Bodenprofil mit den dazugehörigen Bodenhorizonten dargestellt. Hier ist eine leicht ausgeprägte Parabraunerde aus Sandersand dargestellt.



Abbildung 7: Bodenhorizont der Versuchsfläche

Quelle: eigene Erhebung

Ah- Horizont

bis 30cm

von 30cm bis 60cm

Be-Horizont

von 60cm-75cm verläuft der Bt-Horizont

von 75cm

C-Horizont

Dies ist ein aus der Eiszeit entstandener Bodentyp. Er besteht aus den Bodenarten Sandiger Lehm, lehmiger Sand und Sand (Prüfbericht Agrolab). Durch die glaziale Serie entstanden diverse Landschaftsbilder wie Urstromtäler, Sander, Grundmoränen und Endmoränen. Der Sander ist der Bereich zwischen der Endmoräne und dem Urstromtal. Die Sander sind die Abschwemmgebiete der Gletscher. Das Gletscherwasser führte diverse Materialien an Sanden und Gesteinen mit sich. Diese lagerten sich je nach Korngröße früher oder später im immer langsamer fließenden Wasser der Sander ab. Das grobe Material wie Geröll oder Kiese lagerten sich näher an der Endmoräne ab. Der feinere Sand lagerte sich im Verlauf des Sanders ab. Er bedeckt große Bereiche bis hin zum Urstromtal. In dem Versuchsbetrieb besitzen die Landwirtschaftlichen Flächen Bodenpunkte von 21-32. Sandböden haben eine geringe Pufferkapazität sowie eine geringe nFK. Ah beschreibt den humosen Oberboden welcher bis 30cm Tiefe geht. Dies entspricht der Bearbeitungstiefe mit Bodenbearbeitungsgeräten. Der Humusgehalt kann auf Ackerböden je nach Bewirtschaftungsart von 1%-4,5% Humusgehalt betragen. Der Be-Horizont stellt einen Auswaschungsabschnitt des Bodens dar. Er reicht von 30cm bis 60cm Tiefe. Huminstoffe und Pflanzennährstoffe werden aus dieser Zone ausgewaschen und reichern sich zum Teil in den Bt-Horizont wieder an. Dieser Bereich des Bodens geht von 60cm-75cm Tiefe. Ab 75cm Tiefe beginnt der C-Horizont. Er bildet das Ausgangsmaterial für den Boden.

4.2 Bodengehalte an Mg

Im folgenden Teil werden die Ergebnisse der Bodenuntersuchung, welche durch die AGROLAB Laborgruppe erstellt wurden, ausgewertet.

Parzelle	Bodenart	Mg in mg/100g	Gehaltsstufe
1	sL	5,9	A
2	sL	8,0	B
3	I'S	5,1	A
4	I'S	3,5	A
5	I'S	5,2	B
6	I'S	8,3	C
7	I'S	4,6	B
8	I'S	5,7	B
9	I'S	3,9	A
10	I'S	3,3	A
11	I'S	6,6	B
12	I'S	5,1	B
13	S	2,5	A
14	S	2,5	A
15	S	3,3	A
16	S	3,2	A

Tabelle 2: Bodenuntersuchungen der Parzellen

Quelle: Quelle: Prüfbericht Agrolab, eigene Darstellung

In der Tabelle 2 ist zu erkennen, dass die Bodenart der Parzellen, sehr stark wechselt. Der Grund dafür, ist der stark wechselnde (verschießende) Boden auf dieser Agrarfläche. Als Resultat dessen, schwanken die Mg-Gehalte im Boden ebenso stark. Der niedrigste Wert ist auf dem letzten Parzellenteil, welche 20kg/ha Mg-Applikation bekamen, anzutreffen. Dieser liegt bei 2,5mg Mg je 100g Boden und entspricht der Gehaltsklasse A. Magnesium liegt in starken Mangel vor. Normalwerte für diese Bodenart (S) liegen bei 9 bis 12mg Mg je 100g Boden. Parzellen 3-12 haben als Bodenart lehmigen Sand (IS). Hier ist der Gehalt von Mg im Boden höher. Er liegt bei 3,3 bis 8,3mg Mg je 100g Boden. Diese Werte weisen eine sehr große Streuung auf. Parzellen 3,4,9 und 10 haben ebenso die Gehaltsklasse A. Parzelle sechs ist als einzige Parzelle optimal versorgt. Für diese Bodenart (IS) liegen die Normalwerte bei 11 bis 15mg Mg je 100g Boden. Ebenso ist in den ersten beiden Parzellen

eine weitere, dritte Bodenart zu erkennen. Hier handelt es sich um sandigen Lehm (sL). Die Mg-Werte je 100g Boden sind im Vergleich zu den anderen Bodenarten zwar höher, jedoch hat dieser Boden durch seine höheren Anteile an Tonmineralen auch eine größere Pufferung von Magnesium. Deshalb kann der Pflanze ebenso wenig Mg zur Verfügung stehen, wie bei den anderen Bodenarten. Dies wird durch die Einstufung der Gehaltsklassen ebenso deutlich. Die Parzellen sind in Gehaltsklasse A (Parzelle1) und Gehaltsklasse B (Parzelle2) eingestuft. Sandiger Lehm (sL) muss 13 bis 18mg Mg je 100g Boden besitzen, um sich in Gehaltsklasse C zu bewegen. Bei Betrachtung der Gehaltsstufen, ist der Boden für den Magnesiumsteigerungsversuch geeignet. Jedoch ist es kritisch anzusehen, dass Parzelle 13-16 den Boden mit der geringsten nutzbaren Feldkapazität besitzen.

4.3 Magnesiumgehalte in der Pflanze

Es sind zu verschiedenen Zeitpunkten Proben der Pflanzen genommen wurden. Zum einen wurden am 08.06.2012 die Fahnenblätter gepflückt und anschließend getrocknet, zum anderen wurden zum Erntezeitpunkt Korn- und Strohproben entnommen. Diese wurden am 02.10.2012 in der LUFA Kiel untersucht. Im folgenden Text werden die Untersuchungsergebnisse erläutert.

Nach 18 Tagen Vegetationszeit nach der zweiten Mg-Applikation auf Parzelle Vier, sind die Fahnenblätterproben genommen worden. Die Untersuchungsergebnisse zeigen einen deutlich erhöhten Mg-Anteil auf den letzten vier Parzellen. Dieser liegt bei 0,22% – 0,27%, und ist somit um das doppelte höher als die Werte der anderen Parzellen. Die hohen Gehalte auf den Fahnenblättern der Parzelle 4, lassen sich durch die Bildung einer „Präparatkruste“ auf den Fahnenblättern erklären. Innerhalb der 18 Tage hatte es nur wenig geregnet, wobei das Mg auf den Fahnenblättern anhaften blieb. Die Pflanze war nicht in der Lage, das applizierte Mg in ihren Stoffwechsel aufzunehmen. Die Gehalte an Mg in den Parzellen 1-12 sind homogen. Die Applikation der ersten Mg-Gabe erfolgte am 19.04.2012, die Pflanzen haben innerhalb dieser Zeit das Applizierte Mg in der Gesamtpflanze verteilt. Somit entsteht ein Verdünnungseffekt des Mg.

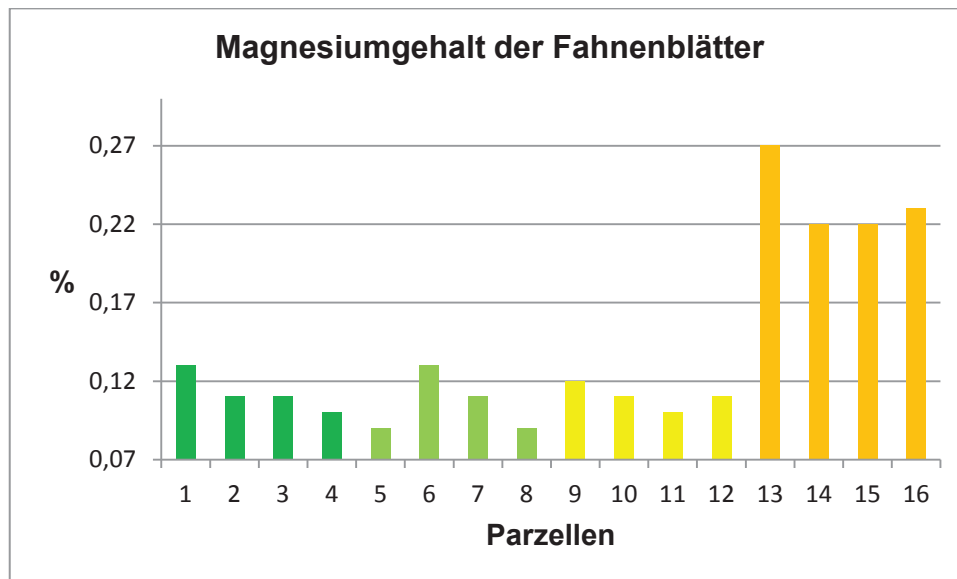


Abbildung 8: Magnesiumgehalt der Fahnenblätter

Quelle: Prüfbericht Agrolab, eigene Darstellung

Eine deutlich erkennbare Steigerung des Mg-Gehaltes im Korn ist in den folgenden Abbildungen 9 und 10 zu erkennen. Parzellengruppe 1, hat mit 0,0975% Mg den niedrigsten Gehalt im Korn. Parzellengruppe 2, welche mit 5kg Mg in EC 30 behandelt wurde, zeigt im Vergleich zur Nullparzelle eine Steigerung des Mg-Gehaltes auf 0,105% Mg im Mittelwert. Zugleich hat die Parzellengruppe 3, mit 0,11% Mg im Mittelwert, wiederum einen höheren Magnesiumanteil im Korn. Den höchsten Wert in den Versuchsergebnissen, hat die Parzellengruppe 4. Mit 0,1425% Mg-Gehalt im Mittelwert kommt hier eine deutliche Erhöhung des Mg-Gehaltes vor. Mit einer Düngung auf einen Magnesium-Mangelstandort, kann man den Gehalt an Mg im Korn gezielt durch eine entsprechende Düngung beeinflussen. Ein Teil des applizierten Magnesiums wird somit im Korn gespeichert.

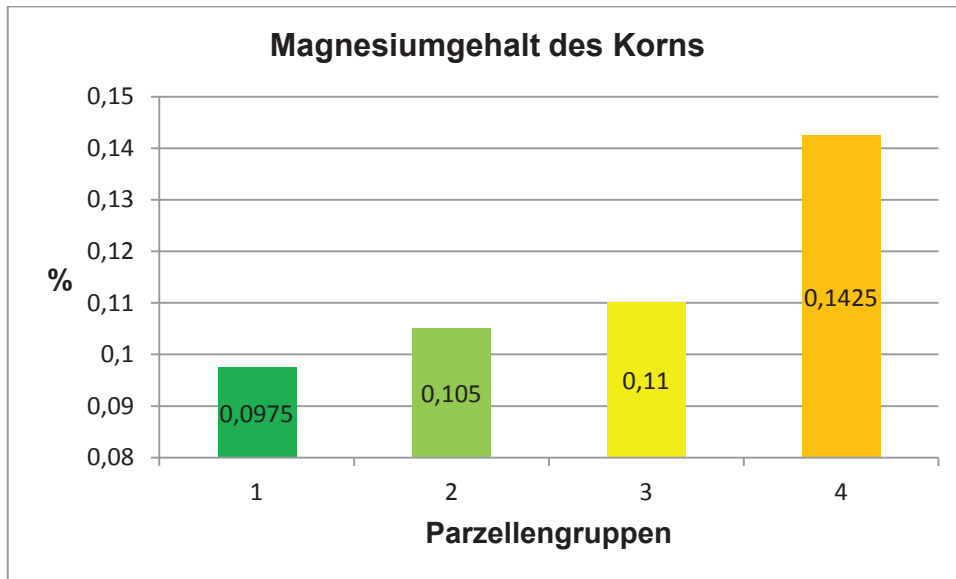


Abbildung 9: Magnesiumgehalt des Korns je Parzellengruppe

Quelle: Prüfbericht Agrolab, eigene Darstellung

Als Normalwert wird in der Fachliteratur (D.L. Rowell, S. 303, 1994) ein Wert von 1,5g/kg TS angegeben. Dies entspricht einem prozentualen Gehalt von 0,15% der TS. Dieser Wert wird in den einzelnen Parzellen, ausschließlich von Parzelle 15 und 16 erreicht. Alle anderen Parzellen liegen in ihren Einzelwerten unter der Literaturangabe. Mit einem Gehalt von 0,08% der TS ist die Parzelle 4 am geringsten mit Mg versorgt.

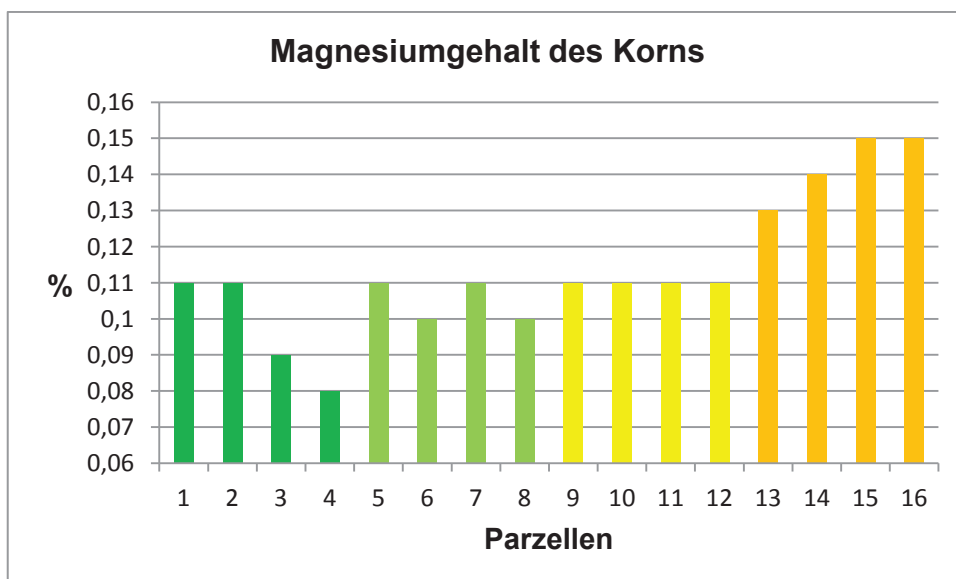


Abbildung 10: Magnesiumgehalt des Korns der einzelnen Parzellen

Quelle: Prüfbericht Agrolab, eigene Darstellung

Die nachfolgende Abb.11 zeigt eine auf den ersten Blick identische Grafik im Vergleich mit Abb.9, hier ist der Mg-Gehalt des Strohs in % zu betrachten. Die Verhältnisse vom Mg-Gehalt in den einzelnen Parzellengruppen, nehmen mit der Höhe der Gaben an Mg zu. Wiederum besitzt die Nullparzelle den geringsten Anteil an Gesamtmagnesium. Dieser beläuft sich auf 0,0375% Mg. Mit steigender Düngeintensität nimmt auch hier, der Mg-Anteil im Stroh zu. Der höchste Wert liegt mit 0,065% Gesamtmagnesium auf den 20kg Mg Parzellen. Die Parzellengruppe 2 ist mit 0,045% Mg leicht unter der dritten Parzellengruppe, welche ein Gesamtmagnesium von 0,0475% aufweist.

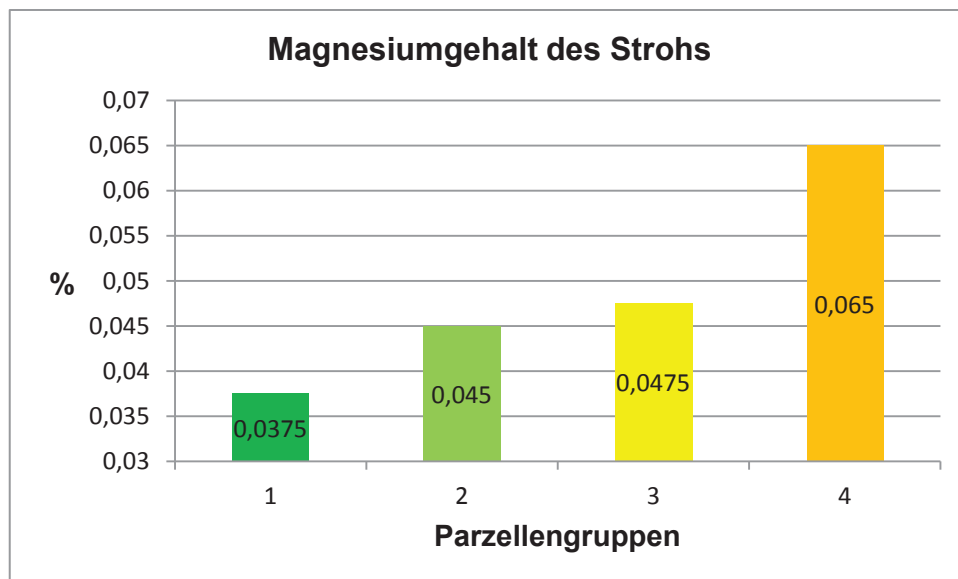


Abbildung 11: Magnesiumgehalt des Strohs der Parzellengruppen

Quelle: Prüfbericht Agrolab, eigene Darstellung

Die typische Konzentration von Mg im Stroh beträgt bei Getreide 0,9g/kg TS. (D.L. Rowell, S. 303, 1994) Dies sind 0,09% der Trockensubstanz von dem Stroh. Dieser Wert wird in allen Versuchen nicht erreicht. Den höchsten Wert haben die Parzellen 13 und 14, mit 0,7% Mg. Dies ist deutlich unter der Vorgabe der Fachliteratur. Den geringsten Wert jedoch, hat die Parzelle 3, mit einem Wert von 0,03% Mg. Dies bezeugt die Tatsache, dass Magnesium im Mangel vorliegt.

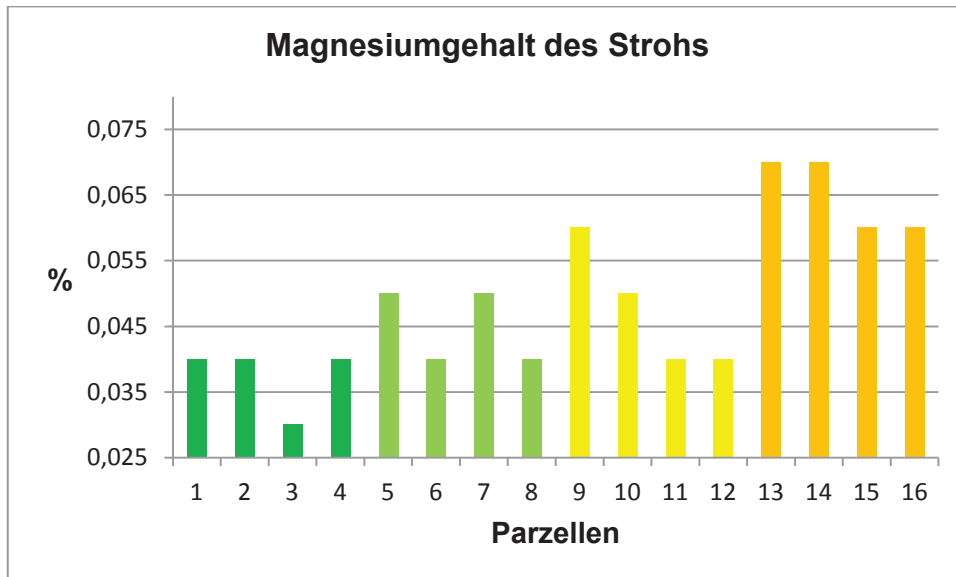


Abbildung 12: Magnesiumgehalt des Strohs der Parzellen

Quelle: Prüfbericht Agrolab, eigene Darstellung

Desweiteren ist eine erhöhte Streuung der Werte innerhalb der Parzellengruppen zu beobachten. Jedoch ist kein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Mg-Gehalten im Boden, zu den Mg-Gehalten im Stroh der jeweiligen Parzellen zu erkennen.

4.4 Rohproteingehalt des Getreidekorns

Der Rohproteingehalt eines Getreidekorns setzt sich aus einzelnen Komponenten zusammen. In der Aleuronschicht befinden sich 12% des Gesamtprotein vom Getreidekorn in Form von Globuline. Den kleinsten Teil an Getreideprotein besitzt das Embryo. Albumine und Globuline bilden hier, zusammen 6% des Gesamtproteins. Den größten Anteil weist das Endosperm auf. 82% des Gesamtproteins fallen auf die Stoffe Prolamine und Gluteline (S. Schubert, S.73, 2006). Die Gehalte an Rohprotein in Triticale liegen im Durchschnitt bei 13,0%/TS (Landessortenversuche Wintertriticale 2009-2011, Anbaugebiet D-Süd). Triticale ist ein Futtergetreide, somit ist der Rohproteingehalt weniger wichtig als bei Weizen, welcher zu Backwaren verarbeitet werden soll. In der Futtermittelindustrie ist ein Defizit an Protein durch andere Mischpartner zu substituieren. Ebenso wird bei der Bezahlung von Triticale zwischen Landhandel und Landwirt, bei Futtergetreide nach Gewicht abgerechnet.

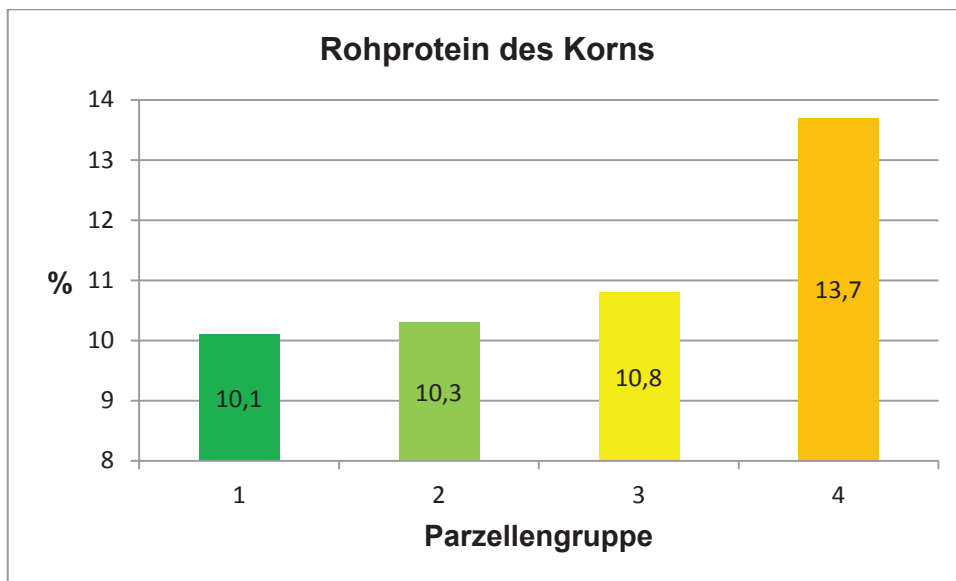


Abbildung 13: Rohproteingehalt des Korns der einzelnen Parzellengruppen

Quelle: Prüfbericht Agrolab, eigene Darstellung

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen veranschaulichen den Proteingehalt des Getreidekorns (Abb.13). Die Nullparzellen stellen sich mit einem Wert von 10,1% RP dar. Sie haben im Vergleich mit den anderen Parzellen den niedrigsten Wert. Mit 10,3% RP hat die Parzellengruppe 2 eine Steigerung zu den Nullparzellen. Wiederum steigend im Gehalt an RP, stellt sich die Parzellengruppe 3 dar. 10,8% RP entspricht hier der ermittelte Wert in dem

Diagramm. Den höchsten prozentualen Anteil an RP besitzt die am höchsten, mit 20kg Mg, gedüngte Parzellengruppe 4. Sie hat mit 13,7% RP den Vergleichsweise höchsten RP- Anteil. In dem Diagramm ist eine jeweilige Steigerung des RP-Gehaltes im Verhältnis zu der entsprechenden Mg-Düngung zu erkennen. Parzellengruppe 2, welche mit 5kg Mg/ha gedüngt war, weist einen geringfügig höheren RP-Gehalt (0,2%/RP) auf, als die ungedüngten Nullparzellen. Ebenso ist die Steigerung der RP-Gehaltes der Parzellengruppen 3 und 4 auf die Erhöhung der Düngeintensität von Mg zurückzuführen. Die Steigerung der Magnesiumgabe hat einen direkten Einfluss auf den Rohproteingehalt der Korn, und somit auf die Qualität des Getreides.

4.5 Tausendkorngewicht

Das Tausendkorngewicht gibt an, wie schwer 1000 Körner der jeweiligen Kulturpflanze sind. Die Gewichtsangaben werden in Gramm dargestellt. Das TKG benötigt man hauptsächlich für die Berechnung der Saatstärke. In der nachfolgenden Abb.14 sind die Mittelwerte der TKG Erhebungen von den einzelnen Parzellen zusammengefasst dargestellt.

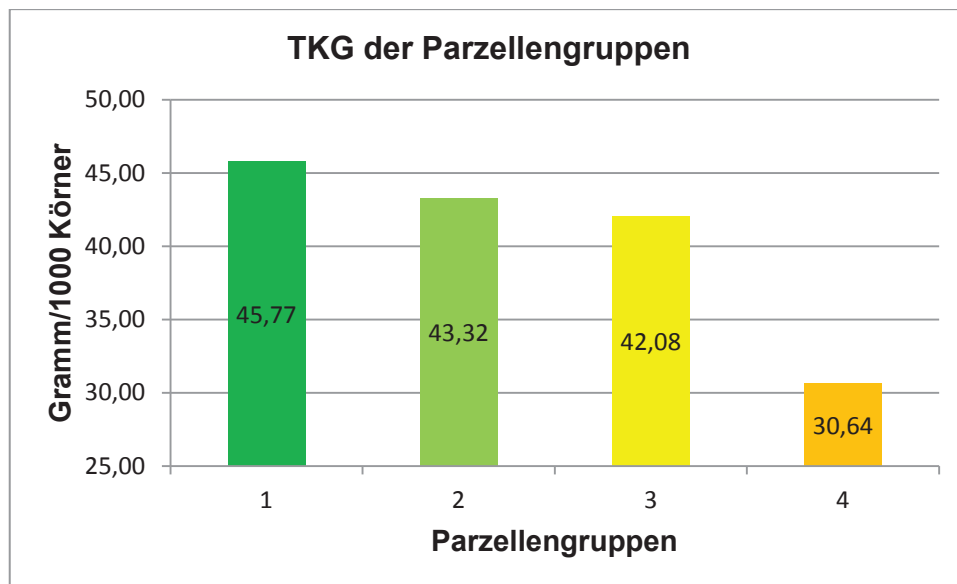


Abbildung 14: Tausendkorngewicht der Parzellengruppen

Quelle: Prüfbericht Agrolab, eigene Darstellung

Die TKG-Auswertung ergibt, dass die Nullparzellen das höchste TKG besitzen. Ihr TKG beträgt 45,77g. Für die Parzellengruppe 2 ist ein TKG von 43,32 ermittelt worden. Dieser TKG liegt um 2,45g unter dem TKG der Nullparzelle. Parzellengruppe 3 hat wiederum einen geringeren TKG, dieser liegt bei 42,08g. Für die Parzellengruppe 4 ergibt sich ein TKG von 30,64g. Die Körner sind nicht vollständig ausgebildet („Mickerkorn“), wobei sich die Ähren bei der Ernte als nahezu taubählig darstellten (Kap. 4.9). Wenn man das obige Diagramm, mit dem Diagramm der Mittelwerte des Ertrages der Parzellengruppen vergleicht, kann man darauf schließen, dass der Ertragsrückgang auf Wassermangel zurückzuführen ist. In der Parzellengruppe 1 war durch eine längere Versorgung mit Wasser in der Vorsommertrockenheit weniger Pflanzenmaterial reduziert worden. Dadurch bestand eine höhere Assimilateversorgung als in den anderen Parzellengruppen. Dies führte letztendlich zu einem erhöhten TKG, im Vergleich zu den anderen Parzellen. Das TKG ist der am wenigsten beeinflussbare ertragsbildende Faktor, dieser verändert sich jedoch bei starkem Wassermangel.

4.6 Wachstumsverlauf in EC-Stadien

Die Bonituren für den EC-Verlauf wurden an drei EC Stadien erhoben. In der Abb. 15, Trockenmasseaufwuchs der Parzellengruppen, ist der Trockenmasseertrag der einzelnen Parzellengruppen zum jeweiligen EC dargestellt. Die fehlende TM-Entwicklung in den anderen Stadien ist zu berücksichtigen.

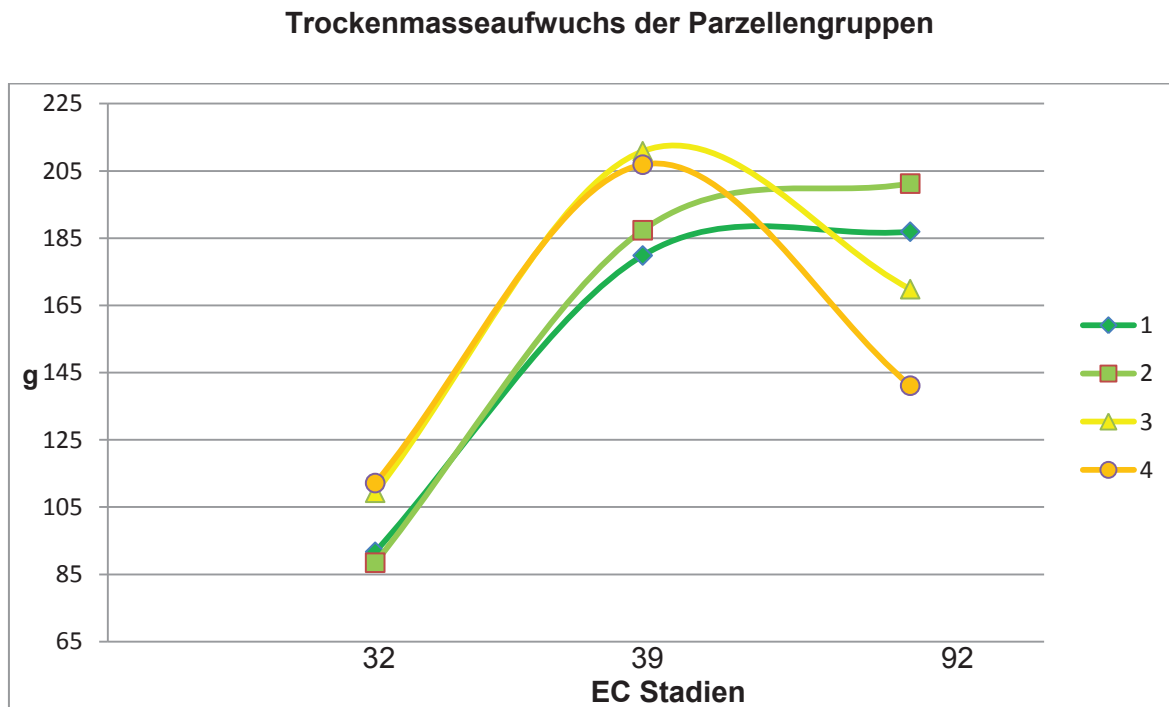


Abbildung 15: Trockenmasseaufwuchs der Parzellengruppen

Quelle: Prüfbericht Agrolab, eigene Darstellung

In EC 32 erkennt man einen deutlichen Unterschied zwischen den Parzellengruppen 1 und 2, zu den Parzellengruppen 3 und 4. Die TM der Parzellengruppen 1 und 2, ist um 20g geringer als in den Parzellen 3 und 4. Ebenso in EC 39 ist dieser Verlauf wiederzufinden. Hier liegen zwischen denselben Parzellengruppen wiederum TM Unterschiede von bis zu 41g TM vor. Im letzten EC-Stadium sind jedoch große Unterschiede zu verzeichnen. Parzellengruppe 2 besitzt mit 201,25g TM den höchsten Wert, Parzellengruppe 1 den zweithöchsten, mit 186,95g TM. Diese Parzellen haben in den vorherigen EC die kleineren Werte besessen. Parzellengruppe 3 liegt mit 169,85g TM über der Parzellengruppe 4, diese bildet mit 141,15g TM das Schlusslicht. Als Ursache dieser Ergebnisse, lässt sich wiederum vermuten, dass der Wassermangel bei den großzügiger entwickelten Pflanzen einen höheren Einfluss gehabt hat, als auf die im Verhältnis minderentwickelten Pflanzen. Mit

zunehmender TM steigt auch die Blattfläche, diese wiederum benötigt für die Assimilation mehr Wasser als eine kleinere Blattfläche. Zudem verdunstet über die Stomata mehr Wasser. Der Permanente Welkepunkt ist bei den Parzellengruppen mit einer höheren TM in der Jugendentwicklung (3 und 4), schneller erreicht. Diese Parzellen sind somit schneller vom Wasserstress betroffen, als die Parzellengruppen 1 und 2. Durch diesen Zusammenhang lässt sich auch ein Zusammenhang zum Ertrag herstellen. (Abb. 19)

4.7 Bestandsdichte

Die folgende Abb.16 veranschaulicht die Anzahl an Pflanzen auf einem Quadratmeter. Als Zielbestand sollen 250 Pflanzen pro m² erreicht werden. Mit diesen Pflanzen sollte der Bestand ca. 450 Ähren je m² ausbilden. Die Pflanzenanzahl/m² hat einen hohen Einfluss auf die Ertragsfähigkeit des Bestandes.

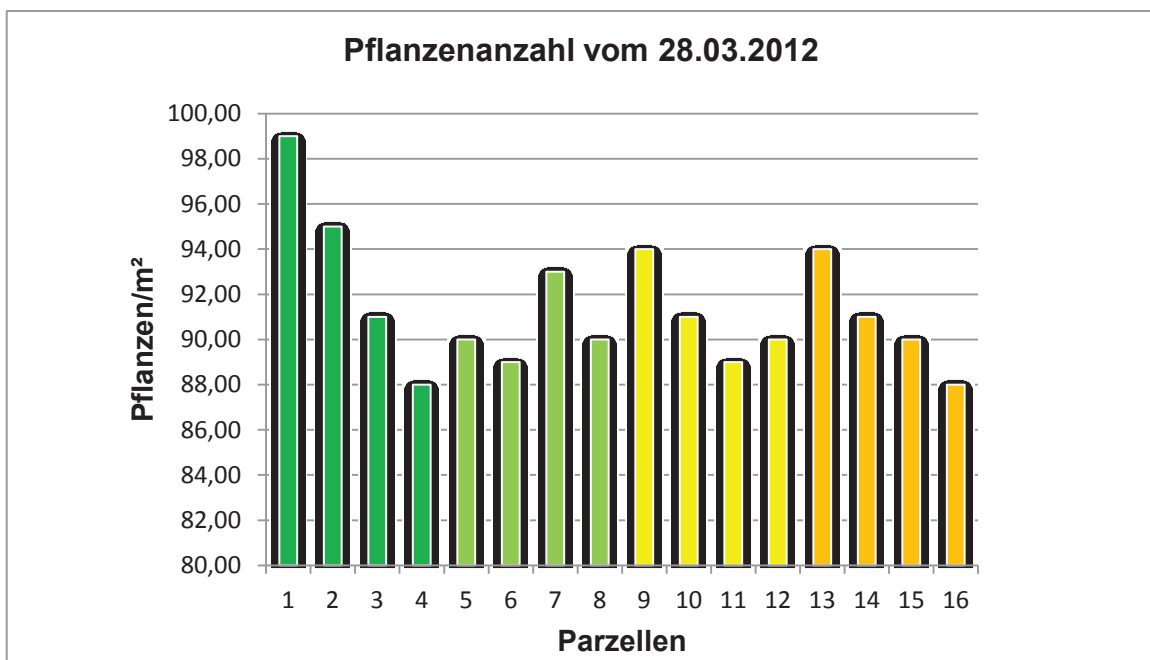


Abbildung 16: Pflanzenanzahl der Parzellen am 28.03.2012

Quelle: Prüfbericht Agrolab, eigene Darstellung

In der Abb.16 ist zu sehen, dass die Pflanzenzahl je m² sich als sehr gering darstellt. Es wurden 156kg Sequenz gedrillt. Dies sind nach meinen Berechnungen bei einem TKG von 46,9 (nach durchschnitt Landessortenversuche Brandenburg) und einer Keimfähigkeit von 93%, 282 keimfähige Körner je m². Im Durchschnitt sind jedoch nur 91,4 Pflanzen zu erkennen. Der Winter war schneelos und es kam in unserer Region zu einem vermehrten ausfrieren der Bestände. Pflanzenzahlen aus dem Herbst vom Feldaufgang sind nicht erhoben worden, da dies die Ausweichfläche in Hinblick auf die erste Versuchsfläche ist. Diese hatte die Sorte Tarzan und war total ausgewintert. Somit sollte der Hauptgrund für diese niedrige Pflanzenanzahl, der strenge Winter ohne schützende Schneeschicht sein. Desweiteren kann es sein, dass durch die späte Auszählung, einige Pflanzen nicht mitgezählt wurden, da die Bestockung der Pflanzen dies erschwerte. Um einen angemessenen Ertrag für unsere Region zu erhalten, muss das Bestockungspotential ausgenutzt werden. Um auf 450 Ähren je m² zu kommen müsste jede Pflanze 4,92 ährentragende Halme ausbilden. Dies stellt sich jedoch aufgrund der zu erwartenden Trockenheit im Vorsommer, als schwierig dar. Die Ertragserwartung in Kapitel 4.8 wird darauf Antwort geben. In den gesamten Parzellen liegt eine Schwankungsbreite von 11 Pflanzen/m² vor. Die Parzellen 1 und 2 weisen eine etwas überdurchschnittliche Pflanzenanzahl auf. Hier sind es bei Parzelle 1 acht Pflanzen über dem Durchschnitt, und in Parzelle 2 fünf Pflanzen über dem Durchschnitt. Dies kann auf die leicht bessere Bodenqualität zurückzuführen sein.

4.8 Ertragsschätzung

Die Erhebung der Ertragsschätzung ergibt einen für Nordbrandenburg ortsüblichen Ertrag. Dieser liegt im Bereich von 50dt/ha bei Triticale. In Dürre Jahren fällt der Ertrag auf unter 30dt/ha. In Abb.17 ist eine nahezu gleichmäßige Verteilung des Ertrages zu erkennen. Einzig die Parzellengruppe 1 liegt mit 1,54dt/ha über der niedrigsten Parzellengruppe 2. Die ungedüngten Parzellen haben in den Pflanzenauszahlungen eine höhere Anzahl an Pflanzen. Dies führt zu einer höheren Anzahl an Ähren/m², wodurch der ertragsbestimmende Faktor: Ähren/m², erhöht wurde. Somit ergibt sich für Parzellengruppe 1 ein voraussichtlicher Ertrag von 52,35dt/ha. Die weiteren Parzellengruppen unterscheiden sich nur geringfügig in der Ertragsschätzung. Parzellengruppe 2 hat einen voraussichtlichen Ertrag von 50,81dt/ha, Parzellengruppe 3 liegt mit 51,09dt/ha an zweiter Stelle. Auf der am meisten gedüngten Parzellengruppe 4 werden wahrscheinlich 50,95dt/ha geerntet werden.

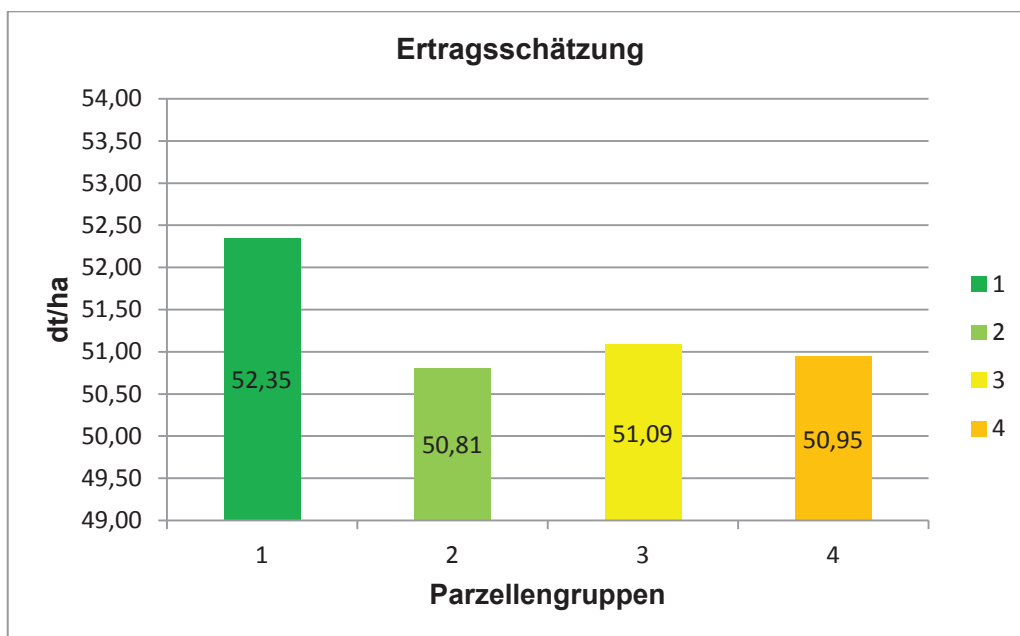


Abbildung 17: Ertragsschätzung der einzelnen Parzellengruppen

Quelle: eigene Erhebung, eigene Darstellung

4.9 Korn-/Strohverhältnis

Das in der Literatur angegebene Verhältnis von Haupternteprodukt zu Nebenernteprodukt von 1: 0,9 bei Triticale (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Dr. M. Wendland, Dr. M. Diepolder, Dr. P. Capriel, 2011) wird in den Versuchsergebnissen nur annähernd bestätigt. In der unteren Tabelle 3 wird das Korn-/Strohverhältnis der einzelnen Parzellen dargestellt. Dem Stroh wurde aufgrund der Stoppelhöhe beim Drusch eine Pauschale von 10% dazugerechnet. Lediglich ein Wert aus Parzelle zwei hat ein HNV von 1:0,9. Alle anderen Parzellen liegen deutlich unter diesen Wert. Die Nullparzellen kommen im Mittelwert auf 1:0,73. Damit haben sie im Versuch das höchste HNV. Die Versuchspartellen mit 5kg Mg besitzen ein HNV von 1:0,64. Annähernd gleich ist der Mittelwert der 10kg Mg Parzellen, diese liegen mit dem HNV bei 1:0,67. Auffallend ist die geringe Stohmenge in den 2 x 10kg/Mg Parzellen. Mit einem HNV von 1:0,2 im Mittelwert liegt die geerntete Strohmenge mehr als vier Mal unter den Untersuchungsergebnissen des LfL Bayern.

Korn-/Strohverhältnis

Parzelle	Korn	:	Stroh
1	1	:	0,59
2	1	:	0,90
3	1	:	0,73
4	1	:	0,71
5	1	:	0,67
6	1	:	0,63
7	1	:	0,52
8	1	:	0,73
9	1	:	0,55
10	1	:	0,70
11	1	:	0,65
12	1	:	0,79
13	1	:	0,21
14	1	:	0,17
15	1	:	0,19
16	1	:	0,21

Tabelle 3: Korn-/Strohverhältnis

Quelle: eigene Erhebung

Die Parzellen 13-16 haben in dem Versuch den Boden mit niedrigerer Feldkapazität. Die nutzbare Wasserkapazität bzw. nutzbare Feldkapazität ist in diesem Sandboden bei $0,10\text{cm}^3/\text{cm}^3$ (volumetrischer Bodenwassergehalt) (D.L. Rowell, Tab. 12.1, S. 434, 1994). Dies entspricht einer Wassermenge von $100\text{l}/\text{m}^3$ Boden. Die anderen Parzellen sind in der nFK im Vergleich zum Sandboden um $0,2\text{ cm}^3/\text{cm}^3$, bei gleicher Durchwurzelungstiefe im Vorteil. Sie besitzen lehmigen Sand als Boden, welcher sich mit $0,12\text{ cm}^3/\text{cm}^3$ nFK darstellt. Umgerechnet sind dies wiederum $120\text{l}/\text{m}^3$ Boden. Die Parzellen 1 und 2 besitzen im Vergleich den Boden mit der höchsten nFK. Sandiger Lehm hat ebenso eine höhere nFK als Parzellen 13-16. Diese liegt bei $140\text{l}/\text{m}^3$ Boden. Ebenso für die Wasserversorgung von Vorteil sind zum Einen, Humusgehalt des Bodens sowie die Durchwurzelungstiefe der Pflanzen. Humus hat die Fähigkeit, das 4 bis 5 fache seines eigenen Gewichtes an Wasser zu speichern. Die Durchwurzelungstiefe liegt bei Triticale bei ca. 1-1,5m Tiefe. Somit ergeben sich große Unterschiede in der Wasserversorgung der Pflanzen. Die Pflanzen auf den einzelnen Parzellen erreichen zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt den permanenten Welkepunkt. Der permanente Welkepunkt benennt den Zustand einer Pflanze, bei dem alles pflanzenverfügbare Wasser dem Boden entnommen wurde. Dies tritt bei einer Bodenwasserspannung von $1,5\text{MPa}$ auf. Permanentes Welken tritt dann auf, wenn die Wasservorräte der Pflanze, in der Nachtphase nicht wieder aufgefüllt werden können. Das temporäre Welken tritt daher schon früher auf, bevor der permanente Welkepunkt erreicht ist (D.L. Rowell, 1994). Der hohe Trockenstress und die dadurch hervorgehende Reduktion von Trieben und vor allem Blattmasse führen zu dem Ergebnis in der obigen Tabelle. Desweiteren hatte die zweite Gabe des Mg auf den Parzellen 13-16 eine Wachstumsfördernde Wirkung (genauer unter Kap. 4.10).

4.10 Ertrag

Bei der Auswertung des Ertrages der einzelnen Parzellen fallen, in den ersten zwölf Parzellen, deutliche Unterschiede auf. Die jeweiligen Erträge bewegen sich in einem Schwankungsbereich von 20,3dt/ha. Auffallend ist zudem der sehr niedrige Ertrag in den Parzellen der höchsten Magnesiumdüngung.

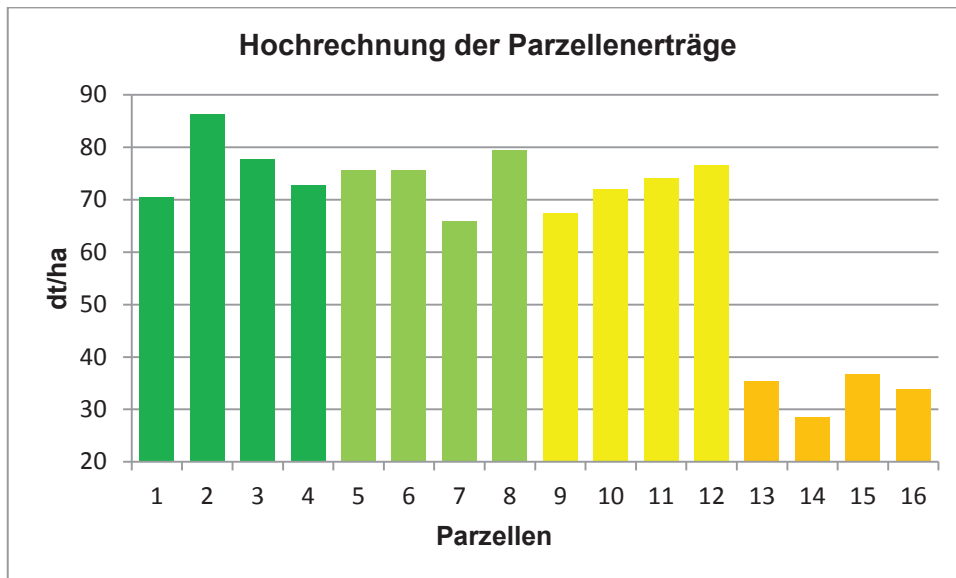


Abbildung 18: Ertrag der einzelnen Parzellen

Quelle: eigene Erhebung, eigene Darstellung

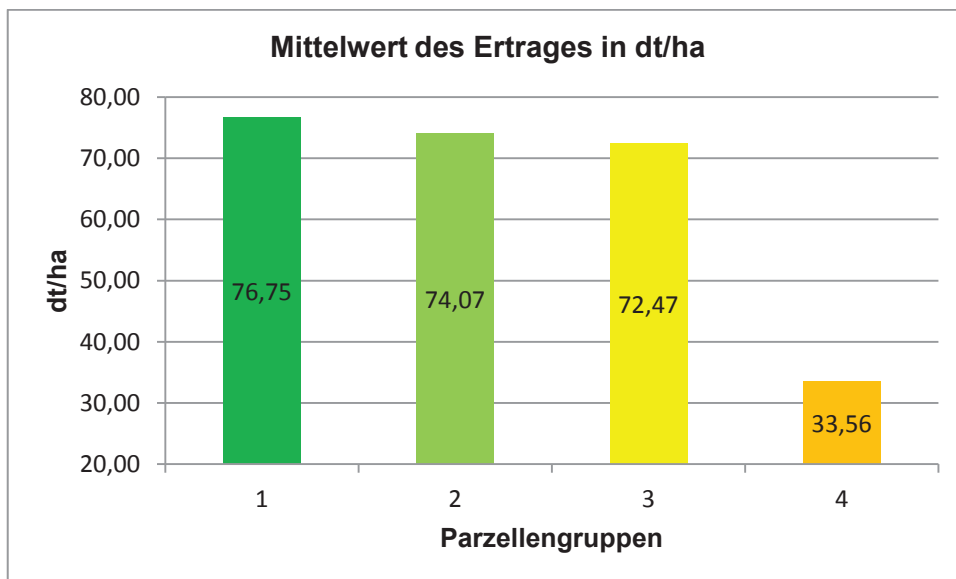


Abbildung 19: Ertrag der Parzellengruppen

Quelle: eigene Erhebung, eigene Darstellung

Wie im Kapitel 4.9 Korn-/Strohverhältnis erläutert, besitzen die Parzellen 13-16 (Abb.16) den Boden mit der niedrigsten nFK und hatten hohen Trockenstress. Parzellen 13-16 erhielten zu EC 51 eine Gabe von 10kg Mg/ha. Ausgebracht wurde diese Menge mit einer deutlich erhöhten Wassermenge von 5000 Litern/ha, da es technisch anders nicht möglich war. Zum Anrühren der Spritzbrühe benötigt man eine Mindestmenge an Wasser, sodass das Rührwerk in der Feldspritze das Mg-Präparat einmischen kann. Hierbei sind mit 200l Wasser gearbeitet worden. Diese Wassermenge musste mit dem gelösten Mg vollständig auf die Parzellen ausgebracht werden. Zu EC 51 hatte der Bestand der Parzellen 13-16 seine Triebe schon sehr reduziert. Durch die Gabe des Mg im Zusammenhang mit der hohen Wassermenge, welcher einem kleinen Regenschauer gleich kommt (2mm/m²), begann der Bestand sich weiterzuentwickeln und beendete die pflanzenphysiologischen Schutzmechanismen bei Trockenheit. Jedoch blieb es in den weiteren Tagen trocken. Der Bestand hat somit seine Notreserve zu früh entnommen. Es kommt zu einem Abbau der Fructane. Dadurch begann die Phase der Notreife. Die Fahnenblätter waren nicht mehr vorhanden oder bis zur Hälfte reduziert. Als der erste Regenschauer kam, standen die Pflanzen meist nur mit Halm und Ähre auf den Parzellen. Dies ist auf die starke „Sink“-Aktivität der Ähre zurückzuführen. Die unteren Blätter verhungerten durch den hohen Assimilateverbrauch der Ähre, ebenso wie das Fahnenblatt. Dies wird zudem durch die hohe Trockenheit gefördert. Hierbei wird die Photosynthese eingestellt, der Photosyntheseapparat abgebaut und die mobilen Stoffe umgelagert. Durch die fehlende „Source“, wurden nicht mehr ausreichend Assimilate produziert, um alle Körner auszubilden. Ebenso stagniert der Aufbau der TM von der Gesamtpflanze welches zu einem geringen HNV führt. Die Fahnenblattspreite einer Getreidepflanze ist an der PAR-Interzeption mit 49% beteiligt. Ebenso besitzt die Blattspreite des zweiten obersten Blattes 20% der PAR-Interzeption. Jedoch fallen diese aus. Lediglich die Grannen und Spelzen mit 10% PAR-Interzeption, sowie in geringem Maße der Blattstängel, liefern Energie zur Kornbildung (AUSTIN et al. 1977). Von diesen 10% wiederum, gelangen nur ca. 80% als Source in das Korn. (Thome U., Pflanzenbauskript, Spezieller Pflanzenbau I, S.166 Abb.: Stoffbildung nach der Blüte des Weizens, Hochschule Neubrandenburg, 07.06.2011) Die Ähren waren meist taub und oft nur mit wenigen Körnern besetzt, welche sehr klein und unausgebildet waren. Es ist außerdem ein Zusammenhang zu der TM Entwicklung herzustellen (Abb.15). Die höhere TM der Parzellengruppen 3 und 4 in der Jugendentwicklung führten zu einer größeren Blattmasse und somit zu einem höheren Verbrauch an Wasser, als die Parzellengruppen 1 und 2. Der ebenso daraus resultierende Wasserstress führte zu den Ergebnissen der Abb.19.

5. Diskussion

Magnesium gehört in der Pflanzenernährung zu den sekundären Hauptnährstoffen. Seine Funktionen sind für die biologischen Vorgänge in der Pflanze von großer Bedeutung (H. Knittel et. al.; Praxishandbuch Dünger und Düngung, S.55, 2003).

Die Steigerung der Düngeintensität auf der Versuchsfläche hat zur Folge, dass der Gehalt an Mg im Korn mit steigender Mg-Gabe ebenso ansteigt. Es zeigt sich dadurch eine Wirkung des Magnesiums in der Pflanze. Magnesium ist sehr phloemmobil und kann von den unteren Blättern leicht in Speicherorte der Pflanze verschoben werden. Ebenso wie im Korn der Gehalt an Mg erhöht ist, ist diese Steigerung im Stroh ebenfalls anzutreffen. Hier besitzt die Nullvariante wiederum den geringsten Anteil und die 2x10kg Mg Variante den höchsten Anteil an Magnesium. Die statistischen Auswertungen geben eine Absicherung auf die Repräsentativität der Untersuchungsergebnisse.

Das TKG jedoch, nimmt mit zunehmender Düngung ab. Nach Grimme (1987) steigert sich jedoch der TKG bei einer Düngung mit Bittersalz. Hier ist jedoch Schwefel ein weiterer Faktor welcher betrachtet werden muss. Jedoch hat Knittel et al. den Schluss aus dieser Untersuchung gefasst, dass Mg die Kornfüllung von Getreide positiv beeinflusst. Dem muss hier mit einer reinem Mg gedüngten Untersuchung widersprochen werden.

Die These der Arbeit: Eine Magnesiumdüngung steigert den Ertrag von Wintertriticale, trifft nicht zu. Nach den beschriebenen Funktionen von Mg in der Pflanze (S. Schubert, K. Mengel, H. Knittel) hat eine Düngung mit Mg einen positiven Effekt auf die Pflanze. Jedoch besitzt in diesem Versuch die Parzellengruppe den höchsten Ertrag an Korn, mit der geringsten Konzentration an Mg in der TM. Diese sind zum großen Teil unterversorgt, wenn man die Standartwerte der Literatur in Betracht zieht (D.L. Rowell).

Diese gravierenden Unterschiede lassen Vermutungen hinsichtlich der Wasserversorgung der Pflanzen zu. Eine erhöhte Versorgung mit Magnesium hat zufolge, dass die Konzentration von Kalium in der Pflanze abnimmt. Dies ist zurückzuführen auf die negative Korrelation zwischen dem Kalium-Ion und dem Magnesium-Ion. (Grimme et al. 1974) Dies hat wiederum Auswirkungen auf die Funktionen des K in der Pflanze. K liegt in den Versuchspartellen ebenso in niedrigen Gehaltsklassen vor. (Prüfbericht Agrolab) Somit lässt sich behaupten, dass die Pflanzen welche mehr Mg erhielten, weniger K in der Pflanze hatten und folglich „Die Ausnutzung des Wassers (...) bei unzureichender K⁺-Versorgung gemindert(...)“ (zit. in Mengel K.) wird. In weiteren Untersuchungen oder anderen Düngevarianten/Kombinationen, müsste diese Problematik genauer untersucht werden.

Der Schluss, dass die Parzellen mit 2x10kg Mg ein solch geringes HNV besitzen, lässt ebenso Vermutungen hinsichtlich der Überversorgung von Mg in Pflanzen zu. Die erhöhte Düngung des Mg kann eine Toxizität bewirkt haben. Durch den hohen Trockenstress waren die Pflanzen in ihrer Vitalität schon beeinträchtigt. Die Mg-Gabe hatte pflanzenphysiologisch zufolge, dass die Pflanze einen Ladungsausgleich zu bewältigen hatte. Dieser konnte bei Wassermangel im Boden über die Wurzel eher suboptimal erfolgen.

Daraus ergibt sich ein weiterer Faktor für die mögliche Ertragsdepression. Der Ladungsausgleich der Pflanze hat eine starke Versauerung der Wurzelumgebung zufolge. Die Pflanze muss zwei H^+ abgeben, um ein Mg^{2+} aufnehmen zu können. Die PH-Werte der Parzellenböden liegen bis auf wenige Ausnahmen, jedoch in der Gehaltsklasse C. (Prüfbericht Agrolab) Durch die Absenkung des PH-Wertes in der wurzelnahen Umgebung kann die Verfügbarkeit von anderen pflanzenrelevanten Nährstoffen negativ beeinflusst werden.

Vielleicht kann aufgrund dessen auch der erhebliche Einbruch der Trockensubstanzmessungen in den Parzellen erklärt werden. Die Untersuchungen der Arbeit geben Antwort auf eine reine magnesiumgedüngte Kultur. Jedoch bleiben viele offene Fragen welche in weiterführende Arbeiten geklärt werden müssen.

6. Zusammenfassung

In dieser Bachelorarbeit wurde der Einfluss einer gesteigerten Magnesium-Düngung auf den Ertrag von Wintertriticale im Feldversuch untersucht, dargestellt und diskutiert. Der Standort ist interessant, da Mg im Mangel vorliegt. Hierzu wurde ein Feldversuch angelegt, welcher nicht randomisiert war, jedoch als solcher ausgewertet wurde. Der Standort des Versuchs war in Wendefeld, nahe der Kleinstadt Gransee. Hier wurden vier Parzellengruppen mit jeweils vier Wiederholungen erstellt. Die Nullvariante, die 5kg/Mg/ha Variante, die 10kg/Mg/ha Variante, sowie die 2 x 10kg/Mg/ha Variante. Der Spritzmitteleinsatz, sowie die Düngung fanden ortsüblich statt.

Es wird die Frage geklärt, ob und wie eine Magnesiumdüngung auf den Ertrag einen Einfluss hat. Zur Ausbringung des Magnesiums wurde eine Feldspritze genutzt. Desweiteren erfolgte die Biomasseerhebung in jeder Parzelle, sowie mehrere Mg-Untersuchungen der Pflanzen der einzelnen Parzellen.

Zusammenfassend aus den Ergebnissen der Untersuchungen ist zu berichten, dass Magnesium einen direkten Einfluss auf die Kornqualität besitzt. Der Rohproteingehalt stieg je nach Düngeintensität an. Jedoch sanken die Kornerträge ebenso mit gesteigerter Düngung, wobei hier das Problem am Wassermangel lag. Wiederum auf den Wassermangel zurückzuführen ist, dass mit steigender Düngung, das TKG von Triticale sinkt. Ein weiterer Beweis für den Trockenstress, welcher den am wenigsten beeinflussbaren Ertragsfaktor dennoch beeinflusst, liefern die Ergebnisse der Landessortenversuche Brandenburg. Das TKG blieb bei der Sorte Sequenz im Mittel der Jahre 2009-2011 auf 46,9g/1000 Körner. In diesen Versuch liegen die gedüngten Parzellen unter diesem Wert.

Dies ist ein einjähriger Versuch, bei dem die Frühsommertrockenheit einen hohen Einfluss auf die Versuchsergebnisse hatte. Ebenso stellen die marginal unterschiedlichen Bodenzusammensetzungen eine wichtige Rolle, wobei der dadurch verursachte Ertragsrückgang nicht genau zu beziffern ist.

7. Abstract

In this thesis, the influence of increased magnesium fertilization on yield of winter triticale in the field experiment was investigated presented and discussed. The site is interesting because in the present Mg deficiency. For this purpose, a field test was applied, which was not randomized, but was evaluated as such. The location of the experiment was in turn field, near the small town Gransee. Four groups had been created with four replicates. The zero variant, the variant 5kg/Mg/ha that 10kg/Mg/ha variant, as well as 2x10kg/Mg/ha variant. The use of pesticides and fertilizers were held with local custom. It clarifies the question of whether and how a magnesium fertilization on yield has an influence. For application of magnesium a field sprayer was used. Furthermore, the biomass survey was conducted in each plot, as well as several studies of plant Mg of each parcel. In summary, from the results of the studies is to report that magnesium has a direct impact on the grain quality. The crude protein content increased, depending on the intensity of fertilizer. However, the grain yields also fell with increased fertilization, in which case the problem was the lack of water. Turn due to the lack of water is that with increasing fertilization, the TKG drops of triticale. Further evidence of the drought, which affected the least influenced yield factor nevertheless deliver the results, the country's Variety tests Brandenburg. These tests have as result, that Sequenz in the middle of the years 2009-2011 a TKG of 46.9 g/1000 grains. In this experiment, the fertilized plots were below it. This is a one-year experiment in which the early summer drought has a strong influence on the test results. Likewise those marginally different soil compositions play an important role, with the resultant drop in income cannot be quantified precisely.

8. Literaturverzeichnis

AGROLAB Laborgruppe, Prüfbericht, Auftragsnummer 399161, Sarstedt, 10.05.2012

aid Infodienst Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft e. V., Düngung nach guter Fachlicher Praxis, Benatzky Druck & Medien, 2006

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland, Gelbes Heft, 9. unveränderte Auflage, 2011

Börner K., Schlüter J. et al., Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Springer, 8. Auflage, 2009

Institut Koldingen, Baumert, Methodenbuch, 1-2. Teillieferung, 1997

Knittel H., Albert E. et al., Praxishandbuch Dünger und Düngung, 1. Auflage. Bergen/Dumme, Agrimedia GmbH, 2003

Mengel K., Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze, Gustav Fischer Verlag Jena, 1991

Rowell D. L., Bodenkunde, Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen, Springer, 1997

Scheffer F. /Schachtschnabel P. et al., Lehrbuch der Bodenkunde, Heidelberg- Berlin, Spektrum Akademischer Verlag, 15. Auflage, 2002

Schubert S., Pflanzenernährung Grundwissen Bachelor, Eugen Ulmer Stuttgart, 2006

Thome U., Pflanzenbauskript, Spezieller Pflanzenbau I, S.166 Abb.: Stoffbildung nach der Blüte des Weizens, Hochschule Neubrandenburg, 07.06.2011

URL:

http://www.agrolab.de/agrolab/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=32&lanl=de, (Stand: 22.06.2012)

URL:

<http://books.google.de/books?id=ZPKKx0wPHIAC&pg=PA530&lpg=PA530&dq=Fenpropidin+wirkung&source=bl&ots=vtqlsww9IK&sig=R4VLv3Rr2Ga1Xe86D0Hoe3Om8mo&hl=de&sa=X&ei=YWboT4OAYyTswaB7d2zAQ&ved=0CFkQ6AEwBg#v=onepage&q=Fenpropidin%20wirkung&f=false>, (Stand 25.06.2012)

URL:

http://www.google.de/imgres?imgurl=http://www.diercke.de/bilder/omeda/800/0577E.jpg&imgrefurl=http://www.diercke.de/kartenansicht.xtp?artId%3D978-3-14-100758-9%26seite%3D2%26id%3D13213%26kartennr%3D1&h=303&w=800&sz=33&tbnid=1WklReNB2l7n4M:&tbnh=45&tbnw=120&prev=/search%3Fq%3Dsander%2Beiszeit%26tm%3Disch%26tbo%3Du&zoom=1&q=sander+eiszeit&usg=__t0l5kkAG45tlJHKCOG7nHvQ8xvQ=&docid=0JNk9t0b47CLzM&hl=de&sa=X&ei=wxCZUL36JofTsgbxroHQDA&ved=0CDUQ9QEwAg&dur=364

URL:

http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_0880/0901b803808808da.pdf?filepath=de/pdfs/noreg/011-02127.pdf&fromPage=GetDoc, (Stand 25.06.2012)

URL:

<https://portal.bvl.bund.de/psm/jsp/DatenBlatt.jsp?kennr=024177-00V>, (Stand 25.06.2012)

URL:

<https://portal.bvl.bund.de/psm/jsp/DatenBlatt.jsp?kennr=043779-00> (Stand 25.06.2012)

URL:

http://www.staehler.ch/pdf/tmb/cycocolextra_d.pdf, (Stand 25.06.2012)



URL:

http://www.syngenta.com/country/ch/de/produkte-und-bereiche/landwirtschaft/Documents/DataSheets/TD-Sheets/fenikan_d.pdf (Stand 25.06.2012)

URL: <http://translate.google.de/#de/en/>

9. Anlagen

Anlage 1: Deckblatt Prüfbericht

	
AGROLAB Laborgruppe www.agrolab.de	Prüfbericht
Institut Koldingen GmbH Breslauer Str. 60, 31157 Sarstedt, Germany Tel.: +49 (05066) 90193-0, Fax: +49 (05066) 90193-35 eMail: koldingen@agrolab.de	MAIK MANTHEY ZABELSDORFER STR.9 WENTOW 16775 GRANSEE
Betriebs-Nr. 10075714 Auftragsnr. 399161 Betreuer Labor Externe Auftragsnr. Rechn.mehmer	Versorgungsstufen und Empfehlungen gemäß Vorgaben der LMS Mecklenb.-Vorpommern
Seite 3	
Sarstedt 10.05.2012 Erstbelund vom 17.04.2012 Laboreingang 20.03.2012 Probenahme 18.03.2012 Probennehmer Auftraggeber Labor Institut Koldingen Kundenbetreuer Frau Baumert Tel. 05066/90193-27	

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Der Prüfzeitraum entspricht dem Zeitraum zwischen dem Eingangsdatum und dem Belunddatum. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugswweise Vervollständigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

Anlage 2: Grunduntersuchung des Bodens



Prüfbericht

MAIK MANTHEY
ZABELSDORFER STR.9
WENTOW
16775 GRANSEE

Institut Koldingen GmbH

Breslauer Str. 60, 31157 Sarstedt, Germany
Tel.: +49 (05066) 90193-0, Fax: +49 (05066) 90193-35
eMail: koldingen@agrolab.de

Seite 2

Betriebs Nr. 10075714
Auftragsnr. 39F161
Betreuer Labor
Externe Auftragsnr.
Rechn.nummer
Sarstedt 10.05.2012
Erstbefund vom 17.04.2012
Laboreingang 20.03.2012
Probenahme 18.03.2012
Probenehmer Auftragsgeber
Labor Institut Koldingen
Kundenbetreuer Frau Baumert
Tel. 0506690193-27

Versorgungsstufen und Empfehlungen gemäß Vorgaben der LMS Mecklenb.-Vorpommern

Analysennummer	Prob.-Nr.	Feld- oder Schlagbezeichnung	Schlag Nr.	Bodenbenutzung	Bodenart	Kalk-Versorgung VDLUFA Bd. I, AS.1.1		Phosphor VDLUFA Bd. I, AG.2.1.2	Kalium VDLUFA Bd. I, AG.2.1.2	Magnesium VDLUFA Bd. I, AG.2.4.2
						pH-Wert	optim. pH-Bereich			
						P-H-Stufe	P-H-Stufe	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	Mg mg/100g
586411	1	0/1	1	A	sL	5,8 B	6,3 - 7,0	9	6	5,9
586412	2	0/2	2	A	sL	6,7 C	6,3 - 7,0	11	6	8,0
586413	3	0/3	3	A	IS	6,2 C	6,1 - 6,7	11	8	5,1
586414	4	0/4	4	A	IS	5,1 B	6,1 - 6,7	10	7	3,5
586415	5	5/1	5/001	A	IS	6,5 D	5,8 - 6,3	13	6	5,2
586416	6	5/2	5/002	A	IS	6,7 D	5,8 - 6,3	11	8	8,3
586417	7	5/3	5/003	A	IS	5,9 C	5,8 - 6,3	12	8	4,6
586418	8	5/4	5/004	A	IS	6,6 D	5,8 - 6,3	14	7	5,7
586419	9	10/1	10/001	A	IS	5,5 B	5,8 - 6,3	10	7	3,9
586421	10	10/2	10/002	A	IS	5,9 C	5,8 - 6,3	10	6	3,3
586422	11	10/3	10/003	A	IS	6,7 D	5,8 - 6,3	12	6	6,6
586423	12	10/4	10/004	A	IS	6,7 D	5,8 - 6,3	15	7	5,1
586424	13	20/1	20/001	A	S	5,5 C	5,4 - 5,8	11	7	2,5
586425	14	20/2	20/002	A	S	5,7 C	5,4 - 5,8	9	6	2,5
586426	15	20/3	20/003	A	S	5,4 C	5,4 - 5,8	12	8	3,3
586427	16	20/4	20/004	A	S	6,2 D	5,4 - 5,8	10	7	3,2

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Anlage 3: Düngeempfehlung der AGROLAB



Düngeempfehlung

MAIK MANTHEY
ZABELSDORFER STR.9
WENTOW
16775 GRANSEE

Institut Koldingen GmbH

Breslauer Str. 60, 31157 Sarstedt, Germany
Tel.: +49 (05066) 90193-0, Fax: +49 (05066) 90193-35
eMail: koldingen@agrolab.de

Betriebs-Nr.: 10075714
Auftragsnr.: 398161
Betreuer: Labor
Externe:
Auftragsnr.:
Rechnnehmer:

Sarstedt: 10.05.2012
Erstbefund vom: 17.04.2012
Laboreingang: 20.03.2012
Probenahme: 18.03.2012
Probennehmer:
Labor:
Institut Koldingen
Kundenbetreuer: Frau Baumert
Tel. 0506690193-27

Seite 4

Versorgungsstufen und Empfehlungen gemäß Vorgaben der LMS Mecklenb.-Vorpommern

Prob.-Nr.	Feld- oder Schlagbezeichnung	Schlag-Nr.	Bodenart	Bodennutzung	Kalk in dt/ha CaO			Phosphor-Bedarf			Kalium-Bedarf			Messwert																
					pH-Wert	Gehaltsstufe	Gesamtbedarf	P ₂ O ₅ (kg/ha)			K ₂ O (kg/ha)			MgO (kg/ha)																
								1. Jahr	2. Jahr	WW	WG	WR	ZR	SM	WW	WG	WR	ZR	SM											
1	0/1	1	A sL	N	5,8	B	41	0	9	B	117	113	101	107	137	6	A	135	132	123	215	315	5,9	A	55	54	51	80	80	
2	0/2	2	A sL	N	6,7	C	17	0	11	B	83	79	67	73	103	6	A	135	132	123	215	315	8,0	B	40	39	36	65	65	
3	0/3	3	A IS	N	6,2	C	14	0	10	B	83	79	67	73	103	8	B	75	72	63	155	255	5,1	A	55	54	51	80	80	
4	0/4	4	A IS	N	5,1	B	58	56	2	10	C	65	61	49	55	85	6	B	99	96	87	179	279	5,2	B	65	64	61	90	90
5	5/1	5001	A IS	N	6,5	D	0	0	13	C	65	61	49	55	85	6	B	99	96	87	179	279	5,2	B	65	64	61	90	90	
6	5/2	5002	A IS	N	6,7	D	0	0	11	B	83	79	67	73	103	8	B	81	78	69	161	261	8,3	C	32	31	28	57	57	
7	5/3	5003	A IS	N	5,9	C	10	10	12	B	83	79	67	73	103	8	B	81	78	69	161	261	4,6	B	65	64	61	90	90	
8	5/4	5004	A IS	N	6,6	D	0	0	14	C	65	61	49	55	85	7	B	81	78	69	161	261	5,7	B	65	64	61	90	90	
9	10/1	10001	A IS	N	5,5	B	19	19	10	B	83	79	67	73	103	7	B	81	78	69	161	261	3,9	A	78	77	74	103	103	
10	10/2	10002	A IS	N	5,9	C	10	10	10	B	83	79	67	73	103	6	B	99	96	87	179	279	3,3	A	78	77	74	103	103	
11	10/3	10003	A IS	N	6,7	D	0	0	12	B	83	79	67	73	103	6	B	99	96	87	179	279	6,6	B	48	47	44	73	73	
12	10/4	10004	A IS	N	6,7	D	0	0	15	C	65	61	49	55	85	7	B	81	78	69	161	261	5,1	B	65	64	61	90	90	
13	20/1	20001	A S	N	5,5	C	6	6	11	B	83	79	67	73	103	7	B	87	84	75	167	267	2,5	A	78	77	74	103	103	
14	20/2	20002	A S	N	5,7	C	6	6	9	B	117	113	101	107	137	6	B	99	96	87	179	279	2,5	A	78	77	74	103	103	
15	20/3	20003	A S	N	5,4	C	6	6	12	B	83	79	67	73	103	8	C	75	72	63	155	255	3,3	A	78	77	74	103	103	
16	20/4	20004	A S	N	6,2	D	0	0	10	B	83	79	67	73	103	7	B	87	84	75	167	267	3,2	A	78	77	74	103	103	

Quelle: AGROLAB Laborgruppe

Anlage 4: Prüfbericht der Pflanzenuntersuchungen Teil 1

LUFA-ITL GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany
 Fax: +49(0431)1228-498
 eMail: zentrale@lufa-iti.de

AGROLAB
Laborgruppe
 www.agrolab.de



LUFA - ITL Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Maik Manthey
 Zabelsdorfer Str. 9
 Wentow
 16775 Gransee

Datum 10.10.2012

Kundennr. 10052025

Seite 1 von 3

PRÜFBERICHT

Auftragsnr. 1033279	Auftragsname -	Probeneingang 24.09.12			
Analysen- nummer	Proben- bezeichnung	Produktkennung	Substanz	Ergebnis	Einheit
225674	Korn - Probennummer 1 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11	%
225675	Korn - Probennummer 2 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11	%
225676	Korn - Probennummer 3 //	Kunststoffbeutel	OS	0,09	%
225677	Korn - Probennummer 4 //	Kunststoffbeutel	OS	0,08	%
225678	Korn - Probennummer 5 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11	%
225679	Korn - Probennummer 6 //	Kunststoffbeutel	OS	0,10	%
225680	Korn - Probennummer 7 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11	%
225681	Korn - Probennummer 8 //	Kunststoffbeutel	OS	0,10	%
225682	Korn - Probennummer 9 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11	%
225683	Korn - Probennummer 10 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11	%
225684	Korn - Probennummer 11 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11	%
225685	Korn - Probennummer 12 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11	%
225686	Korn - Probennummer 13 //	Kunststoffbeutel	OS	0,13	%
225687	Korn - Probennummer 14 //	Kunststoffbeutel	OS	0,14	%
225688	Korn - Probennummer 15 //	Kunststoffbeutel	OS	0,15	%
225689	Korn - Probennummer 16 //	Kunststoffbeutel	OS	0,15	%
225690	Stroh - Probennummer 17 //	Kunststoffbeutel	OS	0,04	%
225691	Stroh - Probennummer 18 //	Kunststoffbeutel	OS	0,04	%
225692	Stroh - Probennummer 19 //	Kunststoffbeutel	OS	0,03	%
225693	Stroh - Probennummer 20 //	Kunststoffbeutel	OS	0,04	%
225694	Stroh - Probennummer 21 //	Kunststoffbeutel	OS	0,05	%



Quelle: AGROLAB Laborgruppe

Anlage 5: Prüfbericht der Pflanzenuntersuchungen Teil 2

LUFA-ITL GmbH

Dr.-Hehl-Str. 6, 24107 Kiel, Germany
Fax: +49(0)431)1228-498
eMail: zentrale@lufa-itl.de


Datum 10.10.2012
Kundennr. 10052025
Seite 2 von 3

Auftragsnr.	Auftragsname	Probeneingang			
1033279	-	24.09.12			
Analysennummer	Probenbezeichnung	Produktkennung	Substanz	Ergebnis Einheit	Parameter
225695	Stroh - Probennummer 22 //	Kunststoffbeutel	OS	0,04 %	Magnesium
225696	Stroh - Probennummer 23 //	Kunststoffbeutel	OS	0,05 %	Magnesium
225697	Stroh - Probennummer 24 //	Kunststoffbeutel	OS	0,04 %	Magnesium
225698	Stroh - Probennummer 25 //	Kunststoffbeutel	OS	0,06 %	Magnesium
225699	Stroh - Probennummer 26 //	Kunststoffbeutel	OS	0,05 %	Magnesium
225700	Stroh - Probennummer 27 //	Kunststoffbeutel	OS	0,04 %	Magnesium
225701	Stroh - Probennummer 28 //	Kunststoffbeutel	OS	0,04 %	Magnesium
225702	Stroh - Probennummer 29 //	Kunststoffbeutel	OS	0,07 %	Magnesium
225703	Stroh - Probennummer 30 //	Kunststoffbeutel	OS	0,07 %	Magnesium
225704	Stroh - Probennummer 31 //	Kunststoffbeutel	OS	0,06 %	Magnesium
225705	Stroh - Probennummer 32 //	Kunststoffbeutel	OS	0,06 %	Magnesium
225718	Fahnenblätter - Probennummer 33 //	Kunststoffbeutel	OS	0,13 %	Magnesium
225719	Fahnenblätter - Probennummer 34 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11 %	Magnesium
225720	Fahnenblätter - Probennummer 35 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11 %	Magnesium
225721	Fahnenblätter - Probennummer 36 //	Kunststoffbeutel	OS	0,10 %	Magnesium
225722	Fahnenblätter - Probennummer 37 //	Kunststoffbeutel	OS	0,09 %	Magnesium
225723	Fahnenblätter - Probennummer 38 //	Kunststoffbeutel	OS	0,13 %	Magnesium
225724	Fahnenblätter - Probennummer 39 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11 %	Magnesium
225725	Fahnenblätter - Probennummer 40 //	Kunststoffbeutel	OS	0,09 %	Magnesium
225726	Fahnenblätter - Probennummer 41 //	Kunststoffbeutel	OS	0,12 %	Magnesium
225727	Fahnenblätter - Probennummer 42 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11 %	Magnesium
225728	Fahnenblätter - Probennummer 43 //	Kunststoffbeutel	OS	0,10 %	Magnesium
225729	Fahnenblätter - Probennummer 44 //	Kunststoffbeutel	OS	0,11 %	Magnesium
225730	Fahnenblätter - Probennummer 45 //	Kunststoffbeutel	OS	0,27 %	Magnesium
225731	Fahnenblätter - Probennummer 46 //	Kunststoffbeutel	OS	0,22 %	Magnesium
225732	Fahnenblätter - Probennummer 47 //	Kunststoffbeutel	OS	0,22 %	Magnesium

Quelle: AGROLAB Laborgruppe

Anlage 6: Prüfbericht der Pflanzenuntersuchungen Teil 3

AGROLAB
Laborgruppe
www.agrolab.de



LUFA-ITL GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany
Fax: +49(0431)1228-498
eMail: zentrale@lufa-itl.de

Datum 10.10.2012
Kundenr. 10052025
Seite 3 von 3

Auftragsnr.	Auftragsname	Produktkennung	Substanz	Ergebnis	Einheit	Parameter
1033279	-					
				<i>Probeneingang</i> 24.09.12		
<i>Analysen-</i> <i>nummer</i>	<i>Proben-</i> <i>bezeichnung</i>	<i>Produktkennung</i>	<i>Substanz</i>	<i>Ergebnis</i>	<i>Einheit</i>	<i>Parameter</i>
225733	Fahnenblätter - Probennummer 48 //	Kunststoffbeutel	OS	0,23	%	Magnesium
225734	MIX: Korn - Probennummer 1 // Korn - Probennummer 2 // Korn - Probennummer 3 // Korn - Probennummer 4 //	-	OS	10,1	%	Rohprotein (Nx6,25)
225737	MIX: Korn - Probennummer 5 // Korn - Probennummer 6 // Korn - Probennummer 7 // Korn - Probennummer 8 //	-	OS	10,3	%	Rohprotein (Nx6,25)
225738	MIX: Korn - Probennummer 9 // Korn - Probennummer 10 // Korn - Probennummer 11 // Korn - Probennummer 12 //	-	OS	10,8	%	Rohprotein (Nx6,25)
225739	MIX: Korn - Probennummer 13 // Korn - Probennummer 14 // Korn - Probennummer 15 // Korn - Probennummer 16 //	-	OS	13,7	%	Rohprotein (Nx6,25)

Methodenliste


Parameter	Methode
Magnesium	VDLUFA VII 2.2.2.6
Rohprotein (Nx6,25)	VDLUFA III 4.1.1

LUFA - ITL Frau Stieler, Tel. 0431/1228-300
Kundenbetreuung, Futtermittel

Verteiler
HOCHSCHULE NEUBRANDENBURG, Herr Seggewiss

Beginn der Prüfungen: 02.10.12
Ende der Prüfungen: 10.10.12

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.



Quelle: AGROLAB Laborgruppe

Anlage 7: ANOVA, Kornerträge der Parzellengruppen

Anova: einfaktorielle Varianzanalyse:		Erträge der Parzellen				
ZUSAMMENFASSUNG	Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Varianz	
Nullvariante		4	306,98	76,745	48,48816667	
5kg Mg		4	296,3	74,075	33,26276667	
10kg Mg		4	289,89	72,4725	15,42549167	
2 x 10kg Mg		4	134,26	33,565	12,8007	
ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	5047,317219	3	1682,439073	61,19232787	0,000000152	3,490294821
Innerhalb der Gruppen	329,931375	12	27,49428125			
Gesamt	5377,248594	15				

Nullvariante	5kg Mg	10kg Mg	2 x 10kg Mg
70,51	75,5	67,31	35,26
86,18	75,5	71,94	28,49
77,64	65,88	74,07	36,68
72,65	79,42	76,57	33,83

Quelle: eigene Darstellung

Anlage 8: ANOVA, Stroherträge der Parzellengruppen

Anova: einfaktorielle Varianzanalyse:		Erträge Stroh				
ZUSAMMENFASSUNG						
Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Varianz		
Nullvariante	4	2,929795	0,73244875	0,015767462		
5kg Mg	4	2,5487825	0,637195625	0,007906811		
10kg Mg	4	2,6893075	0,672326875	0,009637327		
2 x 10kg Mg	4	0,785345	0,19633625	0,000352526		
ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	0,722262679	3	0,240754226	28,60662108	0,00000095	3,490294821
Innerhalb der Gruppen	0,100992379	12	0,008416032			
Gesamt	0,823255058	15				

Nullvariante	5kg Mg	10kg Mg	2 x 10kg Mg
0,5935	0,6705	0,5509	0,2069
0,8984	0,6296	0,6999	0,1716
0,7254	0,5189	0,6521	0,1926
0,7125	0,7298	0,7864	0,2142

Quelle: eigene Darstellung

Anlage 9: ANOVA, Tausendkorngewicht

Anova, einfaktorielle Varianzanalyse:		Tausendkorngewicht				
ZUSAMMENFASSUNG						
Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Varianz		
Nullvariante	4	183,06675	45,7666875	6,193035141		
5kg Mg	4	173,26775	43,3169375	3,810341266		
10kg Mg	4	168,3315	42,082875	0,492069937		
2 x 10kg Mg	4	122,544	30,636	3,414457125		
ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	541,8694872	3	180,6231624	51,94088164	0,0000003798	3,490294821
Innerhalb der Gruppen	41,72971041	12	3,477475867			
Gesamt	583,5991976	15				

Nullvariante	5kg Mg	10kg Mg	2 x 10kg Mg
42,04	45,45	41,38	33,13
47,12	41,15	41,63	28,97
47,12	42,29	42,46	29,55
46,79	44,37	42,87	30,89

Quelle: eigene Darstellung

Anlage 10: ANOVA, Magnesiumgehalte des Korn's

Anova, einfaktorielle Varianzanalyse:		Mg-Gehalt des Korn's				
ZUSAMMENFASSUNG	Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Varianz	
Nullvariante		4	0,39	0,0975	0,000225	
5kg Mg		4	0,42	0,105	3,33333E-05	
10kg Mg		4	0,44	0,11	0	
2 x 10kg Mg		4	0,57	0,1425	9,16667E-05	
ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F- Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	0,004725	3	0,001575	18	0,0000973	3,490294821
Innerhalb der Gruppen	0,00105	12	0,0000875			
Gesamt	0,005775	15				

Nullvariante	5kg Mg	10kg Mg	2 x 10kg Mg
0,11	0,11	0,11	0,13
0,11	0,10	0,11	0,14
0,09	0,11	0,11	0,15
0,08	0,10	0,11	0,15

Quelle: eigene Darstellung

Anlage 11: ANOVA, Magnesiumgehalt des Stroh's

Anova, einfaktorielle Varianzanalyse:		Mg-Gehalt des Stroh's				
ZUSAMMENFASSUNG						
Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Varianz		
Nullvariante	4	0,15	0,0375	0,000025		
5kg Mg	4	0,18	0,045	3,33333E-05		
10kg Mg	4	0,19	0,0475	9,16667E-05		
2 x 10kg Mg	4	0,26	0,065	3,33333E-05		
ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	0,001625	3	0,000541667	11,81818182	0,000678488	3,490294821
Innerhalb der Gruppen	0,00055	12	4,58333E-05			
Gesamt	0,002175	15				

Nullvariante	5kg Mg	10kg Mg	2 x 10kg Mg
0,04	0,05	0,06	0,07
0,04	0,04	0,05	0,07
0,03	0,05	0,04	0,06
0,04	0,04	0,04	0,06

Quelle: eigene Darstellung

Anlage 12: ANOVA, Magnesiumgehalt der Fahnenblätter

Anova, einfaktorielle Varianzanalyse:		Mg-Gehalt der Fahnenblätter				
ZUSAMMENFASSUNG						
Gruppen	Anzahl	Summe	Mittelwert	Varianz		
Nullvariante	4	0,45	0,1125	0,000158333		
5kg Mg	4	0,42	0,105	0,000366667		
10kg Mg	4	0,44	0,11	6,66667E-05		
2 x 10kg Mg	4	0,94	0,235	0,000566667		
ANOVA						
Streuungsursache	Quadratsummen (SS)	Freiheitsgrade (df)	Mittlere Quadratsumme (MS)	Prüfgröße (F)	P-Wert	kritischer F-Wert
Unterschiede zwischen den Gruppen	0,04761875	3	0,015872917	54,81294964	0,000000282	3,490294821
Innerhalb der Gruppen	0,003475	12	0,000289583			
Gesamt	0,05109375	15				

Nullvariante	5kg Mg	10kg Mg	2 x 10kg Mg
0,13	0,09	0,12	0,27
0,11	0,13	0,11	0,22
0,11	0,11	0,10	0,22
0,10	0,09	0,11	0,23

Quelle: eigene Darstellung

10. Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass diese Bachelorarbeit selbstständig und ausschließlich mit den im Quellenverzeichnis angegebenen Dokumenten erarbeitet wurde. Übernommene Gedanken von Autoren, Diagramme und Abbildungen sind dementsprechend gekennzeichnet.

Neubrandenburg, den 07.11.2012

Maik Manthey