Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Fachgebiet

Prof. Dr. Seggewiß

Bachelorarbeit

“Untersuchung zur standortspezifischen Ausprägung von Ertragskomponenten bei Winterweizen auf einem heterogenen Praxis Feld. “

von

Andre Meyers

Neubrandenburg

25.04.2019

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis II

Abbildungsverzeichnis III

Tabellenverzeichnis IV

1 Einleitung 1

1.1 Stand des Wissens 2

1.1.1 Ertrags Strukturen 2

1.1.2 Bodenkundliche Aspekte 3

2 Material und Methoden 7

2.1 Standort 7

2.2 Witterung 9

Wetter und Klima 9

2.3 Bestandesführung 11

2.4 Beprobung 12

2.5 Analyse und Auswertung 16

2.5.1 Auswertungsprogramme 17

3 Ergebnisse 18

3.1.1 Allgemeines Pflanzenwachstum 18

4 Diskussion 23

4.1 Allgemeines Pflanzenwachstum 23

5 Zusammenfassung 25

A Anhang A-1

B Quellenverzeichnis B-7

Eidesstattliche Erklärung B-1

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Ertragsfaktoren 2
Abbildung 2 Bodenart 6
Abbildung 3 Versuchsstandort 7
Abbildung 4 Bodenarten des Standortes 8
Abbildung 5 Klima des Standortes gemittelt 2017 9
Abbildung 6 Niederschlagsmengen 10
Abbildung 7 Temperaturen und Frosttage 2016/2017 10
Abbildung 8 Lage der einzelnen Punkte im Schlag 13
Abbildung 9 Ertragskarte 14
Abbildung 10 Geländemodell 15
Abbildung 11 Boxplot von Ertrag und Standort 18
Abbildung 12 Mittelwert von Ertrag, Bodenart und Bodenpunkten 20
Abbildung 13 Mittelwert von Ertrag und pH-Wert 21
Abbildung 14 negative Korrelation zwischen TKM und Anzahl der Ähren 22
Abbildung 15 Relativerträge von TobaK 23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Stickstoffeintrag 12
Tabelle 2 Ertrag im Mittelwert, Minimum und Maximum 19

1 Einleitung

Winterweizen wird derzeit auf 3,1 Millionen Hektar in Deutschland angebaut und stellt damit im bundesweiten Vergleich die größte Anbaufläche dar. Die Wahl der Sorte und Aussaatstärke unter Berücksichtigung des Standortes ist die erste wichtige Entscheidung in der Weizenproduktion. In der Praxis ist es ausschlaggebend welche Saatstärke auf den standortspezifischen Flächen den besten Ertrag erzielt. Ziel sollte es sein, ein möglichst Homogenen Ertrag auf den unterschiedlichen Standorten zu erreichen. Die ertragsphysiologischen Auswirkungen an unterschiedlichen Standorten sowie die Auswirkungen auf die lagerbestimmenden Faktoren, beschrieb unter anderem bereits Gerhard Geisler 1983 in seinem Buch „Ertragsphysiologie von Kulturarten des gemäßigten Klimas“.

Seitdem sind die durchschnittlichen Erträge im Weizenanbau von 54,4 dt auf über 80 dt in Deutschland gestiegen. Der Ertragsaufbau der neuen Sorten ist jedoch kaum noch zu vergleichen. Die Ertragssteigerung der letzten 40 Jahre fußt vor allem auf der „signifikanten Erhöhung der Kornzahl pro Ähre, während die Anzahl der Ähren tragenden Halme und das Tausendkorngewicht weitestgehend konstant geblieben sind“ (Ahlemeier und Friedt 03/2012 praxisnah.de).

Zusätzlich muss sich der Pflanzenbau heute mit neuen Fragestellungen beschäftigen. Dazu gehören das Precision Farming und die daraus resultierende ökonomisch umweltschonende Pflanzenproduktion. Um Anpassungenim Pflanzenanbau vornehmen zu können, muss verstanden werden, wie die einzelnen Teilflächen auf eine veränderte Intensität im Einsatz der einzelnen Betriebsmittel reagieren. Pflanzenbauliche Rückschlüsse lassen sich im Allgemeinen nur über langjährige Feldversuche erzielen. Dies hängt vor allem von der stark schwankenden Witterung ab, welche als Umwelteffekt die erzielten Ergebnisse stark beeinflusst. Im Anbaujahr 2016/2017 herrschte bei der Aussaat zunächst ein sehr trockenes Klima. Einprägsam war vor allem das streifige Auflaufen der Frühsaaten, wobei die Unterschiede sich mit den einsetzenden Niederschlägen langsam egalisierten. Der Winter war in der Folge, wie in den letzten Jahren, entsprechend mild und es folgte ein kühles Frühjahr, welches für die Bestockung und Ährendifferenzierung förderlich war. Der Sommer war nicht besonders warm, jedoch zunehmend niederschlagreich, sodass insgesamt von guten Bedingungen für die Kornfüllung, und auch günstigen Bedingungen für das Auftreten von Lager auszugehen war. Der angelegte Versuch soll in diesem speziellen Jahr einen Einblick in die Ertragsphysiologie sowie die Qualitätsparameter von zehn verschiedenen heterogenen Standorten der Sorte Tobak im Anbaujahr 2016/2017 in Mecklenburg-Vorpommern geben.

1.1 Stand des Wissens

1.1.1 Ertrags Strukturen

Durch Züchtung, Klimawandel und frühe Aussaaten wird in der Forschung die Einkörnung des Weitzens kontinuierlich erhöht. Ziel der Forschung der letzten Jahre ist es, die Kornzahl pro Ähre signifikant zu erhöhen wobei die Anzahl der Ähren tragenden Halme und das Tausendkorngewicht weitestgehend konstant blieben sollen.
Nach dreijährigen, mehrortigen Exaktversuchen der Uni Gießen an 90 Weizensorten konnte zwischen 1966–2007 mit immer leistungsfähigeren Sorten die Kornzahl pro Ähre um 5,6 Körner bei ortsüblicher Behandlung und 6,8 Körner in der unbehandelten Variante erhöht werden.
In der Praxis ist aber seit über 10 Jahren kein signifikanter Ertragsfortschritt festzustellen. Laut einer Analyse der vergangenen Wertprüfungsjahre von 1998 bis 2012 des Bundessortenamtes war bundesweit im Mittel aller jeweils geprüften WP3-Stämme ein Ertragsanstieg um knapp 2% festzustellen. Die Kornzahl je Ähre bei großen Jahresschwankungen in diesem Zeitraum um etwa 6%, die Tausendkornmasse und Bestandesdichte sanken jeweils um ca. 2%.
Die Untersuchung zeigt das es nicht um die Sorteneffekte und den Zuchtfortschritt geht, sondern um die Ertragsbildung unter den Wachstumsbedingungen der letzten

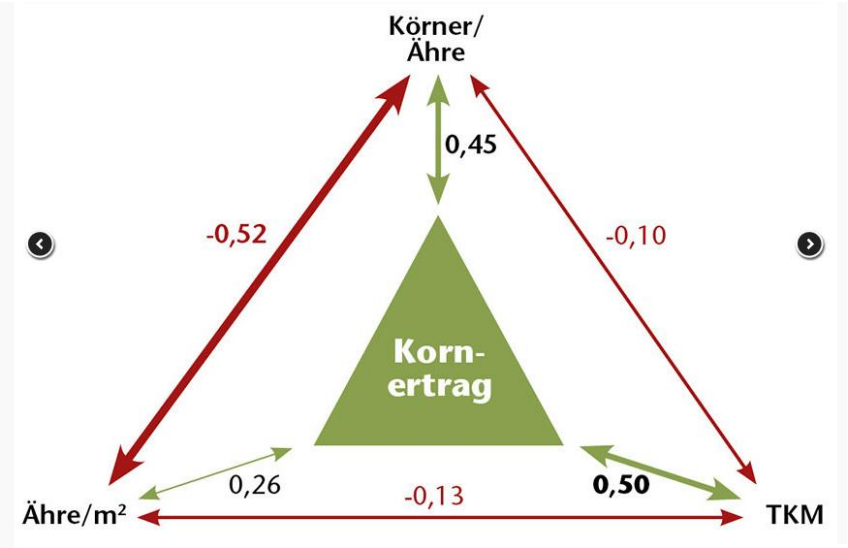


Abbildung 1 Ertragsfaktoren
Quelle: Geisler

15 Jahre. Dabei variierte die Bestandesdichte in den Einzeljahren zwischen 500 und 610 Ähren je m², die Kornzahl je Ähre zwischen 33 und 42, die Tausendkornmasse reichte von 44 g bis 51 g, der Kornertrag von 86 bis 110 dt/ha.
In der Praxis ist der Zusammenhang der einzelnen Ertragsfaktoren die Kornerträge bestimmen relevant (Geisler, 1983).

1.1.2 Bodenkundliche Aspekte

Pflanzenwachstum und Ertrag

Die Biomasseproduktion für Nahrung und pflanzliche Rohstoffe entsteht durch Wachstum auf der Basis der Fotosynthese und weiteren Wachstumsfaktoren - physikalischer, chemischer oder biotischer Natur. Ertragsfaktoren sind Klima- und Bodenfaktoren, Verfügbarkeit von Wasser, von Nährstoffen, Anwesenheit von toxischen Stoffen, pH-Wert des Substrates und organische Substanzen.

Die quantitativen Zusammenhänge werden in Vegetationsversuchen und mittels analytischer Methoden ermittelt. Die Ergebnisse werden in Form von statistischen Aussagen bzw. als Ertragsgesetz dargestellt. Ein Beispiel hierfür ist das liebigsche Minimumgesetz. Dargestellt im Bild der Minimum-Tonne oder das Optimumgesetz und weitere Ergebnisse zu Wachstumsfaktoren.

Untersucht und optimiert, werden auch die Ertragsmöglichkeiten in Zusammenhang von Düngung, Bewässerung, Resistenz der Pflanzen durch Ernährungsfaktoren, Ertragsqualität oder Nahrungsqualität, z.B. Proteingehalt in Weizen oder Nitratgehalt in Blattgemüse.

Nährstoffe sind für Pflanzen diejenigen anorganischen und organischen Verbindungen, denen sie die Elemente entnehmen können, aus denen ihr Körper aufgebaut ist. Als Nährstoffe werden oft auch diese Elemente selbst bezeichnet.

Je nach dem Standort der Pflanze (terrestrisch oder aquatisch) werden die Nährstoffe aus der Luft, dem Wasser und dem Boden entnommen. Dabei handelt es sich meistens um einfache anorganische Verbindungen wie Wasser (H2O) und Kohlendioxid (CO2) sowie Ionen, wie Nitrat (NO3−), Phosphat (PO43−) und Kalium (K+).

Die Verfügbarkeit der Nährstoffe ist unterschiedlich. Sie hängt vom chemischen Verhalten des Nährstoffs und von den Standortbedingungen ab. Da die Nährstoff-Elemente in einem bestimmten Mengenverhältnis benötigt werden, begrenzt meist die Verfügbarkeit eines Elementes das Wachstum der Pflanzen. Führt man dieses Element zu, steigert sich das Wachstum.

Eine Einteilung von Nährstoffen ist je nach Fragestellung auf unterschiedliche Weise möglich. Neben der Einteilung nach nicht-mineralisch, mineralisch oder organisch wird auch eine Gruppierung nach der Verfügbarkeit, Mobilität, Notwendigkeit oder nach der benötigten Menge des Nährstoffes getroffen. Man kann Kernnährelemente von Hauptnährelementen und Mikronährelementen unterscheiden.

Eine wichtige Einteilung der Nährstoffe erfolgt nach ihrer Notwendigkeit. Ein notwendiger, essentieller Nährstoff z.B. Kalium. Lebensnotwendig sind, neben den Kernelementen der

organischen Substanz (C, O, H, N und P), noch K, S, Ca, Mg, Mo, Cu, Zn, Fe, B, Mn, Cl bei höheren Pflanzen Co und Ni alternativ erforderliche, substituierbare Nährstoffe. Dabei geht es vor allem um unterschiedliche Bindungsformen eines Kernelements, z.B. Stickstoff als Nitrat, Ammonium oder Aminosäure. Ein nützlicher Nährstoff ist Na+, als teilweiser Funktionsersatz für K+. Entbehrliche Nährstoffe sind etwa 70 Elemente, die natürlich vorkommen. Für die Pflanzenernährung entbehrlich ist zum Beispiel Jod, das für Tiere und Menschen lebensnotwendig ist.

Die Mechanismen der Nährstoffaufnahme sowie die Nutzbarkeit der Nährstoffe für die Pflanzen sind abhängig von biologischen Prozessen, physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften bzw. der physikalischen und chemischen Wasserqualität. Wichtige Einflussgrößen sind an Land das verfügbare Bodenvolumen. Die Beschaffenheit der Rhizosphäre, die Bodenfeuchte, der Boden-pH in der Bodenlösung, die Sorption der Nährstoffe und die Mobilität bzw. Wasserlöslichkeit des Nährstoffs sind entscheidend. Temperatur- und Feuchteverlauf bestimmen die Mineralisierung organischer Substanz durch die Bodenlebewesen.

Zu beachten sind bei der Ermittlung des Nährstoffbedarfes in terrestrischen Biotopen deshalb besonders der pH-Wert des Substrates und die Wirkung der verwendeten Nährstoffverbindung auf die Bodenreaktion. Stickstoff kann als basisch wirkendes Nitrat-Ion NO3−, als sauer wirkendes Ammonium NH4+ oder als basisch wirkender Kalkstickstoff CaCN2 eingesetzt werden. Kalkammonsalpeter liefert den Stickstoff zwar in neutralisierter, aber sauer reagierender Form.

Die vorhandene Pufferkapazität des Substrates ist wichtig für die Vermeidung eines zu hohen Salzgehalts in der "Nährlösung", also dem Porenwasser des Bodens. Neben der osmotischen Schadwirkung zu konzentrierter Nährsalze treten toxische Reaktionen, besonders von Mikronährstoffen, schon bei geringen Konzentrationen auf. Die relative Toxizität von Boraten liegt um den Faktor 1000 höher, als die von Natriumsulfat, das ggf. rein osmotisch schädigt.

Der Wurzelraum die Rhizosphäre

Der Begriff Rhizosphäre bezeichnet den unmittelbar durch eine lebende Wurzel beeinflussten Raum im Boden. Die Beeinflussungen können physikalischer, chemischer und biologischer Natur sein. Im Allgemeinen wird eine Zone bis 40 mm² um die Wurzel als Rhizosphäre bezeichnet. Dieser Bereich ist bodenökologisch von besonderem Interesse, da hier Boden, Pflanzen und Lebewesen (insbesondere Mikroorganismen) interagieren.

Die Rhizosphäre wird stark durch Stoffe geprägt, die von der Pflanze abgegeben werden, sogenannte Exsudate. Sie unterscheidet sich außerdem vom umgebenden Boden durch

geringere Nährstoff- und Sauerstoffkonzentrationen, da beides durch die Pflanze verbraucht wird. Auch der pH-Wert kann sich hier um mehrere Einheiten vom umgebenden Boden unterscheiden.

Insbesondere durch die abgegebenen Exsudate und die besseren pH-Wert-Bedingungen zeichnet sich die Rhizosphäre durch eine zumeist wesentlich höhere Organismen-Besatzdichte aus (5 bis 50-fach). Dieses Phänomen wird als Rhizosphäreneffekt bezeichnet. Die Rhizosphäre ist ein wichtiger Lebensraum für unterschiedlichste Biozönosen, die vor allem aus Nematoden, Pilzen (Mykorrhiza) und anderen Mikroorganismen bestehen. Der höhere Organismenbesatz führt einerseits zu Konkurrenz zwischen Wurzel und Bodenorganismen, andererseits können diese aber auch zusätzliche Nährstoffe für die Pflanze verfügbar machen z. B. Rhizobien oder andere Bioeffektoren.

Die Bodenumgebung

Als Bioeffektoren werden lebende Mikroorganismen sowie Wirkstoffe aus Pflanzen, Pflanzenrückständen und Abfällen bezeichnet, die das Wachstum, die Nährstoffaneignung und die Widerstandskraft von Kulturpflanzen gegenüber Pflanzenkrankheiten und Stressfaktoren fördern.

Bioeffektoren sollen die Vitalität von Nutzpflanzen und damit deren Widerstandskraft gegen Krankheiten erhöhen, die Nährstoffausnutzung mineralischer Dünger verbessern und die im Boden gebundenen Nährstoffe den Nutzpflanzen leichter zugänglich machen. Dadurch soll der Einsatz von Agrochemikalien vermindert und eine nachhaltige und umweltfreundliche landwirtschaftliche Produktion entwickelt werden.

Bodenarten

Die Einteilung der Bodenarten ist wichtig, damit der Betrieb eine sachgerechte Düngung ableiten kann. Das ergibt sich allein schon daraus, dass die anzustrebenden Bodennährstoffgehalte und pH-Werte in Abhängigkeit von der Bodenart variieren. Auch sind die Auswaschungsverluste, je nach Bodenart, unterschiedlich hoch. Die Effekte sind besonders gravierend bei der Kalkempfehlung (Schubert, 2017).

Die LUFA hat die Bodenarten zu insgesamt 6 Bodenartengruppen zusammengefasst (siehe Abbildung 2). Die Einteilung der Bodenarten bzw. Bodenartengruppen, nach ihrem Ton- und Schluffgehalt, kann anhand des dargestellten Bodenartendreiecks nachvollzogen werden. Um die Zuordnung der tatsächlichen Bodenart zu einer dieser Gruppen zu erleichtern, wurden in der Tabelle jeweils die in der Bodenschätzung bzw. in Bodenkarten verwendeten Bodenartenkürzel den einzelnen Gruppen zugeordnet (NRW, Landwirtschaftekammer, 2015).

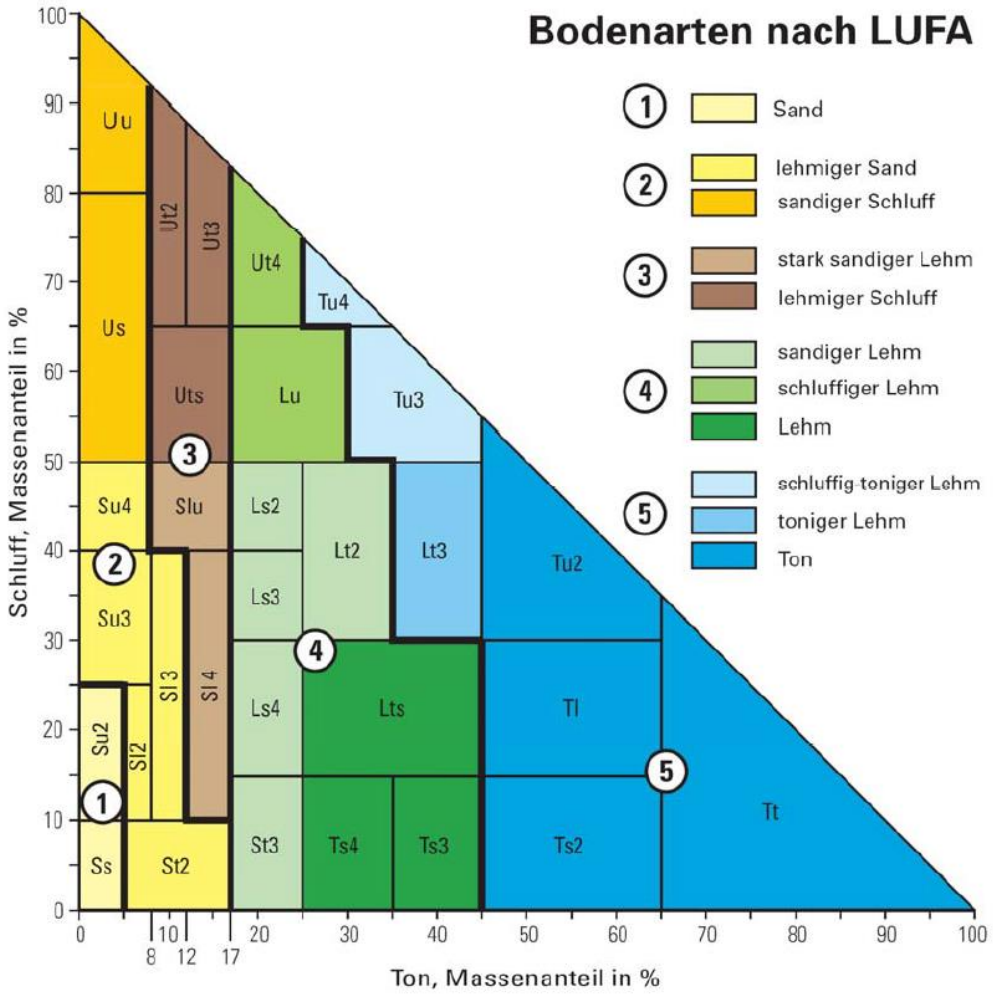


Abbildung 2 Bodenart

Quelle: LUFA

2 Material und Methoden

2.1 Standort

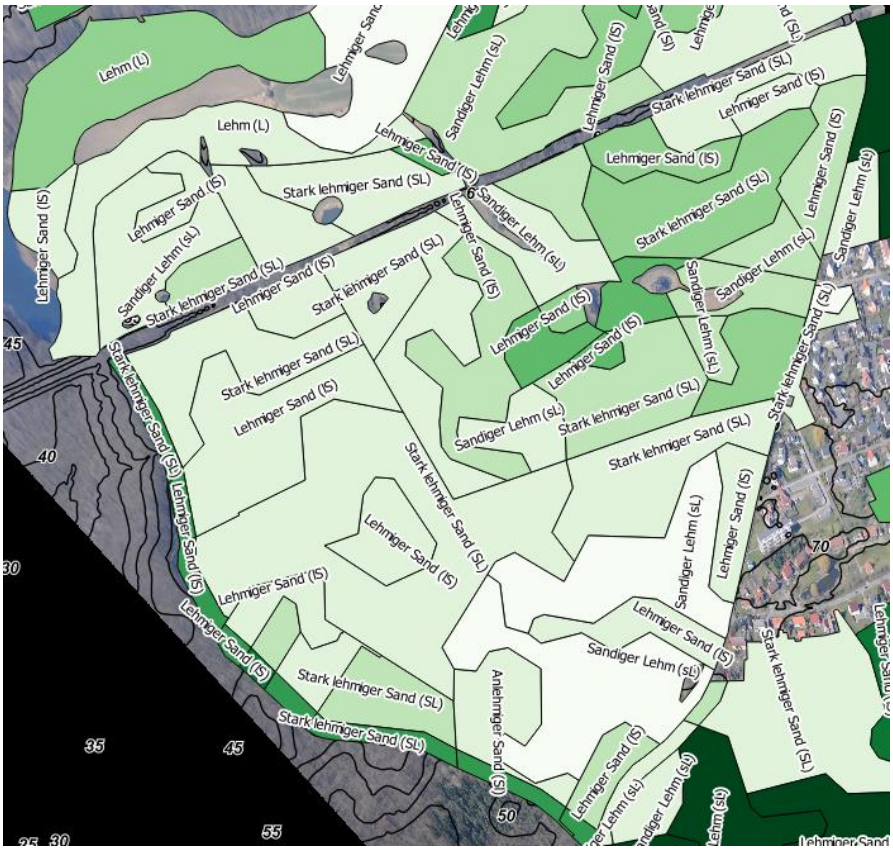
Beprobt wurde ein Feld der Firma Albrechtshof GmbH in Mecklenburg-Vorpommern. Das Feld grenzt an der Ortschaft Ihlenfeld. Der Ort befindet sich nordöstlich im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte. Das Feld mit der internen Nummer 53 wird im Süden durch eine Waldkante begrenzt, im Westen und Norden durch einen Windschutzstreifen mit einem angrenzenden Weg. Im Osten endet das Feld an einer Landstraße und an die Ortschaft.

Abbildung 3 Versuchsstandort

Quelle: Luftbild Prof. Dr. Dobers

Auf der Fläche befinden sich mehrere Sölle, ein Graben mit Bewuchs und eine sehr ausgeprägte Senke. Der Boden ist Grundmoränengebiet der Mecklenburg-Phase, dem letzten glazialen Vorstoß der Weichsel-Hochglazial Eiszeit. Die Endmoräne dieses Vorstoßes befindet sich nur wenige Kilometer entfernt südlich des Schlages. Das Ausgangsmaterial, welches die Gletscher zur Bodenbildung hinterließen, besteht aus Lehm und Geschiebemergel. Daraus entstanden, je nach Grundwassereinfluss, Parabraunerden oder Pseudogley.

Die Bodenarten variieren von sandiger Lehm (sL), über lehmiger Sand (lS) bis zu sandigem Lehm (sL) in der 3. Zustandsstufe. Die Werte aus der Reichsbodenschätzung variieren von 31 Bodenpunkten bis hin zu 55 Bodenpunkten. Die Ackerzahlen schwanken im Bereich zwischen 29 und 60.


Lehm (L)
Lehm (L)
Lehmiger Sand (lS)
Sandiger Lehm (sL)
Stark lehmiger Sand (SL)
Lehmiger Sand (lS)
Sandiger Lehm (sL)
Stark lehmiger Sand (SL)
Lehmiger Sand (lS)
Sandiger Lehm (sL)
Stark lehmiger Sand (SL)
Lehmiger Sand (lS)
Stark lehmiger Sand (SL)
Lehmiger Sand (lS)
Sandiger Lehm (sL)
Stark lehmiger Sand (SL)
Lehmiger Sand (lS)
Stark lehmiger Sand (SL)
Lehmiger Sand (lS)
Sandiger Lehm (sL

2.2 Witterung

Wetter und Klima

Das Klima im Landkreis ist markant durch den Übergang vom maritimen zum kontinentalen Klima. Der maritime Einfluss ist gekennzeichnet durch die atlantischen Westwindströmungen, welche häufig auch Niederschläge mit sich bringen. Dieser Einfluss ist an der Küste stärker und schwächt sich Richtung Süden ab. Durch die Nähe zur Ostsee kommt es häufig zur Trockenheit im Frühsommer. Dabei bleiben notwendige Niederschläge aus, da die Tiefausläufer in Richtung Ostsee ausschwenken. Begründet ist dies durch die sich schneller erwärmende Landfläche. Hier steigt warme Luft auf und es bildet sich ein Tief. Die warme Luft strömt zur Ostsee, sinkt dort und kühlt sich ab. Es entsteht ein Hochdruckgebiet. Am Boden strömt die Luft nun wieder in Richtung Tiefdruckgebiet. Durch diese örtliche Hochdrucklage an der Ostsee strömen auch die Tiefausläufer, welche stets den Regen mit sich bringen, oftmals an der Küste entlang.

Die Mecklenburgische Seenplatte liegt im Landesinneren und ist von kontinentalerem Klima geprägt. Im Herbst sorgt die warme Ostsee häufig für ein mildes und oft auch regenreiches Klima.

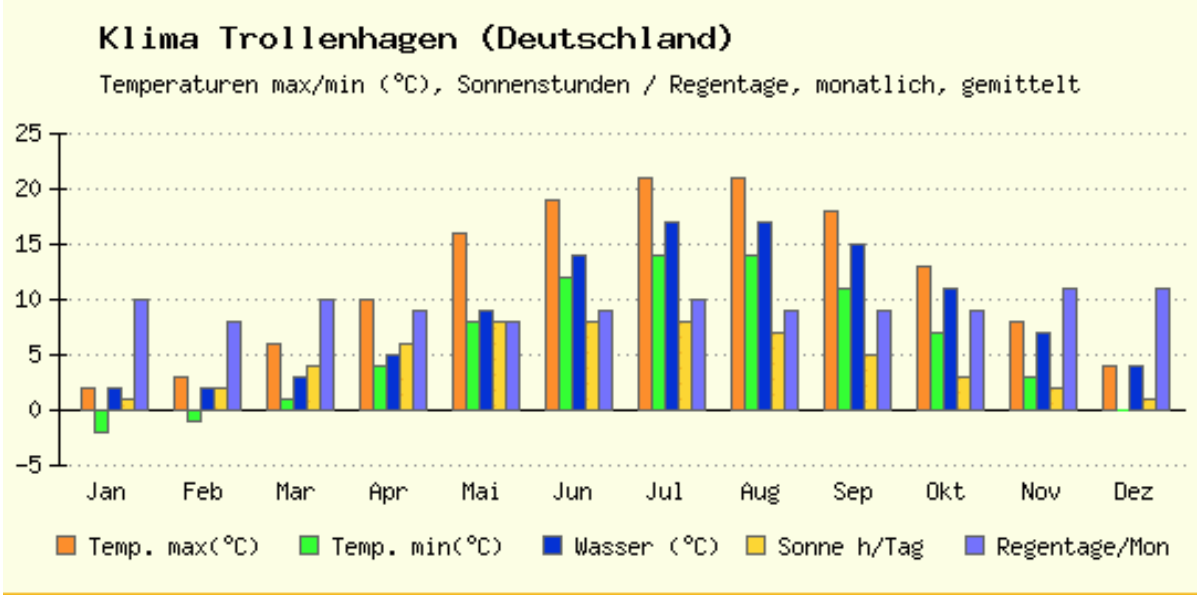


Abbildung 5 Klima des Standortes gemittelt 2017
Quelle: wetteronline.de, 2017

Im langjährigen Mittel der letzten 10 Jahre gibt es in der Region 506 mm Niederschlag jährlich, bei einer Durchschnittstemperatur von 9 °C. Im aktuellen Anbaujahr kann von einer Ausnahmewitterung gesprochen werden, denn es gab mit 735,3 mm eine entsprechend hohe Menge Niederschlag, wobei es bei der Aussaat im September 2016 besonders trocken war. (siehe Abbildung 4)

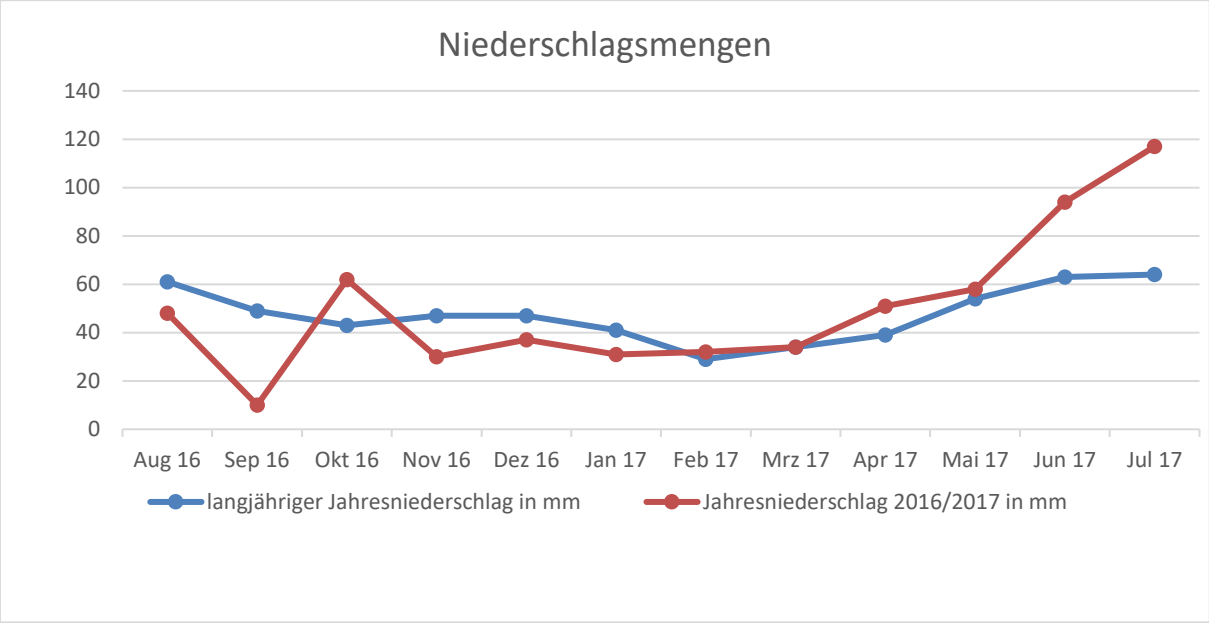


Abbildung 6 Niederschlagsmengen
Quelle: wetteronline.de, 2017

Im Detail pendelten sich die Durchschnittstemperaturen ab Anfang Mai bei 15-20 °C ein (siehe Abbildung 5). Im Zeitraum ab Vegetationsbeginn vom 01.04. – 01.08.2017 fielen etwa 328 mm Niederschlag. Wichtig bei der Betrachtung ist, dass Niederschlagsmengen im Sommer 2017 in großen Schüben fielen. Hohe Niederschlagsmengen fielen Ende Juni mit 54 mm und Mitte Juli mit 26 mm.

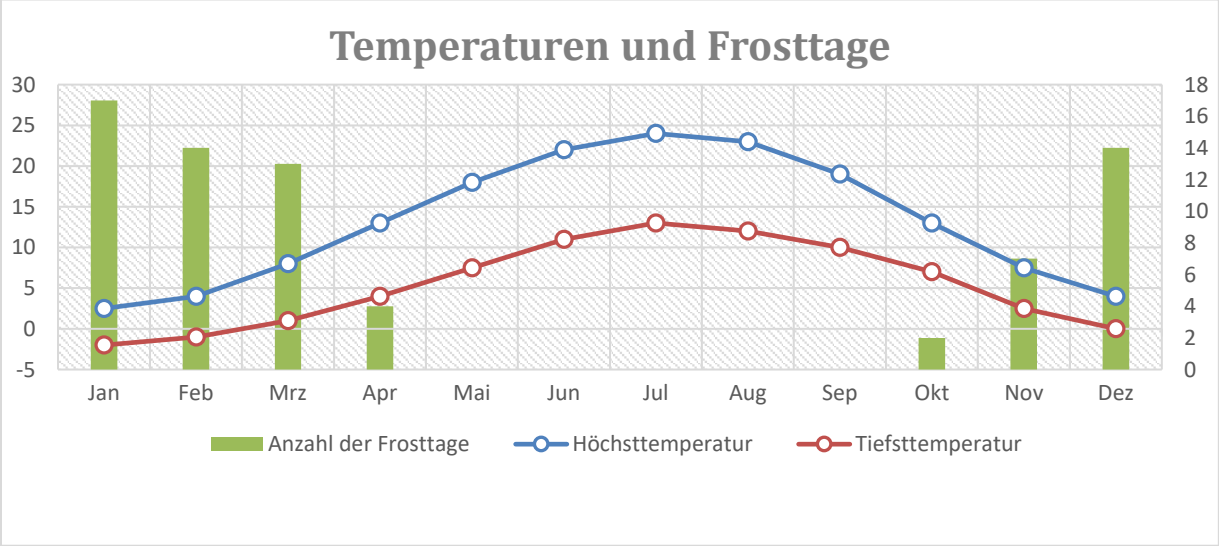


Abbildung 7 Temperaturen und Frosttage 2016/2017
Quelle: wetteronline.de, 2017

2.3 Bestandesführung

Als Vorfrucht zum Versuch wurde in Vorjahr Winterrapsangebaut, welcher eine sehr günstige Vorfruchtwirkung hat. Er lockert mit seiner Pfahlwurzel den Boden tief. Über diese Kapillaren hat dann der Weizen die Möglichkeit bei Trockenheit an tiefer gelegenes Bodenwasser zu gelangen. Das Feld wird durch den Einsatz eines YARA N-Sensor heterogen gedüngt und homogen bewirtschaftet. Zur Bearbeitung der Fläche wurde der Raps nach der Ernte zunächst gemulcht, um die Stängel und somit Infektionsmaterial zu zerstören. Außerdem wird beim Mulchen aufgelaufener Ausfallraps zerkleinert und der Boden nicht tief bewegt, sodass noch nicht ausgekeimter Ausfallraps in der oberen Bodenschicht verbleibt, wo er günstige Keimbedingungen vorfindet. Im 2. Bearbeitungsschritt wurde der Schlag flach gegrubbert, um die verbleibenden Körner Auflaufen zulassen. Zur Saatbettbereitung wurde der Schlag tiefer gegrubbert.

Die Fläche wurde am 14.06.2016 mit 220 Körner/m² mit der Sorte Tobak bestellt. Die Sorte Tobak ist ein B- Weizen der seit 2011 zugelassen ist. Er ist ein ertragsstarker Qualitätsweizen. Seine Ertragsstabilität ist auf seine sehr gute Kompensationsfähigkeit zurückzuführen. Der Kornstickstoffgehalt ist gering und liegt bei einer umweltfreundlichen B-Qualität. Die Pflanze ist sehr vital, winterhart und fallzahlstabil. Der Anbau müsste nur in Regionen erfolgen, die ein geringen Fusariumdruck haben und das Mittel und der Termin der Ährenbehandlung sollte am Ährenfusarium ausrichtet werden.

Düngung

Die Bodenuntersuchung am 30.08.2016 ergab einen pH-Wert von 6,3 Phosphor- von 6,53 Kaliumgehalt von 15,67 und einen Magnesium Anteil von 13,48 mg je 100g Boden. Der Schlag wurde insgesamt mit 219 kg/ha Stickstoff und 22 kg/ha Schwefel versorgt (siehe Tabelle 1). Zusätzlich musste man 2017 aufgrund der geringen Vorjahresernte und günstigen Mineralisationsbedingungen im Herbst von nicht unerheblichen N-min Mengen ausgehen, sodass die N-Versorgung insgesamt gut gesichert war.

Tabelle 1 Stickstoffeintrag

Quelle: Eigene Darstellung

Stickstoffeintrag		
Datum	Mittel	kg/ha N
08.03.2017	Piagran	46
24.03.2017	ASS	39
01.04.2017	Kalkammonsalpeter 26	13,2
21.04.2017	AHL in l	57,6
19.05.2017	Piagran	50,6
16.06.2017	AHL in l	5,4
28.06.2017	Harnstoff 46	6,9
	Gesammt	218,7

Pflanzenschutz

Es erfolgte eine Pflanzenschutzmittelbehandlung am 02.10.2016 mit Trinity 1,200 l, Lentipur 700 1,000 l und POINTER SX 15 g. Im Anbaujahr wurden Fungizide, Herbizide und Wachstumsregler ausgebracht.

2.4 Beprobung

Der Ertrag im Pflanzenbau ist von vielen Faktoren abhängig. In dieser Arbeit wird die Bodenart, Bodenpunkte und der pH-Wert in Bezug auf den Ertrag ausgewertet. Es wurden Zehn Standpunkte auf dem Feld ausgewählt und in vier Wiederholungen beprobt. Die Fragestellung war, ob die Heterogenität des Pflanzenwachstums welches sich in den Luftbildern und in den Ertragskarten erkennen lässt, durch die statistischen Auswertungen zu begründen und lässt gegebenenfalls Maßnahmen vorzuschlagen sind.

Die beprobten Punkte befinden sich hauptsächlich auf sandigen Lehm und rund ein Drittel auf stark Lehmigen Sand. Diese Bodenarten ergeben sich aus der Lage der einzelnen Punkte. Die Punkte befinden sich an Hängen, Rinnen, Hangschultern, Hügeln und Senken. Die interessanten zu beprobenden Punkte ergaben sich aus den Ertragskarten (siehe Abbildung 7) der Jahre 2012 und 2015 der Firma Albrechtshof GmbH und aus den Luftbilder (siehe Abbildung 6) die in unterschiedlichen Wachstumsstadien endstanden sind.

Abbildung 8 Lage der einzelnen Punkte im Schlag
Quelle: Luftbild Prof. Dr.Dobers

Aus diesen Karten wurden Hoch,- Mittlere,- und Niedrigertragsstandorte mit den unterschiedlichen Intensitäten der Luftbilder verglichen. Der Hochertragsstandort 7 weist im Luftbild eine deutliche Grünfärbung auf. Die Punkte 8, 9 und 10 liegen in unmittelbarer Umgebung stellen sich im Luftbild deutlich schwächer in der Intensität dar. Auch in der Ertragskarte liefern diese Punkte mittlere bis niedrige Erträge. Die Punkte 1 bis 6 stellen sich im Luftbild sehr marmoriert dar und auch in den Ertragskarten sind gute bis sehr niedrige Erträge abgebildet.

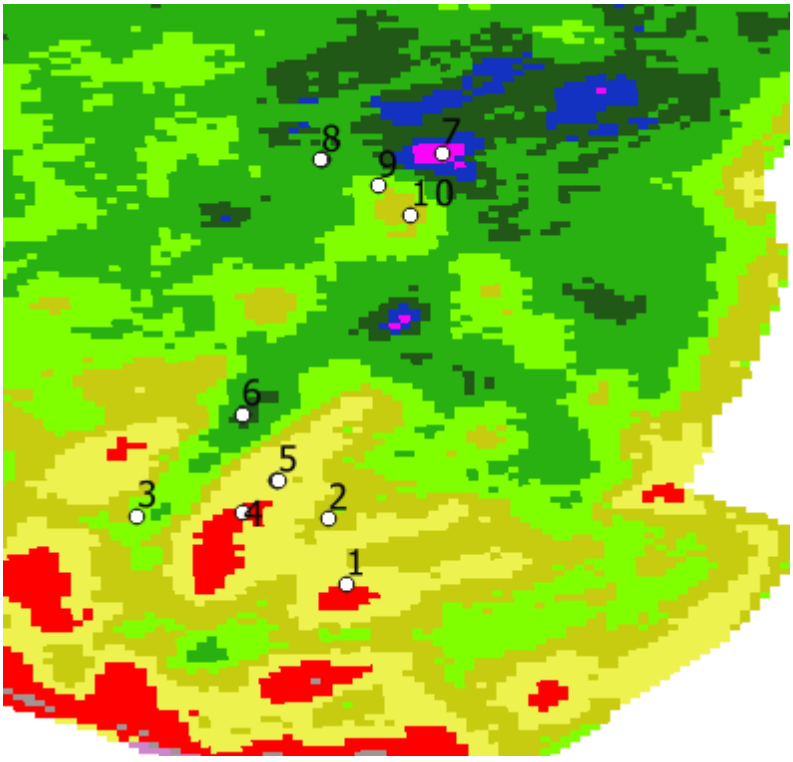


Abbildung 9 Ertragskarte
Quelle: Eigene Darstellung

Das Luftbild lässt in diesem Bereich mehrere Rinnen vermuten, die in eine Senke münden. Diese Vermutung kann durch das Geländemodell bestätigt werden (siehe Abbildung 8). Der Punkt 3 hat einen Höhenunterschied von rund 20 m zu den Punkten 7 bis 10. Die punkte 1 bis 6 liegen an einem Hang in unterschiedlichen Lagen.

Exponier am Hang ist der Punkt 1 im Luftbild deutlich hellbraun unterlegt und in der Ertragskarte rot dargestellt, was auf ein Niedrigertragsstandort deutet. Der Punkt 2 befindet sich auf einer Hangschulter die im Luftbild ebenfalls hellbraun unterlegt ist, aber in der Ertragskarte im Ertrag etwas besser abschneidet. Am unterm Ende einer Rinne befindet sich der Punkt 3 der sich im Luftbild etwas grüner absetzt und auch in der Ertragskarte einen durchschnittlichen Ertrag abbildet. Am oberen Ende dieser Rinne befindet sich der Punkt 6 im Luftbild, deutlich grüner abgesetzt und im Ertrag überdurchschnittlich ist. Die Niedrigertragsstandorte Punkt 4 und 5 liegen exponiert am Hang, das Luftbild bildet die Punkte hellbraun ab.

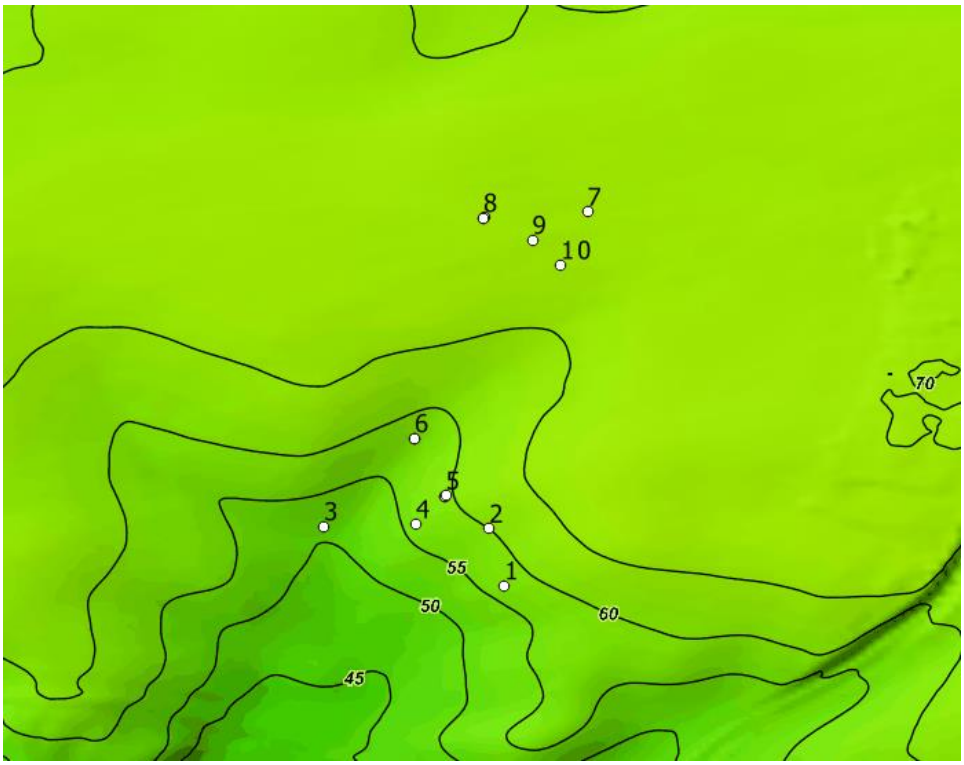


Abbildung 10 Geländemodell
Quelle: Eigene Darstellung

2.5 Analyse und Auswertung

Die Proben vom Schlag wurden an der Hochschule Analysiert. Das Material ist im Trockenschrank getrocknet worden um die Trockenmasse zu ermitteln. Anschließend wurden die Ähren gewogen und die Spindelstufen von 26 zufällig gewählten Ähren aus einer Probe ermittelt. Die Ähren wurden mit dem Labormähdrescher, dem Modell Hege 16, den die Hochschule zur Verfügung gestellt hat, gedroschen. Beim Dreschen musste der Korbabstand an die Korn- sowie Ährengröße angepasst werden. Dadurch entstand in den ersten Proben Bruchkorn. Das Tausendkorngewicht wurde mit dem Contador ermittelt. Dies ist ein Körnerzählgerät von dem Hersteller Pfeuffer. Aus jeder Probe wurden dazu 5 mal 200 Körner zufällig ausgewählt und gewogen. Die Werte wurden mit der jeweils bestimmten Feuchte auf die Trockenmasse heruntergerechnet. Während des Zählvorgangs wurden die Proben auf Bruchkornteile oder Besatz kontrolliert, da bereits Teilchen von 0,5 mm Größe als Korn erfasst wurden.

Der pH-Wert wurde durch ein pH-/mV-Messgerät mit Thermometer bestimmt. Dieses Gerät beruht auf dem elektrochemischen Potentialunterschied zwischen zwei Elektroden. Dazu muss der Boden in einem kleinen verschließbaren Zylinderröhrchen oder einem Reagenzglas mit destilliertem Wasser, besser mit 1/10 molarer KCL- oder CaCl2–Lösung aufgeschlämmt werden, in der dann die Messelektrode eingesteckt wird. Nach einer Minute wird bereits ein temperaturkorrigierter, recht zuverlässiger pH-Wert angezeigt.

Die Bodenart und die Bodenpunkte der beprobten Orte wurden vom Landwirt bereitgestellt.

2.5.1 Auswertungsprogramme

Excel, SPSS

Die Daten wurden zunächst in Excel 2010 erfasst und zur Auswertung in SPSS 24 kopiert. Tabellen, welche sich im Anhang befinden, wurden mittels SPSS 24 berechnet und in Excel Tabellen übernommen. Sämtliche Berechnungen sowie das Erstellen von Grafiken, hochrechnen der Erträge auf den m², berechnen neuer Daten, Signifikanzen und Korrelationen, erfolgte mit SPSS 24.

QGIS

Die Analyse und Erzeugung der Luftbilder erfolgte mit dem Programm QGIS Essen 2.14. Es wurden die mittels GPS- Gerät erzeugten Koordinaten der Beprobungspunkte über Orthofotos der Jahre 2011 und 2017 gelegt. Über diese Luftbilder wurden Daten aus der Bodenschätzung sowie Höhenlinien gelegt. Die verwendeten Daten wurden als WMS Layer vom Geoportal MV in QGIS geladen. Durch die Verwendung der Geodaten können Rückschlüsse auf die Standortgüte erfolgen. Die Bodenverhältnisse lassen sich im sanften Verlauf nach Relief in Kuppe und Senke unterteilen, dies lässt gleiche Boden- sowie Wasserverhältnisse am Standort erwarten. Die Luftbilder zeigen, dass diese Einteilung alleine nicht ausreicht.

3 Ergebnisse

3.1.1 Allgemeines Pflanzenwachstum

Strohertrag

Der mittlere Strohertrag beträgt bei allen Proben 87,2 g/m². Die einzelnen Standorte variieren in ihren Mittelwerten um 20,3 g/m², wobei der Standort 1 mit 78,9 g/m² am wenigsten und der Standort 6 mit 99,2 g/m² den höchsten Strohertrag hat (siehe Anhang).

Kornertrag

Der Ertrag der beprobten Punkte reicht von min. 497,1 g/m² bis max. 934,9 g/m² und liegt im Mittel bei 757,4 g/m² (siehe Tabelle 2). Der Ertrag der einzelnen Punkte variiert hoch signifikant in Abhängigkeit vom Standort (siehe Abbildung 9). Der geringste Ertrag wurde am Punkt 4 ermittelt, ein exponierter Punkt an einem Hang. Der Punkt hat 50 Bodenpunkte. Bodenart ist sandiger Lehm und hat einen pH-Wert von 8,11. Der höchste ermittelte Ertrag am Punkt 7, eine leichte Senke auf einem Plato, liegt auf einer Fläche mit einem pH-Wert von 7,36 mit stark Lehmigen Sand. Der Mittelwert am Punkt 8 liegt auf der Karte dicht neben dem Hochertragsstandort Punkt 7 allerdings auf einer kleinen Kuppe. Dort ist die Bodenart sandiger Lehm. Bodenpunkte 55 und ein pH-Wert von 8,24.

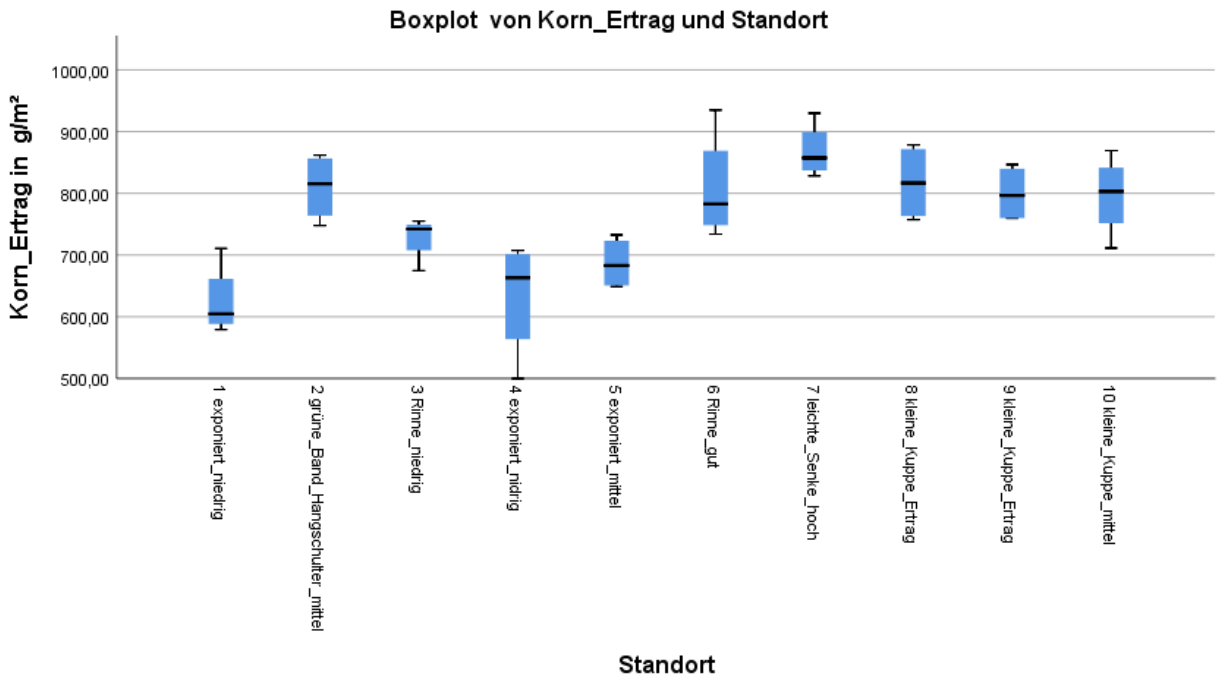


Abbildung 11 Boxplot von Ertrag und Standort

Quelle: Eigene Darstellung

Der höchste Ertrag am Punkt 7 befindet sich in einer leichten Senke mit 54 Bodenpunkte. Im Gegensatz zu den Punkten 1 und 3, die exponiert liegen und nur über 50 Bodenpunkte verfügen. Was sich in einem deutlich niedrigeren Ertrag wiederspiegelt. Hervor sticht der Punkt 6, der mit 50 Bodenpunkten sehr hohe Erträge aufweist. Der Punkt befindet sich an demselben Hang wie die Punkte 1 bis 5, aber in einer Rinne. Der Punkt 8 ist im Vergleich zum Punkt 6, trotz der besten Bodenzahl, mit 9 g/m² geringer im Ertrag.

Tabelle 2 Ertrag im Mittelwert, Minimum und Maximum

Quelle: Eigene Darstellung

Standort		Lager	Mittelwert g/m²	N	Std.-Abweichung	Minimum g/m²	Maximum g/m²	Varianz
1	exponiert		624,875	4	58,7517	579,3	710,7	3451,763
2	Hangschulter	x	810,15	4	55,15218	747,7	861,8	3041,763
3	Rinne	x	728,55	4	36,406	674,7	754,9	1325,397
4	exponiert		632,675	4	96,44056	497,1	707,4	9300,782
5	exponiert		687,05	4	42,47466	649,4	732,7	1804,097
6	Rinne	x	808,625	4	88,79547	733,9	934,9	7884,636
7	leichte Senke	x	868,15	4	44,22567	828,2	929,6	1955,91
8	kleine Kuppe		817,275	4	62,99843	757,3	878,5	3968,803
9	kleine Kuppe		799,85	4	46,52587	759,6	846,7	2164,657
10	kleine Kuppe		796,725	4	65,50004	711,4	869,3	4290,256
	Insgesamt		757,3925	40	97,6111	497,1	934,9	9527,927

Nach der Analyse der einzelnen Erträge werden nun die Bodenart und die Bodenpunkte mit in Betracht gezogen. Die statistische Auswertung der Bodenpunkte in Bezug auf den Ertrag ergab, dass die Höhe der Punkte einen sehr signifikanten Einfluss haben (siehe Anhang Zusammenhang von Bodenpunkten und Ertrag). Das Mittel des Ertrages mit 50 Bodenpunkten liegt bei 736 g/m², wohingegen die 55 Bodenpunkte ein Mittel von 817 g/m² aufweisen und der Standort mit 54 Bodenpunkten den höchsten Ertrag im Mittelwert liefert, mit 868 g/m² (siehe Abbildung 10).

Die Bodenart wirkt sich ebenfalls sehr signifikant auf die Erträge aus der sandige Lehm lieg im Mittel bei 731 g/m² und stark lehmige Sand bei 827 g/m².

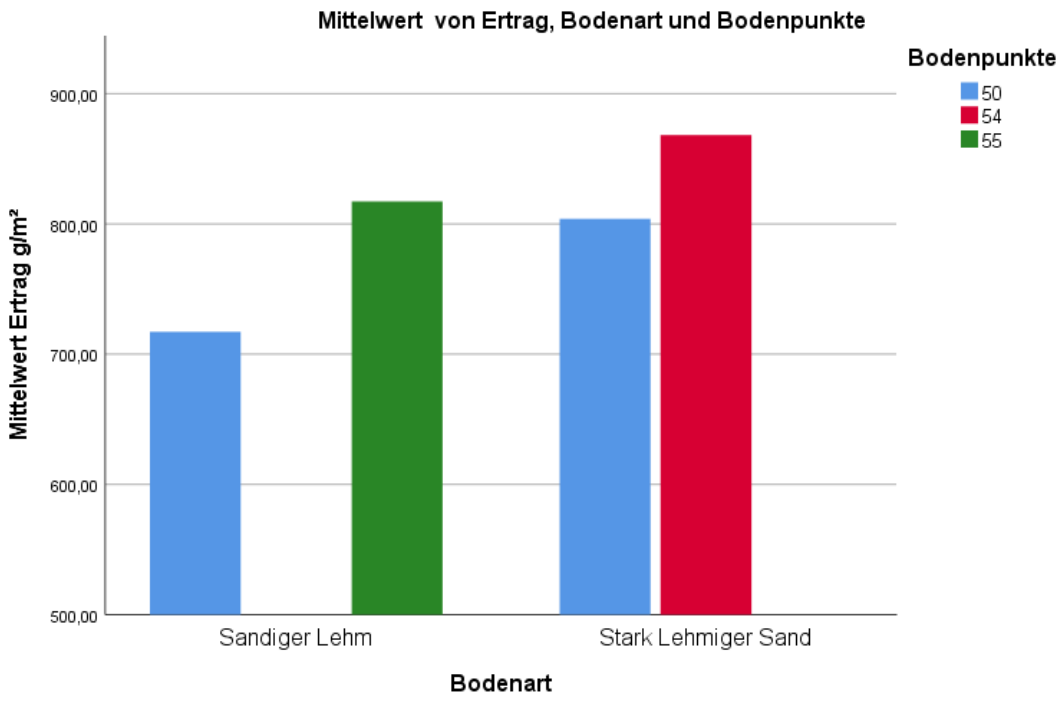


Abbildung 12 Mittelwert von Ertrag, Bodenart und Bodenpunkten
Quelle: Eigene Darstellung

Die Analyse des pH-Werts ergab auch eine signifikante Auswirkung auf den Ertrag. Der Ertrag steigt vom Wert 7,28 bis zum Wert 7,36. Mit steigendem pH-Wert singt der Ertrag stark ab, bis zum Wert 8,13. Dort befindet sich der markante Wendepunkt in der Ertragskurve mit 624 g/m² und der Ertrag stiegt bis 817 g/m² an bei einem pH-Wert von 8,24 (siehe Abbildung 11).

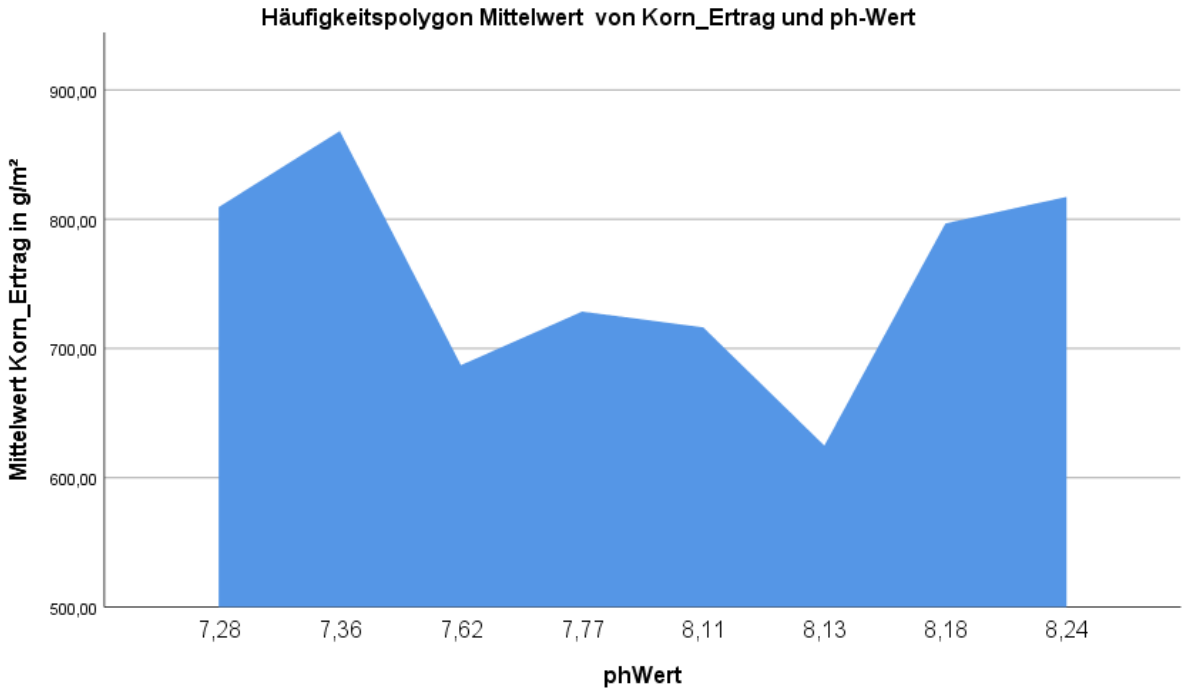


Abbildung 13 Mittelwert von Ertrag und pH-Wert
Quelle: Eigene Darstellung

Um weitere Rückschlüsse auf den Standort schließen zu können, werden die beprobten Punkte zunächst in zwei Gruppen zusammengefasst. Die Punkte 1-6, die an einer Hanglage liegen und die Punkte 7-10, die sich weiter oben auf dem Plato des Feldes befinden. Der mittlere Ertrag variiert um 105,2 g/m² (siehe Anhang Zusammenhang von Ertrag und Lage Hang, Plato), wobei die höchsten Gesamterträge auf dem Plato zu finden sind, mit 820,5 g/m² im Mittel und dem Höchstwert von 929,2 g/m². Am Hang liegt der geringste Ertrag mit 497 g/m², einem Mittelwert von 715,3 g/m² und ein maximaler Ertrag von 935 g/m², also noch höher, als der vom Plato.

Im nächsten Schritt werden alle Punkte, die in einer exponierten Lage, in einer Rinne, in einer Senke oder auf einer Kuppe liegen, in Kategorien zusammengefasst. Die mittleren Kornerträge stellen sich wie folgt da. Alle Punkte die sich in einer exponierten Lage befinden haben einen Wert von 688,7 g/m². Die zwei Punkte, die in einer Rinne sind, haben 786,6 g/m², die Punkte auf der Kuppe 804,6 g/m² und der Punkt in der Senke auf dem Plato 868 g/m². Der Maximalertrag von 934 g/m² ist in einer Rinne am Hang und der Minimalertrag mit 497 g/m² liegt exponiert am Hang.

TKG

Das TKG beschreibt das Einzelgewicht der Karyopsen, bezogen auf 1000 Körner. Das Tausendkorngewicht beträgt im Mittel 35,8 g. Das Tausendkorngewicht variiert im Mittel der Standorte um 7 g, während das TKG zwischen den Standorten Hang und Plato sich nicht verändert. Das TKG ist dabei signifikant abhängig von der Eiteilung nach Exponiert 37g/m² und Senke 32,4 g/m², sowohl bei der weiteren Unterteilung nach Exponiert und Rinne 33,3 G/m². Die Standorte Kuppe und Exponiert sowie Rinne und Senke unterscheiden sich kaum im TKG.

Es besteht eine hochsignifikante negative Korrelation zwischen TKM und Anzahl der Ähren. Das TKM sinkt und die Anzahl der Ähren nimmt zu.

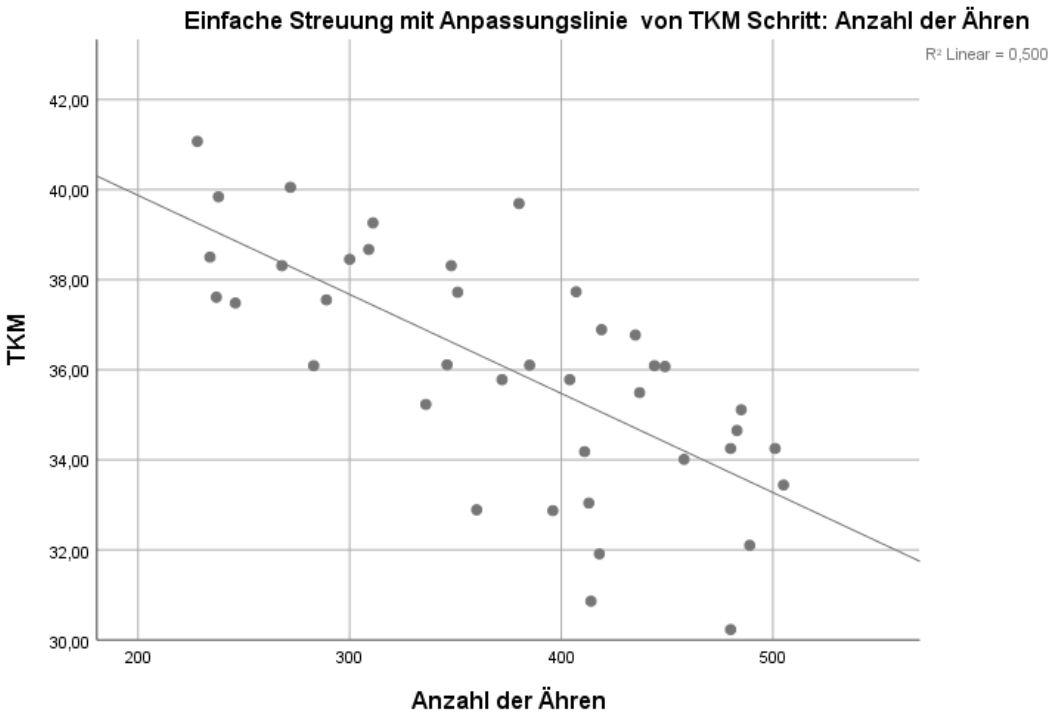


Abbildung 14 negative Korrelation zwischen TKM und Anzahl der Ähren

Quelle: Eigene Darstellung

4 Diskussion

4.1 Allgemeines Pflanzenwachstum

Ein außergewöhnlich warmer und trockener September 2016 erschwerte die Bodenbearbeitung und führte zu Verzögerungen bei der Aussaat. Die Wintergetreidebestände gingen örtlich gering bestockt in den Winter. Es gab keine Auswinterungen. Ein warmer März begünstigte die Bestockung der Wintergetreidebestände. Im April setzte niederschlagsreiches und kühles Wetter ein. In mehreren Nächten sanken die Temperaturen deutlich unter die 0-Grad-Grenze. Diese Witterung verzögerte die Pflanzenentwicklung und behinderte notwendige Maßnahmen der Bestandesführung wie Düngung und Pflanzenschutz durch Nichtbefahrbarkeit und Kälte. Unter anderem wurde der Einsatz von Wachstumsreglern erschwert. Diese niederschlagsreiche und kühle Witterung hielt mit wenigen Unterbrechungen über die gesamte Vegetationsperiode an. Die feuchten Bodenbedingungen führten zu einer Zunahme von Halmbasiserkrankungen. Ergiebige Regenfälle, oft auch als Starkregen in Verbindung mit Hagel, forderten die Standfestigkeit der Bestände und verzögerten die Ernte bei allen Kulturarten. Weitere Ernteunterbrechungen gab es immer wieder durch Regen aber auch durch die Nichtbefahrbarkeit. Die Erträge liegen knapp unter den langjährigen Werten (siehe Abbildung 15).

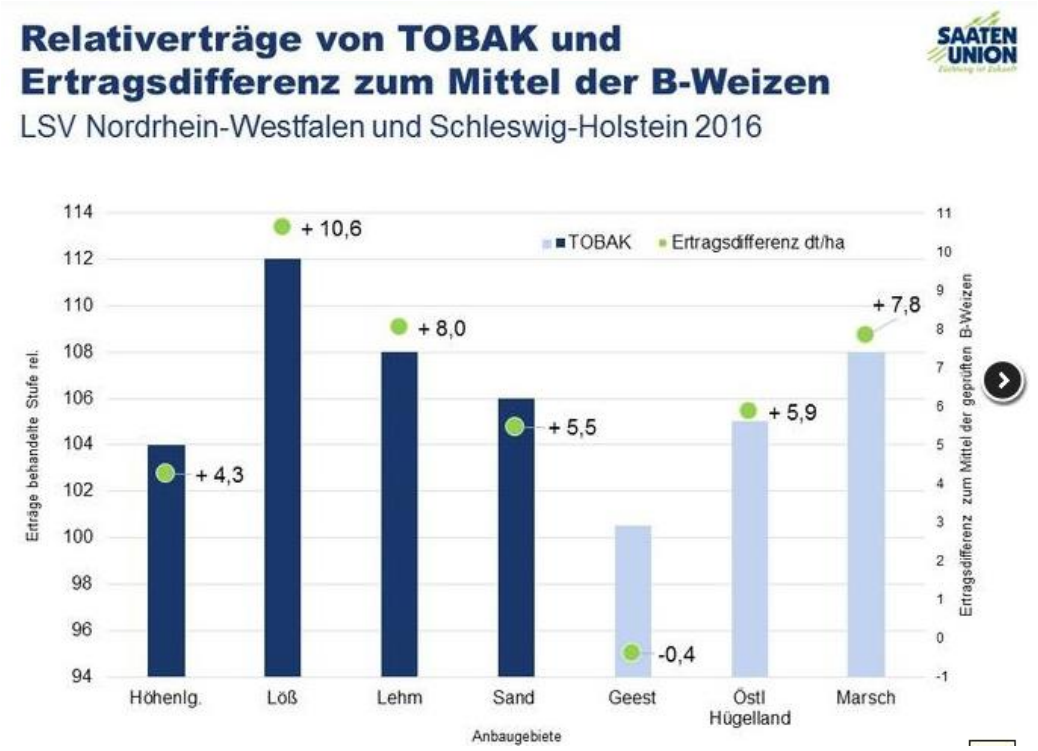


Abbildung 15 Relativerträge von TobaK

Quelle: LSV West/Norddeutschland 2016

Insgesamt traten 2017 schwache Qualitäten bei allen Getreidearten auf. Dies zeigte sich in hohen Anteilen an Schmachtkorn, gelegentlich unterdurchschnittlichen Hektolitergewichten, sowie in geringen Fallzahlen. Die langgezogene Ernteperiode führte aufgrund der späten Räumung der Flächen und der teilweise erheblichen Strukturschäden zur Verzögerung der neuen Aussaat.

Kornertrag:

Die Biomasseentwicklung ist entsprechend dem Minimumgesetz abhängig von dem am niedrigsten vorhandenen Wachstumsfaktor. Schaut man sich die einzelnen Standorte an, so ist in den Senken aufgrund ihrer humoseren Böden, der höheren Mineralisationsrate sowie der stärkeren Verfügbarkeit von Wasser, die höchste Biomasseentwicklung zu erwarten. Dieser Einfluss ist beim Punkt 7 in den Ergebnissen am stärksten zu erkennen. Der Kornertrag ist gleich hoch wie in den Rinnen und unterstützt die These in diesem Versuch. Betrachtet man im Gegenzug die Punkte welche sich in einer Hanglage befinden, wird dies im geringeren Kornertrag deutlich. Die Ertragsunterschiede in den Gruppen gehen auf Ertragsfaktoren wie pH-Wert, Bodenpunkte und Bodenart zurück die sich dann vorteilhaft oder negativ auswirken. Es kann aufgrund ihrer Form und Größe nicht jede Senke, Rinne oder exponierte Lage gleich interpretiert werden. Die meisten ausgewählten Punkte in diesem Versuch können nicht in Gruppen zusammengefasst werden.

5 Zusammenfassung

Insgesamt wirkt sich die Heterogenität des Standortes kaum auf den Gesamtertrag aus. Der Mehraufwand einer standortspezifischen Bodenbearbeitung sowie der Aussaat mit den daraus resultierenden Kosten, würde über den höheren Ertrag nicht Kostendeckend wirken.

Maßgeblich beeinflusst, wird der Aufbau und die Entwicklung der Weizenbestände durch die spezifische Jahreswitterung. Produktionstechnische Maßnahmen werden oft durch extreme Witterungseffekte überlagert. Trotzdem ist die Düngung, insbesondere die gezielte Stickstoffdüngung, das wirksamste Instrument, das dem Landwirt zur Steuerung des Bestandesaufbaus zur Verfügung steht. In der Bestockungsphase bildet die Weizenpflanze Triebe und ab Mitte der Bestockung beginnt sie mit der Ährchenanlage (Doppelringstadium). Mit der N-Düngung muss in dieser Phase eine sorten- und standortspezifisch optimale Triebdichte erstellt werden. Das Ziel ist, zu Schossbeginn (BBCH 30), einen Bestand mit einer Anzahl von kräftigen Trieben zu realisieren, die dem zweifachen der Zielährenzahl entspricht.

Getreide hat einen Schwefelbedarf von 25 bis 30 kg S/ha. Schwefel ist, ähnlich wie Stickstoff, in organischer Form im Humus gebunden und erst nach der Mineralisation als Sulfat pflanzenverfügbar. Die Schwefelmineralisation ist neben der Temperatur und Feuchtigkeit, auch von der Durchlüftung des Bodens abhängig. Auf strukturgeschädigten Böden ist die Schwefelnachlieferung stark eingeschränkt und die Wurzelentwicklung und damit das Aneignungsvermögen der Getreidepflanzen reduziert. Hohe Niederschläge führen zur Auswaschung von im Bodenwasser gelösten Schwefel. Insbesondere auf leichten Sandböden oder humusarmen, flachgründigen Standorten kann Schwefelmangel auftreten. Einem höheren Risiko für Schwefelmangel ist auch der Stoppelweizen ausgesetzt. Eine Erhebung der Landwirtschaftskammer Hannover aus dem Jahr 2004 zeigte, dass nur ca. 40 % der Stoppelweizenbestände ausreichende Schwefelgehalte im Boden aufwiesen. Nach Raps oder Rüben waren hingegen 80–90 % der Weizenflächen ausreichend versorgt.

Insgesamt muss ein normaler Weizenbestand bis zum Schossbeginn ca. 50–60 kg N/ha aufnehmen. Diese Stickstoffmenge muss aus dem Boden und dem Düngersack bereitgestellt werden. Auf guten Böden, insbesondere nach Blattvorfrüchten und gut entwickelten Beständen, reichen häufig Startgaben von 30–50 kg N/ha aus. Aber unter bestimmten Bedingungen kann eine Erhöhung der 1. Gabe auf 70 kg N/ha notwendig sein. Bei hohen Niederschlägen von Oktober bis Anfang März ist mit einer Verlagerung von Boden- und Schwefelstickstoff in tiefere Bodenschichten und dementsprechend niedrigen Nmin- und Smin-Werten zu rechnen. Die hohe Wassersättigung führt dann zusätzlich zu einer schlechten Wurzelentwicklung der Getreidebestände. Eine Erhöhung der 1. N-Gabe ist

anzuraten. Dies gilt auch bei nasskalten Witterungsbedingungen zu Vegetationsbeginn oder auf schweren, kalten, umsetzungsträgen Böden. Unter diesen Bedingungen ist die Mineralisation noch nicht richtig in Gang gekommen und dementsprechend ist wenig Bodenstickstoff im Bodenwasser gelöst. Mit der Andüngung muss dies ausgeglichen werden und die Nitratkonzentration auf das notwendige Maß angehoben werden. Insbesondere in geschwächt aus dem Winter gekommenen Beständen und Spätsaaten sind schnellwirkende nitrathaltige Dünger zu bevorzugen. Zusätzlich empfehlen sich frühe Düngetermine, um das Wachstum schnell in Gang zu setzen. Versuche, der Landwirtschaftskammer Hannover zur Wirkung unterschiedlicher Stickstoffdünger zeigten, dass insbesondere bei Getreidevorfrucht die Andüngung mit AHL in der Variante 30 kg N/ha zu Stickstoffmangel führte, der sich ertragsrelevant auswirkte. Wurden 70 kg N als Startgabe gegeben, war dieser Effekt nicht zu beobachten. Wird also mit AHL angedüngt, sollte die N-Menge nicht zu knapp bemessen werden (Schubert, 2017).

A Anhang

Zusammenhang Strohertrag vom Standort

Verarbeitete Fälle

	Fälle					
	Eingeschlossen		Ausgeschlossen		Insgesamt	
	N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
Stroh10_TM_Gewicht * Standort	39	3,7%	1002	96,3%	1041	100,0%

Bericht

Stroh10_TM_Gewicht

Standort	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum	Varianz
1 exponiert_niedrig	78,900	4	15,8648	58,0	92,2	251,693
2 grüne_Band_Hangschulter_mittel	88,050	4	5,8409	79,4	92,2	34,117
3 Rinne_niedrig	81,850	4	9,1831	73,4	94,4	84,330
4 exponiert_nidrig	96,100	4	15,3801	83,2	118,2	236,547
5 exponiert_mittel	84,050	4	4,0673	80,8	90,0	16,543
6 Rinne_gut	99,200	4	12,4226	87,0	114,8	154,320
7 leichte_Senke_hoch	80,150	4	11,6875	67,4	94,6	136,597
8 kleine_Kuppe_Ertrag	91,667	3	1,8583	89,6	93,2	3,453
9 kleine_Kuppe_Ertrag	85,050	4	9,8202	77,4	98,8	96,437
10 kleine_Kuppe_mittel	88,300	4	16,2025	76,6	111,6	262,520
Insgesamt	87,221	39	11,9579	58,0	118,2	142,991

Zusammenhang von Bodenpunkten und Ertrag

Verarbeitete Fälle

	Fälle					
	Eingeschlossen		Ausgeschlossen		Insgesamt	
	N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
Korn_Ertrag * Bodenpunkte	40	3,8%	1001	96,2%	1041	100,0%

Bericht

Korn_Ertrag

Bodenpunkte	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Maximum	Minimum	Varianz
50	736,0625	32	94,33015	934,90	497,10	8898,177
54	868,1500	4	44,22567	929,60	828,20	1955,910
55	817,2750	4	62,99843	878,50	757,30	3968,803
Insgesamt	757,3925	40	97,61110	934,90	497,10	9527,927

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Korn_Ertrag

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	77971,555[a]	2	38985,778	4,913	,013
Konstanter Term	11037367,930	1	11037367,930	1390,866	,000
Bodenpunkte	77971,555	2	38985,778	4,913	,013
Fehler	293617,612	37	7935,611		
Gesamt	23317325,130	40			
Korrigierte Gesamtvariation	371589,168	39			

a. R-Quadrat = ,210 (korrigiertes R-Quadrat = ,167)

Zusammenhang von Ertrag und Lage Hang, Plato

Verarbeitete Fälle

	Fälle					
	Eingeschlossen		Ausgeschlossen		Insgesamt	
	N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
Korn_Ertrag * Hang	24	2,3%	1017	97,7%	1041	100,0%
Korn_Ertrag * Plato	16	1,5%	1025	98,5%	1041	100,0%

Korn_Ertrag * Hang

Korn_Ertrag

Hang	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Maximum	Minimum	Varianz
1	624,8750	4	58,75170	710,70	579,30	3451,763
2	810,1500	4	55,15218	861,80	747,70	3041,763
3	728,5500	4	36,40600	754,90	674,70	1325,397
4	632,6750	4	96,44056	707,40	497,10	9300,782

5	687,0500	4	42,47466	732,70	649,40	1804,097
6	808,6250	4	88,79547	934,90	733,90	7884,636
Insgesamt	715,3208	24	96,71977	934,90	497,10	9354,713

Korn_Ertrag * Plato

Korn_Ertrag

Plato	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Maximum	Minimum	Varianz
7	868,1500	4	44,22567	929,60	828,20	1955,910
8	817,2750	4	62,99843	878,50	757,30	3968,803
9	799,8500	4	46,52587	846,70	759,60	2164,657
10	796,7250	4	65,50004	869,30	711,40	4290,256
Insgesamt	820,5000	16	57,86724	929,60	711,40	3348,617

Zusammenhang Von Ertrag und topografischer Lage

Verarbeitete Fälle

	Fälle					
	Eingeschlossen		Ausgeschlossen		Insgesamt	
	N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
Korn_Ertrag * Exponiert	16	1,5%	1025	98,5%	1041	100,0%
Korn_Ertrag * Rinne	8	0,8%	1033	99,2%	1041	100,0%
Korn_Ertrag * Senke	4	0,4%	1037	99,6%	1041	100,0%
Korn_Ertrag * Kuppe	12	1,2%	1029	98,8%	1041	100,0%

Korn_Ertrag * Exponiert

Korn_Ertrag

Exponiert	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Maximum	Minimum	Varianz
1	624,8750	4	58,75170	710,70	579,30	3451,763
2	810,1500	4	55,15218	861,80	747,70	3041,763
4	632,6750	4	96,44056	707,40	497,10	9300,782
5	687,0500	4	42,47466	732,70	649,40	1804,097
Insgesamt	688,6875	16	96,83534	861,80	497,10	9377,082

Korn_Ertrag * Rinne

Korn_Ertrag

Rinne	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Maximum	Minimum	Varianz
3	728,5500	4	36,40600	754,90	674,70	1325,397
6	808,6250	4	88,79547	934,90	733,90	7884,636
Insgesamt	768,5875	8	76,02078	934,90	674,70	5779,158

Korn_Ertrag * Senke

Korn_Ertrag

Senke	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Maximum	Minimum	Varianz
7	868,1500	4	44,22567	929,60	828,20	1955,910
Insgesamt	868,1500	4	44,22567	929,60	828,20	1955,910

Korn_Ertrag * Kuppe

Korn_Ertrag

Kuppe	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Maximum	Minimum	Varianz
8	817,2750	4	62,99843	878,50	757,30	3968,803
9	799,8500	4	46,52587	846,70	759,60	2164,657
10	796,7250	4	65,50004	869,30	711,40	4290,256
Insgesamt	804,6167	12	54,14801	878,50	711,40	2932,007

Zusammenhang zwischen Strohertrag und Standort

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Standort

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	280,423[a]	33	8,498	,984	,576
Konstanter Term	1124,106	1	1124,106	130,205	,000
Stroh10_TM_Gewicht	280,423	33	8,498	,984	,576
Fehler	43,167	5	8,633		
Gesamt	1476,000	39			
Korrigierte Gesamtvariation	323,590	38			

a. R-Quadrat = ,867 (korrigiertes R-Quadrat = -,014)

Zusammenhang zwischen TKM und Standorten

Verarbeitete Fälle

	Fälle					
	Eingeschlossen		Ausgeschlossen		Insgesamt	
	N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
TKM * Hang	72	6,9%	969	93,1%	1041	100,0%
TKM * Plato	48	4,6%	993	95,4%	1041	100,0%

TKM * Hang

TKM

Hang	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum	Varianz	Gruppierter Median
1	39,0775	12	1,74057	35,36	41,07	3,030	39,7450
2	34,2842	12	1,40819	31,99	36,07	1,983	34,5400
3	32,9225	12	,74084	31,87	34,18	,549	32,9000
4	37,0942	12	1,14026	35,31	39,10	1,300	37,1750
5	37,7958	12	,77019	36,09	38,58	,593	37,8500
6	33,7250	12	1,93114	30,45	35,54	3,729	34,3800
Insgesamt	35,8165	72	2,64950	30,45	41,07	7,020	35,8950

TKM * Plato

TKM

Plato	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum	Varianz	Gruppierter Median
7	32,4332	12	1,49679	30,18	34,25	2,240	32,6550
8	36,4433	12	,87460	35,06	37,92	,765	36,2000
9	36,1217	12	1,15287	34,61	38,64	1,329	35,7867
10	37,6983	12	1,57188	34,69	39,69	2,471	38,0800
Insgesamt	35,6741	48	2,35008	30,18	39,69	5,523	35,7950

Verarbeitete Fälle

	Fälle					
	Eingeschlossen		Ausgeschlossen		Insgesamt	
	N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
TKM * Exponiert	48	4,6%	993	95,4%	1041	100,0%
TKM * Rinne	24	2,3%	1017	97,7%	1041	100,0%
TKM * Senke	12	1,2%	1029	98,8%	1041	100,0%
TKM * Kuppe	36	3,5%	1005	96,5%	1041	100,0%

TKM * Exponiert

TKM

Exponiert	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum	Varianz	Gruppierter Median
1	39,0775	12	1,74057	35,36	41,07	3,030	39,7450
2	34,2842	12	1,40819	31,99	36,07	1,983	34,5400
4	37,0942	12	1,14026	35,31	39,10	1,300	37,1750
5	37,7958	12	,77019	36,09	38,58	,593	37,8500
Insgesamt	37,0629	48	2,18205	31,99	41,07	4,761	37,5250

TKM * Rinne

TKM

Rinne	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum	Varianz	Gruppierter Median
3	32,9225	12	,74084	31,87	34,18	,549	32,9000
6	33,7250	12	1,93114	30,45	35,54	3,729	34,3800
Insgesamt	33,3238	24	1,48798	30,45	35,54	2,214	33,4000

TKM * Senke

TKM

Senke	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum	Varianz	Gruppierter Median
7	32,4332	12	1,49679	30,18	34,25	2,240	32,6550
Insgesamt	32,4332	12	1,49679	30,18	34,25	2,240	32,6550

TKM * Kuppe

TKM

Kuppe	Mittelwert	N	Std.-Abweichung	Minimum	Maximum	Varianz	Gruppierter Median
8	36,4433	12	,87460	35,06	37,92	,765	36,2000
9	36,1217	12	1,15287	34,61	38,64	1,329	35,7867
10	37,6983	12	1,57188	34,69	39,69	2,471	38,0800
Insgesamt	36,7544	36	1,38224	34,61	39,69	1,911	36,5400

B Quellenverzeichnis

Ahlemeier/Friedt: Züchterischer Ertragsfortschritt ungebrochen praxisnah.de 2012

Böse, Sven: Sortenwahl Winterweizen I: So wachsen hohe Erträge!. 03/2012, online unter Internetadresse (praxisnah.de) [Abruf: 2018-04-05]

Geisler, Gerhard: Ertragsphysiologie von Kulturarten des gemäßigten Klimas 1983

Kropf, Ute: Getreide: Jetzt die Aussaat checken! topagrar 10/2011

Kropf, Ute: Kornfüllung:Schrauben am Spitzenertrag topagrar 04/2012

Kropf, Ute: Qualität: Was Sie selbst steuern können topagrar 07/2012

Kropf, Ute: Warum unsere Weizenerträge stagnieren topagrar 06/2015

Oehmchen, Jobst: Pflanzenproduktion Band1: Grundlagen

Oehmchen, Jobst, F.-J. Vollmer : Pflanzenproduktion Band2: Produktionstechnik

Rogler, Helmut: Grundlagen der Bestandesführung im Getreidebau 2015

Schönberger, Hansgeorg: Bestandesführung von Hochertragssorten. 2015, online unter Internetadresse (praxisnah.de) [Abruf: 2018-06-15]

Schönberger, Hansgeorg: Getreide: Jetzt auf Ertrag und Qualität trimmen! topagrar 04/2015

Wollmer, Anna-Catharina: Auswirkungen von zeitweiliger Überstauung zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien von Weizen und Raps auf Ertragsparameter und Nährstoffzusammensetzung Österreichische Beschreibende Sortenliste 2015

URL1:https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/tierproduktion/schwein

ehaltung/fuetterung/hektolitergewicht.html [Abruf: 20.3.2018]

URL2:https://www.dsv-saaten.de/getreide/winterweizen/bestandsdichten.html

[Abruf: 15.3.2018]

URL3:https://histat.gesis.org/histat/de/table/details/BA435BFEEBCCB403BC68D2EED7FBA002 [Abruf: 10.4.2018]

URL4:https://www.proplanta.de/Maps/Weizen+Statistik+Deutschland_poi1315911268.html [Abruf: 10.4.2018]

URL5:https://www.geoportalmv.de/portal/Geowebdienste/Fachthemen/Topographische Karten_und_Luftbilder [Abruf: 10.6.2018]

URL6:http://www.proplantexpert.com/expert/comDispatching [Abruf: 10.4.2018]

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Name, Ort, Datum, Unterschrift