Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzenwissenschaften Abteilung Pflanzenbau





Einfluss der Sorte und der Saatstärke bei unterschiedlichem Stickstoff-Düngungsmanagement auf Ertrag und Qualitätskriterien bei Weizen *Triticum aestivum* L. unter unterschiedlichen Klimabedingungen in Österreich



Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Ingenieurin

eingereicht von

Michaela DOPLER, BSc

Betreuung

Ao. Univ. Prof. DI. Dr. Peter Liebhard

Wien, Juli 2015

DANKE

Für die vielseitige Unterstützung und Hilfe bei meiner Masterarbeit möchte ich mich bei allen recht herzlich bedanken.

DANKE an meinen Betreuer Ao. Univ. Prof. DI. Dr. Peter Liebhard

... für die großartige Organisation des Projektes, das mir entgegengebrachte Vertrauen, die tolle Betreuung und die große Ausdauer während der Durchführung und Erstellung meiner Arbeit.

DANKE an Julia Tasheva und Ernst Großlerchner

... für die tatkräftige Unterstützung, den fachlichen Rat und die Antworten auf meine vielen Fragen.

DANKE an die Probstdorfer Saatzucht

... für die Ermöglichung dieser Masterarbeit, die gewissenhafte Betreuung der Versuchsanlage, die tolle Unterstützung bei der Ernte, die liebevolle Aufnahme und die Hilfestellung bei den Analysen im hauseigenen Labor.

DANKE an das Team der Saatzucht Donau

... für die großartige Unterstützung, die gute Zusammenarbeit und die Zurverfügungstellung aller benötigten Ressourcen bei der Auswertung.

DANKE an meine fleißigen und höchst motivierten Helfer

... für den Beistand und die Hilfe bei der Datenerhebung Helga, Sylvia, Magdalena, Michael und David.

DANKE an Gerhard Sigl für die Rettung in der Statistik

... für die unendliche Geduld, die wertvollen Beiträge bezüglich der statistischen Auswertung und Interpretation meiner Daten.

BESONDERER DANK

gilt meiner Familie und meinen Freunden, die mich während der gesamten Studienzeit unterstützten und die mit mir durch Höhen und Tiefen gingen.

Heinrich Cotta, 1792:

"Wir kennen die Eigenschaften der natürlichen Dinge noch viel zu einseitig, als dass wir die Nützlichkeit oder Schädlichkeit einer Sache in Beziehung auf das Ganze mit Sicherheit entscheiden könnten. (...)
In der ganzen Welt ist kein Ding ohne Beziehung auf etwas anderes; dieses hat seine Erhaltung jenem zu danken, und jenes gewährt einem Dritten sein Dasein.
So macht die Welt ein unzertrennbares Ganzes; reißen wir nun etwas aus den Verhältnissen, in die es eingepasst war, so stören wir die Ordnung der Natur und hindern ihre Wirkungen."

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt und die verwendeten Quellen von wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche gekennzeichnet habe.

Wien, Juli 2015 Michaela Dopler

Inhaltsverzeichnis

1.	Kurz	urzfassung7					
2.	Abst	ract	8				
3.	Einle	eitung, Problemstellung und Zielsetzung	9				
3.1	l.	Einleitung	9				
3.2	2.	Problemstellung	10				
3.3	3.	Zielsetzung	10				
4.		gewählte Literaturgewählte Literatur					
4.1		Herkunft und Verbreitung von Weizen					
4.2	2.	Produktionstechnische Anforderungen bei Weizen	12				
	4.2.1	1. Standortanforderungen von Weizen	12				
	4.2.2						
	4.2.3						
	4.2.4						
	4.2.5						
5.	Mate	erial und Methode	26				
5.1	1.	Großraum und Klima	26				
	5.1.1	1. Versuchsstandort Leopoldsdorf i. M	26				
	5.1.2	2. Versuchsstandort Kautzen	26				
5.2	2.	Boden und Witterung	27				
	5.2.1	1. Versuchsstandort i. M	27				
	5.2.2	2. Versuchsstandort Kautzen	28				
5.3	3.	Versuchsanlage	30				
5.4	1.	Versuchsdurchführung	31				
	5.4.1	1. Sortenbeschreibung	31				
	5.4.2	2. Saat, Saatstärke und Saattermin	34				
	5.4.3	3. Pflanzenschutzmaßnahmen auf den Versuchsfeldern	34				
5.5	5.	Ernte- und Ertragsparameter	35				
	5.5.1	1. Kleinparzellenernte Strohertrag	35				
	5.5.2	2. Parzellenernte Kornertrag	36				
	5.5.3	3. Harvestindex	36				

	5.6. Qualit	ätsparameter bei <i>Triticum aestivum</i> L	_ 36
	5.6.1.	Rohproteingehalt	_ 36
	5.6.2.	Kornrohproteinertrag	_ 37
	5.6.3.	Feuchtklebergehalt	_ 37
	5.6.4.	Hektolitergewicht	_ 37
	5.6.5.	Tausendkorngewicht	_ 38
	5.6.6.	Fallzahl	_ 38
	5.6.7.	Alveogramm	_ 39
	5.7. Mathe	matische und Statistische Auswertung der Ergebnisse	_ 39
6.	Ergebnisse		41
	6.1. Wachs	tums- und Entwicklungsverlauf	_ 41
	6.2. Anzahl	ährentragender Halme/m²	_ 41
	6.3. Ernte	und Ertrag	_ 54
	6.3.1.	Kornertrag	_ 54
	6.3.2.	Strohertrag-Harvestindex	_ 59
	6.4. Ausgev	wählte Parameter	_ 60
	6.4.1.	Rohprotein	_ 61
	6.4.2.	Kornrohproteinertrag	_ 65
	6.4.3.	Feuchtkleber	_ 69
	6.4.4.	Hektolitergewicht	_ 73
	6.4.5.	Tausendkorngewicht	₋ 76
	6.4.6.	Fallzahl	_ 80
	6.4.7.	Alveogramm	_ 81
7.	Diskussion		83
	7.1. Einflus	s des Standortes, der Sorte, der Stickstoffdüngung und der Saatstärke auf	den
	Wachstums- u	ınd Entwicklungsverlauf	_ 83
	7.2. Einflus	s des Standortes, der Sorte, des Stickstoffdüngungsmanagements und	der
		f den Korn- und Strohertrag	
		s des Standortes, der Sorte, der Stickstoffdüngung und der Saatstärke	
	7.3.1.	Qualitätskriterien bei Weizen	
	7.3.1. 7.3.2.	Rohproteingehalt	
	7.3.2.	Kornrohproteinertrag	_ 91

	7.3.3.	Feuchtkleber	94	
	7.3.4.	Hektolitergewicht	95	
	7.3.5.	Tausendkorngewicht	97	
	7.3.6.	Fallzahl	98	
8.	Conclusio		100	
9.	Zusammen	fassung	102	
10.	O. Literaturverzeichnis			
11.	Abbildungs	verzeichnis	113	
12.	Tabellenve	rzeichnis	115	
13.	Abkürzungs	sverzeichnis	117	

1. KURZFASSUNG

Das Ziel der Masterarbeit war die Beurteilung der Einflüsse von Sorte, Saatstärke und unterschiedlichem Stickstoffmanagement auf das Ertrags- und Qualitätsverhalten im Vegetationsjahr 2012/13. Grundlage für die Ergebnisse waren einjährige Feldversuche auf zwei klimatisch unterschiedlichen Standorten (Leopoldsdorf i. M. und Kautzen - Waldviertel) in Form einer dreifaktoriellen Streifen-Spalt-Anlage mit sechs Sorten, vier Stickstoff (N)-Düngungsvarianten, drei Saatstärken und drei Wiederholungen. In Leopoldsdorf i. M. wurden erwartungsgemäß die günstigeren Werte bei den erhobenen Parametern (Anzahl ährentragender Halme, Kornertrag, Rohprotein, RP-Ertrag, TKG, Feuchtkleber) erreicht. Bei HL-Gewicht, Fallzahl, Anzahl der Ährchen/Ähre und Wuchshöhe wurden im baltischen Klima höhere Werte erhoben. Im Ertrag ergab sich zwischen den Standorten und Sorten ein signifikanter Unterschied. Die Erträge der österreichischen Sorten waren im Trockengebiet höher, die der ukrainischen Sorten Lybid und Poliska 90 hingegen am Standort Kautzen.

Bezüglich des Stickstoffdüngungsmanagements wurde festgestellt, dass in Kautzen die höchsten Kornerträge in der zweigeteilten N-Variante (Gesamt-N 120 kg/ha) erreicht wurden, wobei der RP-Wert niedriger als in der N3-Düngevariante mit 180 kg N/ha war. Im Trockengebiet wurden in der N3-Variante die höchsten Kornerträge mit den höchsten RP-Werten erreicht.

Im Kornrohproteinertrag zeigten sich in Kautzen keine Unterschiede bei den verschiedenen N-Düngevarianten und geringe Unterschiede zwischen den Sorten. Im pannonischen Klima hingegen lieferte die N3-Düngevariante den deutlich höchsten RP-Ertrag.

Eine standort- und verwertungsorientierte N-Düngung führte an beiden Standorten zu höheren Kornerträgen und höheren RP-Werten. Zudem konnte ein signifikanter Sorteneinfluss festgestellt werden. Die Ergebnisse zeigten, dass im Erntejahr 2013 eine Saatstärke von 400 Korn/m² höhere Kornerträge und günstigere Qualitätsmerkmale ergaben.

2. ABSTRACT

The aim of this master thesis was to evaluate the effects of variety, sowing density and different nitrogen management on yield and quality performance in growing season 2012/13. It is based on the results of one-year field trials in two climatically different locations (Leopoldsdorf i. M. and Kautzen - Waldviertel) in form of a 3-factorial strip-gap system with six varieties, four nitrogen fertilization variants, three seed rates and three replicates.

In Leopoldsdorf i. M., the more favorable values for the collected parameters (spiked number stalks, grain yield, protein, protein yield, thousand-kernel weight, gluten) were achieved as expected. In baltic climate higher values for test weight, falling number, number of spikelets / spike and plant height were recorded. A significant difference aroused between the sites and species on yield. In dryland the yields of Austrian varieties were higher as those of the Ukrainian varieties Lybid and Poliska 90 exceeded the yields of Austrian varieties Poliska 90 at Kautzen.

Regarding the nitrogen fertilization management the highest grain yields were achieved at Kautzen by two-part nitrogen dosage (N 120 kg/ha). However, the protein value was marginally lower compared to the N3-fertilizer variant with 180 kg N / ha.

In the dry area, the highest grain yield with the highest protein value was achieved by the N3 variant.

In terms of protein yield the outcome in Kautzen was not affected by the various N-fertilizing variants. Minor differences between the varieties were detected. In pannonian climate, the N3-fertilizer variant showed the significantly highest protein-yield.

At both locations, a location- and recovery-oriented nitrogen fertilization led to higher grain yields and higher protein contents. In addition, a significant variety-based impact was observed. The results showed that in 2013 a seed rate of 400 grains/m² resulted in higher grain yields and favorable quality features.

3. EINLEITUNG, PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG

3.1. Einleitung

In den vergangenen Jahrhunderten wurden viele Wirkungsweisen der Natur erforscht, geklärt und erklärt. Die Faktoren, die auf einen Prozess einwirken, sind meist zahlreich und nicht immer beeinflussbar. In der pflanzlichen Produktion haben neben den pflanzlichen-physiologischen Wechselwirkungen externe Größen wie die der Bodenverhältnisse, der Bestandesführung oder unbeeinflussbare Faktoren wie das Klima und der Witterungsverlauf einen hohen Einfluss. Extremwetterereignisse wie Trockenperioden, Starkregen, Überflutungen, Stürme, Hagel und Spätfröste nehmen zu. Zusätzlich sind die gesetzlichen und agrarpolitischen Rahmenbedingungen zu erfüllen, des Weiteren die Vorgaben der Gesellschaft, des Handels, der Verarbeiter und die Wünsche der Konsumenten.

In den nächsten 35 Jahren wird die Weltbevölkerung von 7,3 Milliarden auf über 9,5 Milliarden Menschen ansteigen (UNITED NATIONS, 2015) Aktuell stehen pro Person noch ca. 0,218 ha zur Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln zur Verfügung, im Jahr 2050 werden es nur mehr 0,181 ha pro Person sein (Alexandratos, et al., 2012). Die Aufgabe der Landwirtschaft, eine ausreichende Ernährung für die weltweite Bevölkerung zu gewährleisten, ist eine hohe Herausforderung, da die Begehrlichkeit nach Bioenergie, für welche ebenfalls Agrarflächen benötigt werden, steigt. Diese Herausforderungen verlangen ein ausgeklügeltes Produktionsmanagement, effiziente Sorten, ausreichende Pflanzenernährung durch Wirtschaftsund Mineraldünger und auch einen integrierten Pflanzenschutz. Ziel einer nachhaltigen Landwirtschaft ist das Anbieten gesunder, hochwertiger Nahrungsmittel in benötigter Menge. Dies soll ein effizienter Haushalt mit der Nutzung der natürlichen Ressourcen sein, bei dem z. B. die Bestandesführung den vorherrschenden Bedingungen angepasst wird, um das Ertrags- und Qualitätspotenzial der Nutzpflanzen bestmöglich auszuschöpfen.

Weizenarten haben weltweit eine hohe wirtschaftliche Bedeutung und zählen neben Reis und Mais zu den wichtigsten Getreidearten für die menschliche Ernährung. Im Jahr 2013 wurden auf einer weltweiten Anbaufläche von rund 219 Mio. ha insgesamt 713 Mio. t Weizen erzeugt. Dies entspricht einem Kornertrag von ca. 32,6 dt/ha (FAO, 2014).

Auf der südlichen Halbkugel wird Weichweizen zwischen dem 27. und 40. Breitengrad produziert. Die größte Anbaufläche mit der höchsten Ertragsleistung gibt es aber zwischen dem 30. und 60. nördlichen Breitengrad.

In Österreich ist Weizen aufgrund der günstigen Wachstumsbedingungen die Hauptfruchtart, gefolgt von Mais. Im Erntejahr 2013 wurde Winterweichweizen auf einer Fläche von 273.106 ha mit durchschnittlichen Erträgen von 54,9 dt/ha angebaut, was eine jährliche Produktion von 1,5 Mio. t ergibt (Statistik Austria, 2015).

Im Jahr 2012/13 wurden in Österreich 1,53 Mio. t Weichweizen produziert (Statistik Austria, 2014).

3.2. Problemstellung

Weltweit und speziell in Österreich gibt es kleinräumig große Unterschiede bei den Standortbedingungen. Um das Ertragspotential der Qualitätsweizensorten ausschöpfen zu können, ist die Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen wichtigen Pflanzenmerkmalen und Umweltbedingungen notwendig. Die Erforschung der genetischen und physiologischen Prozesse der Pflanzen ist erforderlich für das Ausschöpfen des Potentials bei der Produktion von Weizen mit hohen Qualitätseigenschaften.

Das traditionelle österreichische Qualitätsproduktionsweizengebiet im pannonischen Klimaraum beschränkt sich auf das westliche und östliche Weinviertel in Niederösterreich, das Wiener Becken sowie das nördliche und mittlere Burgenland. Die tiefgründigen und humusreichen Böden dieser Region ergeben einen positiven Einfluss auf die Weizenqualität. Speziell die pannonischen Weizen weisen sehr gute Backeigenschaften auf, allerdings sind die Erträge aufgrund des fehlenden Wassers niedriger als im Alpenvorland (westliches Niederösterreich und Oberösterreich). Im westlichen Niederösterreich, in Oberösterreich und den übrigen Anbauregionen sind die Qualitätskriterien zumeist niedriger als im pannonischen Raum; in diesen Regionen wird überwiegend Mahlweizenqualität produziert.

3.3. Zielsetzung

Eine ständige Anpassung der Sorten an die regionalen Produktionsbedingungen ist erforderlich. Anhand der Ergebnisse der Masterarbeit sollen die unterschiedlichen Aus- und Wechselwirkungen der Einflussgrößen Sorte, Saatstärke und Stickstoffdüngung an zwei Standorten aufgezeigt werden. Ziel der Arbeit ist es, an zwei Standorten in Österreich den Einfluss der Sorten mit unterschiedlicher Backqualität bei drei Saatstärken und vier unterschiedlichen Stickstoffdüngungsmanagements auf den Ertrag sowie nach ausgewählten Qualitätsparametern bei der speziellen Jahreswitterung 2012/2013 zu beurteilen.

4. AUSGEWÄHLTE LITERATUR

4.1. Herkunft und Verbreitung von Weizen

Der "Fruchtbare Halbmond" mit dem Zentralraum im Zwischenstromland (Euphrat und Tigris) ist aufgrund archäologischer Funde das Herkunfts- und Domestikationsgebiet des Weizens. Der fruchtbare Halbmond bezeichnet das sichelförmige Gebiet, das vom hügeligen Randbereich des östlichen Mittelmeerraums über den südöstlichen Teil der Türkei verläuft, sich weiter in südöstlicher Richtung bis zum Persischen Golf erstreckt und das Zweistromland (Euphrat und Tigris) einschließt. Funde und Hinweise aus diesem Raum gehen bis ca. 10.000 vor Christi zurück (Geisler, 1988). Es gibt keine bekannte Wildform des hexaploiden Weizens, deshalb wird davon ausgegangen, dass *Triticum aestivum* durch eine spontane Kreuzung entstanden ist.

Die Weizenarten lassen sich nach der Anzahl ihrer Chromosomen in die diploide, tetraploide und hexaploide Reihe unterteilen.

Weizen besitzt ein sehr großes polyploides und komplexes hexaploides Genom, welches eine Genomgröße von etwa siebzehn Milliarden Basenpaaren und ca. 95.000 Genen hat (Brenchley, et al., 2012). Das hybride Weizengenom setzt sich aus einer Kombination von drei verschiedenen Gräsern zusammen. Jedes der ursprünglichen Genome trägt mit sieben diploiden Chromosomen zum Genom des Weizens bei (Franke, 1992). Dabei hat das Weizengenom im Laufe seiner Evolution einzelne Gene verloren, ohne dass bis heute der genaue Zeitpunkt noch der Grund dafür bekannt ist (Matsuoka, 2011). Bisher wurde angenommen, dass sich vor rund 0,5 Millionen Jahren *Triticum urartu* mit der Genombezeichnung AA spontan mit einer *Aegilops* Art, möglicherweise *Aegilops speltoides*, mit dem Genom BB kreuzte. Daraus entstand die Weizenart *Triticum turgidum* mit dem Genom AABB. Durch eine natürliche Hybridisierung der tetraploiden

Weizenart mit einer weiteren diploiden *Aegilops* Art, *Aegilops tauschii*, mit dem Genom DD, welche als Unkraut auf den Feldern im Gebiet südlich des Kaspischen Meeres vorkam, entstanden hexaploide Formen mit dem Genom AABBDD, unter anderem *Triticum aestivum* (BAEUMER, 1992).

Neuere Analysen zeigen, dass die drei Subgenome A, B, D des Weichweizens einander nicht nur sehr ähneln, sondern dass es auch kaum Unterschiede bei der Anzahl der Gene gibt. Dies liegt an ihrem gemeinsamen Ursprung. Vor etwa 6,5 Millionen

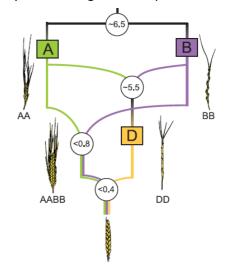


Abbildung 1: Entstehung von Weizen; Marcussen, 2014.

Jahren differenzierten sich aus dem gemeinsamen Vorfahren das A und B Genom in zwei Linien. Eine Million Jahre später entstand aus *Triticum urartu* (AA) und *Aegilops speltoides* (BB) durch eine erste homoploide Artbildung das D Genom (Marcussen, et al., 2014). Vor rund 0,8 Millionen Jahren ergab sich aus einer zweiten Hybridisierung wieder zwischen den nahen Verwandten *Aegilops speltoides* (BB) und *Triticum urartu* (AA) der allotetraploide Emmer Weizen *Triticum turgidum* (AABB) durch Polyploidisierung (Matsuoka, 2011); (Marcussen, et al., 2014). Erst in einer dritten Kreuzung vor ca. 0,4 Millionen Jahren formte sich durch Allopolyploidie aus *Triticum turgidum* (AABB) und *Aegilops tauschii* (DD) der hexaploide Brotweizen mit dem Genom AABBDD (Marcussen, et al., 2014).

4.2. Produktionstechnische Anforderungen bei Weizen

4.2.1. Standortanforderungen von Weizen

Weizen stellt hohe Standortansprüche, vor allem ein ausgeglichener Wasser- und Lufthaushalt sowie ein hohes Nährstoffnachliefervermögen des Bodens sind entscheidend. Bevorzugt werden tiefgründige, nährstoffreiche Böden mit ausgeglichener Wasserversorgung, wie Lösslehmböden, kalkreiche Böden der Flussauen, Marschen und Verwitterungsböden mit neutralem bis alkalischem pH Wert (6,5 bis 7,5). Günstige Wuchsbedingungen sind durch wintermildes, sommerwarmes und strahlungsintensives Klima gegeben (BROUWER, 1977), (OEHMICHEN, 1986). Auch DENNERT und FISCHBECK (1999) führen die Ertragsleistung des Bodens und die Wasserversorgung als ertragsbegrenzende Faktoren an.

Der Transpirationskoeffizient von Winterweizen ist mit 500 I relativ hoch. Der Wasserbedarf für die Bildung von einem Kilogramm Trockenmasse liegt bei ca. 500 I Wasser für die etwa 300 Tage lange Vegetationszeit (Brouwer, 1977).

Als optimale Jahresniederschlagsmenge werden für Weizen 500 bis 600 mm angeführt. Die Verteilung des Niederschlages ist für den Ertrag und die Ertragssicherung entscheidend. Zu bestimmten Wachstumsphasen reagiert Getreide besonders sensibel auf Trockenheit. Der Umfang und die Kontinuität von Wasser und Nährstoffen hat Einfluss auf die Anzahl der Bestockungstriebe und die Differenzierungsvorgänge. Für den Ertrag ist besonders die Phase der Reduktion zwischen Schossen und Blüte von Bedeutung. So vermindert Trockenstress während der Schoßphase den Kornertrag, die Trockenmassebildung, die Kornzahl/Ähre und die Tausendkornmasse, allerdings führt er zu höherem Proteingehalt im Korn (BRUNNER, 1998). BROUWER (1977) geht von täglich bis zu 5 mm Schossen während der Hauptwachstumsphase aus.

Bei Kornerträgen von 100 dt/ha und einem Ernteindex von 50 % bildet sich eine Trockenmasse von 200 dt/ha.

BROUWER (1977) empfehlen eine Saattiefe von 2 bis 4 cm und weisen darauf hin, dass eine tiefere Aussaattiefe die Keimpflanze schwächt und eine flachere Ablage eine Gefährdung für das Auflaufen, in diesem Fall lückig, darstellt.

Bezüglich der Saatzeit ist Weizen von allen Wintergetreidearten am tolerantesten. Standortabhängig wird die Saat zwischen Ende September und Ende Oktober durchgeführt (BROUWER, 1977). In Extremfällen ist die Aussaat in wintermilden Lagen auch bis Dezember möglich (AUFHAMMER, 1998) – hier muss man aber verstärkt mit Ertragseinbußen rechnen (GEISLER, 1988). Frühe und vor allem sehr frühe Saattermine vor Mitte September sind mit stärkeren Risiken behaftet. Vermehrt treten Krankheiten und Schädlinge wie Virosen, Fritfliege, Pilzkrankheiten und Ungräser auf, die nur mit zusätzlichem Aufwand kontrolliert werden können (Boese, 2009).

Im pannonischen Produktionsgebiet hat sich die Aussaat zwischen 5. und 20. Oktober bewährt, für höhere Lagen im Wald- und Mühlviertel ist Ende September oder Anfang Oktober günstig. Die Pflanzen sollten bis Anfang Dezember das 4-Blatt-Stadium beziehungsweise den Bestockungsbeginn (BBCH 21) erreichen, um bereits im Herbst ein effizientes Wurzelsystem ausbilden zu können. Die Winterfeuchte kann dadurch besser genützt werden und die Pflanzen kommen mit Hitze und Trockenheit im Frühsommer leichter zurecht (Oberforster, et al., 2013).

Die Winterfestigkeit von Weizen wird nach Brouwer (1977) als Mittel zwischen Roggen und Gerste beschrieben. Winterweizen erträgt mit erheblicher Sortenabhängigkeit Temperaturen von minus 15 °C bis 20 °C, wobei Frost erst nach Abhärtung ertragen wird. Eine lang anhaltende Schneedecke wird laut Geisler (1988) von Winterweizen besser toleriert als von anderen Getreidearten – Grund dafür ist, dass Weizen vor dem Winter weniger Biomasse produziert. Je nach Sorte benötigt der Winterweizen bis zur Reife eine Wärmesumme von 2.000 bis 2.200 °C.

Weizen hat auf fruchtbaren Ackerböden eine bevorzugte Stellung, da er die Vorfruchtwirkung meist besser nützt. Er reagiert auch stark auf die Fruchtfolgestellung, als Vorfrüchte werden Raps, Rüben, Leguminosen, Feldfutter und Kartoffeln empfohlen. Weizen ist für alle abtragenden Getreidearten wie Gerste, Roggen und Hafer eine gute Vorfrucht (ОЕНМІСНЕN, 1986); (DIEPENBROCK, et al., 2012); (WAGENTRISTL, 2014).

4.2.2. Sorteneinfluss von Weizen

Der Entwicklungsverlauf eines Weizenbestandes ist wesentlich von der Witterung und der Sorte abhängig und kann durch die produktionstechnischen Maßnahmen wie Saatzeitpunkt und Saatstärke beeinflusst werden. In der "Österreichischen Beschreibenden Sortenliste" des Bundesamtes für Ernährungssicherheit sind zurzeit 85 Winterweizen angeführt. Diese Sorten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer agronomisch relevanten Merkmale wie Reifezeit, Standfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Witterungsbelastungen, Krankheiten und Schädlinge und der Qualität bzw. des Verarbeitungswertes des Ernteproduktes. Des Weiteren wird die Eignung für bestimmte Boden- und Klimaverhältnisse oder Verwendungszwecke angeführt (AGES, 2014).

Die Einteilung von Weichweizen erfolgt nach verschiedenen Kriterien. Die Berücksichtigung der Ertragsstruktur hat wesentlichen Einfluss auf die Maßnahmen zur optimalen Bestandesführung.

Bestandesdichtetypen bauen ihren Ertrag vornehmlich über die überdurchschnittlich hohe Bestandesdichte auf und erreichen nur maximal mittlere Kornzahlen/Ähre und Tausendkorngewichte (TKG) und damit niedrige Einzelährenerträge.

Korndichtetypen hingegen bilden eine hohe Anzahl Körner/m² entweder durch hohe Kornzahlen/Ähre oder höhere Bestandesdichten. Das TKG ist bei diesen Sorten meist gering bis mittel. Vertreter dieser Gruppe benötigen zur Ausschöpfung ihres optimalen Ertragspotenzials unbedingt höhere Bestandesdichten, da sie geringe Ährenzahlen nur begrenzt durch ein höheres TKG und hohe Kornzahlen/Ähre kompensieren können.

Einzelährentypen erzielen ihren Ertrag über hohe Kornzahlen/Ähre und ein hohes TKG bei geringer Ährendichte.

Des Weiteren gibt es noch **Kompensationstypen.** Diese Sorten können auch niedrige Bestandesdichten, z.B. aufgrund von Frühjahrstrockenheit, durch höhere Kornzahlen/Ähre oder ein hohes TKG ausgleichen. Durch ihr gutes Kompensationsvermögen haben sie eine große ökologische Streubreite und sind für die unterschiedlichsten Anbausysteme und Klimaverhältnisse gut geeignet (AGES, 2014); (DSV, 2014). Die Einteilung in die verschiedenen Typen ist allerdings selten eindeutig und der Übergang ist fließend.

Für die Vermarktung und Verwertung ist die Einstufung in die Backqualitätsgruppen von Bedeutung. Diese werden in drei Übergruppen zusammengefasst:

"Qualitäts- oder Aufmischweizen (Backqualitätsgruppe 9 bis 7) zeichnen sich durch sehr gute Eigenbackfähigkeit, hohes Backvolumen, gute Teigverarbeitungseigenschaften und hohe Proteinwerte aus. Sie werden vorwiegend für die Herstellung von Brot und Gebäck verwendet. Qualitätsweizensorten, die mindestens 15 % Rohprotein (RP) in der Trockensubstanz und 280 Sekunden Fallzahl aufweisen, werden als Premiumweizen vermarktet.

Mahlweizen (Backqualitätsgruppe 6 bis 3) Sorten dieser Gruppe besitzen ausreichende oder geringe Eigenbackfähigkeit. Es bedarf einer Aufmischung mit Qualitätsweizen zur Herstellung von Handelsmehlen.

Futterweizen und sonstiger Weizen (Backqualitätsgruppe 2 bis 1) weisen eine sehr geringe Eigenbackfähigkeit oder Mehlausbeute auf. Sorten dieser Gruppe kommen in der Tierernährung zum Einsatz. Weitere Verwendungszwecke sind die Ethanolerzeugung, kleinere Mengen werden als Brauweizen vermälzt oder als Nährmittel für die Herstellung von Flocken, Graupen, Grieß, Speisekleie benötigt. Seit dem Jahr 2013 werden große Mengen Weizenstärke erzeugt. Ein weiterer Teil, etwa 7.900 ha Winterweizen, dient der Saatguterzeugung" (AGES, 2014).

Tabelle 1: Qualitätskriterien bei Weizen nach Oberforster, (2014).

Kriterium	PW	QW	MW	EW
Kitteriuiii	Premiumweizen	Qualitätsweizen	Mahlweizen	Ethanolweizen
BQG der Sorte	7 - 9	7 - 9	7 - 9,3 - 6	-
HL-Gewicht, kg	Basis 80,	Basis 80,	Basis 79,	Basis 76,
TIE-Gewicht, kg	mind. 78	mind. 78	mind. 76	mind. 73
Fusarium Körner, %	max. 1,0	max. 1,0	max. 1,0	max. 1,0
Auswuchs, %	max. 1,0	max. 1,0	max. 1,0	max. 2,5
Rohprotein, % TS.	mind. 15,0	mind. 14,0	mind. 12,5	_
Feuchtkleber, % TS	mind. 32	mind. 30	mind. 28	-
Sedimentationswert, ml	mind. 55	mind. 50	mind. 35	_
Fallzahl, sek.	mind. 280	mind. 250	mind. 220	mind. 180
DON/ZEA, μg/kg	≤1250/100	≤1250/100	≤1250/100	≤1250/100

Aufgrund der unterschiedlichen Resistenzen, Leistungs- und Qualitätseigenschaften hat die Wahl der Sorte einen erheblichen Einfluss auf den nötigen Umfang des Pflanzenschutzes und Düngemitteleinsatzes (KLEIBER, 2000). Die Ausbildung des Wurzelsystems, das Nährstoffaneignungsvermögen, das genetische Proteinbildungs- und

Proteinumlagerungsvermögen und die Stresstoleranz sind sortenabhängig (BROUWER, 1977); (Wellie-Stephan, 2009).

4.2.3. Saatstärke von Weizen

Die Saatstärke ist eine entscheidende Einflussgröße zur Optimierung des Ertrages und der Qualität. Sie ist von vielen Faktoren abhängig, wie zum Beispiel der Bodenart, der Vorfrucht, des Anbautermins, der Güte des Keimbettes, des Säverfahrens, der Gefährdung durch Vogel- und Hasenfraß und der Jahreswitterung. Auch genetische Faktoren haben z.B. als unterschiedlicher Bestockungsfähigkeit oder variabler Ertragsstruktur einen Einfluss.

Besonders die Wechselwirkungen zwischen Saattermin, Sorte, Aussaattechnik, Bestandesdichte, Standraumverteilung, Ertragsstruktur, Dünger, Krankheitsbefall und Pflanzenschutz sind bei Weizen ertrags- und qualitätsbeeinflussend. Veränderungen eines jeden dieser Faktoren haben Einfluss auf die Entwicklung und die Ausprägung der Ertragsfaktoren (VOLLMER, 1986); (BOESE, 2009). Als besonders komplex stellt sich die Beziehung zwischen Saatstärke und Wassernutzung dar (GOODING, et al., 1997).

Aus der Saatstärke ergibt sich die Standraumzuteilung der Einzelpflanze und somit auch die intraspezifische Konkurrenz im Bestand um Nährstoff und Wasserangebot (BROUWER, 1977). Die Intensität der Konkurrenz und der gegenseitigen Beeinflussungen beginnt umso früher und steigt umso rascher an, je größer die Pflanzenzahl/Flächeneinheit und je knapper das Angebot eines oder mehrerer Wachstumsfaktoren ist (AUFHAMMER, 1999). Die daraus resultierenden Konkurrenz- und Kompensationseffekte wirken sich auf die Einzelpflanze sowie den Gesamtbestand aus.

Der Kornertrag ergibt sich aus der Bestandesdichte (Anzahl der Ähren/m²), Kornzahl/Ähre und Einzelkorngewicht (gemessen als TKG ing). Für die Saatstärke sind die keimfähigen Körner/m², der erwartete Feldaufgang, die Pflanzenverluste über den Winter bzw. während der Vegetationszeit (z.B. durch Striegeln) und der Bestockungsfaktor (Triebdichte = Triebe/m²) entscheidend. Über den Anteil der starken Triebe, die Triebreduktionsrate und den Beährungsfaktor kann daraus die Bestandesdichte errechnet werden.

Nach Fischbeck, et al. (1982) ist die optimale Bestandesdichte dann erreicht, wenn der Ertragszuwachs durch die steigende Pflanzendichte den sinkenden Einzelpflanzenertrag gerade noch ausgleichen kann.

Durch das Erhöhen der Saatstärke sinkt in der Regel die Anzahl der Bestockungstriebe. Im Mittel kann für leistungsfähige Triebe von einer Bestockung von 1 bis 1,4 ausgegangen werden (BORGMANN, 1986). Vergleichbares gilt für die Ährendichte, mit zunehmender Saatstärke verringert sich die Anzahl der Ähren/Pflanze (TRIEBEL, 1982). BROUWER (1977) hingegen geht von einer höheren Bestockung aus und empfiehlt drei Halme pro Pflanze.

Geringere Saatstärke bewirkt eine erhöhte Bestockungsrate sowie eine steigende Anzahl an Körner/Ähre, aber auch ein höheres TKG (ELLEN, 1990). Eine zu starke Bestockung und zu hohe Bestandesdichte beeinträchtigten die Standfestigkeit und erhöhen den Krankheitsbefall. Besonders in niederschlagsarmen Anbaugebieten wird durch eine hohe Bestandesdichte die Bodenfeuchte stark beansprucht (Vollmer, 1986). Bei ungenügender Nährstoffnachlieferung wird die Anzahl der Blüten je Ähre reduziert, da die Bestockungstriebe bevorzugt mit den vorhandenen Assimilaten versorgt werden. Dies kann durch eine geringere Kornzahl/Ähre ausgeglichen werden (Borgmann, 1986).

Eine allzu starke Reduktion der Saatstärke ist aber wegen der Tendenz zu vermehrtem Unkrautdruck und inhomogener Bestandesabreife nicht empfehlenswert (FISCHL, et al., 2013).

Nach BAEUMER (1992) ist der Gesamtflächenertrag über einen weiten Bereich von der Keimdichte unabhängig, während die verschärfte Konkurrenz um Nährstoffe und Wasser bei steigender Pflanzendichte zu vermindertem Einzelpflanzenwachstum führt.

LERNER und Maney (1986) und Mc Leod et al. (1999) stellten in ihren Untersuchungen fest, dass das Korngewicht nicht von der Saatstärke beeinflusst wird. Durch die Steigerung der Saatstärke erfolgt eine Verringerung des Korngewichtes. Nach Gooding und Davies (1997) werden in einer Vielzahl von Experimenten kein Einfluss der Saatstärke auf die Qualität festgestellt (Cambell, et al., 1991), (Jedel, et al., 1994).

Die optimale Bestandesdichte von Weizen liegt nach Brouwer (1977) zwischen 300 und 500 Pflanzen/m², in Ausnahmefällen kann die Keimdichte/m² auch kleiner als 200 bzw. größer als 500 sein. Vollmer (1986) geht von 300 bis 400 Weizenkeimpflanzen aus, welche im Zuge der Bestockung bis zu 2.000 Triebe pro m² bilden. Für eine Zielährenzahl von ca. 550 Ähren/m² bedarf es etwa 220 gut entwickelter Pflanzen mit durchschnittlich je 2,5 kräftigen Trieben (Haupt- plus Nebentrieb mit mehr als drei Blättern) (Dennert, 2014).

4.2.4. Pflanzenschutz bei Weizen

Eine Vielzahl von Krankheitserregern, Schädlingen, Unkräutern und Ungräsern beeinflussen die Produktivität von Weizen. Die Schätzungen über die Verluste variieren stark. CRAMER, (1967) schätzt die globalen Verluste auf 23,9 %. Sie ergeben sich aus 5 % durch Insekten, 9,1 % durch Krankheiten und 9,8 % durch die Begleitflora. Nach Schätzungen von Oerke et al. (1994) lagen die Verluste zwischen 1988 und 1990 eineinhalb Mal so hoch. Der Krankheitsbefall ist jedoch stark von der Sorte und der Witterung abhängig (Vollmer, 1986). Der Pflanzenschutz umfasst neben biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer und kulturtechnischer Maßnahmen auch die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel und sollte im Hinblick auf den integrierten Pflanzenschutz nach dem Schadschwellenprinzip erfolgen.

4.2.4.1. Unkrautbekämpfung bei Weizen

Eine große Zahl an verschiedenen Unkrautarten ist in Weizenbeständen zu finden, welche den Ertrag, vor allem in frühen Entwicklungsstadien, reduzieren, da sie um Licht, Wasser und Nährstoffe konkurrieren. Sie fungieren auch als Wirt für Krankheiten und Insekten und verzögern oder erschweren die Ernte. Besonders problematisch sind jene Unkrautarten, die aus derselben Familie wie Weizen stammen, die Poaceae (Gooding, et al., 1997). Die Bekämpfung kann mechanisch mittels Walzen, Eggen oder Striegeln vor dem Auflaufen oder nach dem Auflaufen im Drei-Blatt-Stadium erfolgen. Die chemische Bekämpfung richtet sich nach Schadschwellen und erfolgt mittels Ätzmitteln, welche im Vorauflauf oder nach dem Drei-Blatt-Stadium bis zum Bestockungsende eingesetzt werden. Zu den bedeutendsten Ungräsern zählen Ackerfuchsschwanz, Windhalm und Flughafer. Bei den dikotylen Unkräutern Klettenlabkraut, Vogelmiere, Windenknöterich besonders problematisch (Geisler, 1988). Reduzierte Bodenbearbeitung und frühe Aussaattermine begünstigen die Vermehrung der Begleitflora (GEISLER, 1988). Eine Kombination aus Herbizideinsatz, Bodenbearbeitungs- und Fruchtfolgemaßnahmen ist in jedem Fall sinnvoll, bei Auftreten von schwer bekämpfbaren Unkräutern, wie zum Beispiel der Quecke, ist sie unerlässlich. In der Züchtung wird versucht, die Blattbreite und Blattstellung im Getreide derart zu verändern, dass durch eine frühe Bodenbeschattung der Beikrautdruck vermindert wird.

4.2.4.2. Schädlinge bei Weizen

Zu den bedeutendsten tierischen Schädlingen zählen während der Keimung Drahtwürmer (Agriotes und Corymbites Arten), Engerlinge und Schnecken. Während der Vegetation sind Zikaden und Getreideblattlaus Vektoren für die viröse Gelbverzwergung. Das Getreidehähnchen

sowie Milben, freilebende Nematoden, Feldmäuse und Vögel beeinflussen den Ertrag und die Qualität negativ (Geisler, 1988); (Gooding, et al., 1997). Blattläuse zum Blühzeitpunkt vermindern die Ertragsbildung (Geisler, 1988) und haben signifikante Effekte auf die Qualität (Lee, et al., 1981). Die Fraßschäden der Larven des Getreidehähnchens, bevorzugt am Fahnenblatt, führen zu einer Verminderung der Photosyntheseleistung und bewirken somit eine Verringerung der Kornzahl/Ähre und des TKGs (Proplanta, 2014); (Schubige, 2014).

4.2.4.3. Krankheiten bei Weizen

Infektiöse Krankheiten werden durch Pilze, Viren, Bakterien, Mykoplasmen oder Nematoden verursacht (Gooding, et al., 1997). Das Auftreten und die Art ist in hohem Maß von Boden, Klima, Fruchtfolge und Sorte abhängig (Vollmer, 1986). Die Pilze sind die bedeutendste Gruppe der Erreger, welche vorwiegend durch die Beizung des Saatgutes bekämpft werden. Fuß-, Blattund Ährenkrankheiten werden mit Fungiziden behandelt. Die Einteilung kann nach ihrem Bekämpfungszeitpunkt in frühe (*Pseudocercosporella, Erysiphe graminis, Puccinia striiformis*), mittlere (*Septoria tritici, Puccinia triticina*) und späte (*Septoria nodorum, Puccinia triticina, Helminthosporium*) Fungi erfolgen. Die Bekämpfung erfolgt zumeist nach Prognosemodellen mit breit- und langwirkenden Präparaten. Die Maßnahmen zur Krankheitsbekämpfung zielen auf die Sicherung und Aufrechterhaltung von Speichervorgängen während der Abreife ab, um durch höhere TKG eine Verminderung der Kornerträge zu verhüten. Besonders Hochertragssorten mit kurzen Halmen, bei denen sich die Ähren näher am Boden befinden, sind stärker von Krankheitserregern gefährdet.

4.2.5. Pflanzenernährung und Düngung bei Weizen

Pflanzennährstoffe dienen generell als Bausteine im pflanzlichen Stoffwechsel. Ihre Verfügbarkeit beeinflusst die Ertragsleistung und die Qualität der Ernteprodukte (SCHUBERT, 2011). Für den Fortschritt des Weizenwachstums bedarf es mindestens 17 Makro- und Mikronährstoffe (Gooding, et al., 1997). Durch Düngungsmaßnahmen wird gezielt in die Entwicklung von Getreidebeständen eingegriffen und bestimmte Ertragskomponenten gefördert oder gehemmt. Ziel der Düngung ist es, Nährstoffmangel im Boden oder in der Pflanze zu beseitigen, um die Ertragsbildung so zu fördern, dass das Ertragspotential ausgeschöpft wird (Diepenbrock, et al., 1999). Aufgrund der Wechselbeziehungen der Ertragskomponenten zueinander, die für das Kompensationsvermögen mitverantwortlich sind, können diese aber nicht unabhängig voneinander gefördert werden (GEISLER, 1988) (ROPERIA, 1998). Die Phosphatdüngung steht im Zusammenhang mit dem Ertrag, aber auch der Qualität. Phosphat

beeinflusst sowohl den Proteinwert als auch den Sedimentationswert des Weizens. Bei steigender Kalidüngung ist eine höhere Weizenqualität festzustellen und bei einer optimalen Magnesiumversorgung nimmt der Weizenertrag allgemein zu (VOLLMER, 1986). Schwefelmangel vermindert den Ertrag und das TKG, hat aber auch negative Auswirkungen auf die Proteinqualität, da Schwefel als ein wichtiger Bestandteil von bestimmten Weizenproteinen wesentlich mitverantwortlich für die Elastizität des Teiges und das Backvolumen ist (Gooding, et al., 1997); (SCHNUG, et al., 2006). Den größten Einfluss auf die Produktivität hat Stickstoff, welcher Hauptbestandteil von den Proteinen und somit der Enzyme ist. Diese sind Katalysatoren für essentielle Lebensvorgänge. Stickstoff beeinflusst das Wachstum, stimuliert die Bestockung, verzögert die Seneszenz, beschleunigt die Kornfüllung, verzögert aber bei einem Überangebot die Reife, das Risiko für Frostschäden, Lagerung und Blattkrankheiten wird erhöht. Darüber hinaus ist Stickstoff ein bedeutender Bestandteil der Nukleinsäure, welche als Speicher für die Erbinformation dient (Gooding, et al., 1997). Die Stickstoffeffizienz (Proteinbildung) wird durch ausreichendes Schwefel- und Kaliumangebot verbessert (Winkovitsch, 2012). Der durchschnittliche Nährstoffentzug durch Weizen ist in Tab. 2. dargestellt.

Tabelle 2: Nährstoffentzug in kg/ha durch Weizenpflanzen (Schilling, 2000).

Entzug von Nährstoffen durch Weizen								
Kultur Haupt-Nebenproduktverhältnis Entzug in dt/ha								
	1:	N	Р	P ₂ O ₅	K	K₂O	Mg	MgO
Winterweizen > 12 % Rohprotein	0,8	2,60	0,45	1,04	1,43	1,72	0,22	0,36

4.2.5.1. Stickstoffdüngungsmanagement bei Weizen

Stickstoff hat in der Pflanzenernährung eine Sonderstellung, da er in unterschiedlichen Bindungen vorliegt und sowohl als Kation als auch als Anion aufgenommen werden kann (Mengel, 1991) (Widmer, 2014). **Nitrat** ist eine negativgeladene Stickstoffform und bindet sich nur lose an Bodenteilchen, deshalb gelangt es mit dem Wasser in die Pflanze. Für diese passive Aufnahme benötigt die Pflanze kaum Energie, kann dafür die Menge an aufgenommenem Nitrat aber auch nicht steuern (Widmer, 2014).

Ammonium stellt die kationische Form dar. Diese positiv geladene Stickstoffform bindet sich gut an Bodenteilchen. Durch die Nitrifikation wird Ammonium zu Nitrat umgewandelt (WIDMER, 2014). Ammonium muss aufgrund der zelltoxischen Wirkung des Ammoniaks, unter Verbrauch von Kohlehydraten, bereits in den Wurzeln assimiliert werden (MENGEL, 1991) und wird deshalb

als "wurzeldominante" N-Form gegenüber Nitrat und Harnstoff als "sprossdominante" N-Formen eingestuft (Sommer, 1996). Diese sogenannte aktive Aufnahme verfügt über den Vorteil, dass die Pflanze nur so viel Stickstoff aufnimmt, wie sie auch benötigt (WIDMER, 2014).

Stickstoffdüngerformen lassen sich nach ihrer Wirkgeschwindigkeit wie folgt einteilen:

- Nitrat ist schnell wirksam und eignet sich besonders für jüngere Pflanzen
- Ammonium wirkt m\u00e4\u00e4\u00e4gig schnell, je besser das Wurzelwerk ausgebildet ist, umso leichter kann die Pflanze das gespeicherte Ammonium der Bodenteilchen erschlie\u00e4en
- Ammonnitratdünger ist zum Teil schnell aber teils auch langsam wirksam
- Amiddünger ist langsam und temperaturabhängig wirkend.

Bis Harnstoff von der Pflanze aufgenommen werden kann, bedarf es mehrerer Umwandlungen. Wenn die Bedingungen im Boden stimmen, erfolgt der Abbau von Harnstoff im Boden durch Mikroorganismen und die Freisetzung von Ammonium-Ionen innerhalb weniger Tage. Unter bestimmten Bedingungen, wenn Harnstoff längere Zeit auf der Bodenoberfläche liegt und zudem hohen Temperaturen ausgesetzt ist, kann es zur Bildung und Abgasung von Ammoniak (NH₃) kommen (AGES, 2009) (WIDMER, 2014).

Die Stickstoffdüngung mit ihrer Ertragswirksamkeit ist von einer Vielzahl von Faktoren beeinflussbar. Neben der Düngungsmenge spielt die Form, die Terminierung und die Verteilung der Gabe eine besonders große Rolle. Aber auch das bodenbürtige N-Angebot im Frühling, welches von der Vorfrucht und deren Düngung sowie der Witterung, der Krumentiefe und der Bodenart beeinflusst wird, hat wesentlich Einfluss. Während der Vegetationsperiode ist der N-Vorrat im Boden, dessen Bindungsform, die Witterung und die Bodenaktivität entscheidend. Abhängig vom Pflanzenbestand, dessen Bestandesdichte und der Sorte wirken weitere Umwelteinflüsse wie die Witterung, der Krankheitsdruck und -befall und der Unkrautbesatz. Aber auch durch produktionstechnische Maßnahmen wie Grunddüngung und Einsatz von Halmverkürzern wird die Verfügbarkeit von Stickstoff gelenkt (VOLLMER, 1986), (Wellie-Stephan, 2009).

Eine Kombination der drei N-Formen Ammonium, Nitrat und Harnstoff ist die Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL), welche als Bodendünger, mit entsprechender Verdünnung auch als Blattdünger, eingesetzt wird. Versuche haben gezeigt, dass mit Nitrat gedüngte Pflanzen mehrere Teilgaben benötigen. Das rasch aufgenommene Nitrat speichern die Pflanzen in den Blättern und Halmen und remobilisieren es später für die Einlagerung in die Körner (BRACHT, 1998). Um N-Verluste so weit als möglich zu reduzieren, hat die Bedarfsermittlung große Bedeutung. Da die Ab- und Umbauprozesse von vielfältigen Faktoren, wie Witterung, Bodeneigenschaften, Bewirtschaftung beeinflusst werden, ist die Ermittlung relativ schwierig.

Der Zeitpunkt der Düngung steht in engem Zusammenhang mit der Entwicklung der Ertragsstruktur, hat Auswirkung auf die Stickstoffaufnahme im Vegetationsverlauf und beeinflusst die Backqualität (Geisler, 1988). Die mengenmäßige und zeitliche Dosierung der Stickstoffdüngung beeinflusst wesentlich den Protein- und Klebergehalt (Oberforster, 2002). Die Aufteilung der N-Gaben in der Vegetationszeit erfolgt, um bestimmte Ertrags- und Qualitätsprozesse gezielt zu fördern. Spezielle und hohe Qualitäten werden durch eine größere Anzahl von Teilgaben sichergestellt. Bei Weizen gibt es drei besondere Entwicklungsabschnitte, in denen die Stickstoffversorgung unterschiedliche Phasen der Ertragsbildung spezifisch beeinflusst (Heyland, et al., 1982), (Vollmer, 1986). In Abhängigkeit von der Wirksamkeit der Düngeform wird durch die Stickstoffversorgung zu Beginn der Bestockung die Bestandesdichte erhöht. Stickstoffgaben bis zu Beginn der Bestockung fördern die Organanlage. Ab dem Beginn des Schossens im zweiten Abschnitt der Entwicklung begünstigt der Stickstoff den Erhalt der angelegten Organe.

Ab dem Ährenschieben bis zur Blüte wirkt er sich günstig auf das Gewicht der einzelnen Ähren und die Kornqualität aus (ROPERIA, 1998).

Erste Stickstoffgabe

Auf eine Herbstdüngung bei Weizen wird zumeist verzichtet, da bei praxisüblichen Standorten und Witterungsbedingungen davon ausgegangen werden kann, dass der Stickstoffbedarf im frühen Wachstumsstadium aus dem Bodenvorrat gedeckt wird (Vollmer, 1986) (Geisler, 1988). Durch die Herbststickstoffgabe kann zwar eine weitere Optimierung der Triebstärke erfolgen, welche aber vorwiegend durch einen angepassten Saattermin und die Saatstärke erreicht werden soll.

Vor Wintereintritt nehmen Winterweizenbestände in der Regel nicht mehr als 20 bis 30 kg N/ha auf.

Startdüngungsgabe im Erntejahr

Schon die erste Stickstoffdüngungsmenge im Frühjahr soll nach dem Bedarf des Pflanzenbestandes ausgerichtet werden. Zu berücksichtigen sind die mineralisierte und pflanzenverfügbare NO₃₋ und NH₄+ Stickstoffdüngungsmenge. Mit der Startdüngung zu Vegetationsbeginn nach der Winterruhe werden die Bodenvorräte aufgefüllt. Außerdem wird die Bestockungsrate gefördert, um eine optimalen Triebdichte bis Ende der Bestockung zu erreichen. Eine nicht ausreichende Stickstoffnachlieferung zu Vegetationsbeginn führt zu einer geringeren Bestockungsrate bzw. bremst das weitere Wachstum der angelegten Bestockungstriebe der angelegten ährentragenden Halmen und begrenzt dadurch den Ertrag.

Durch die Steuerung des N-Angebotes während der Bestockungs- und der frühen Schossphase wird vor allem Einfluss auf die Ertragsstruktur und somit auf das Ertragspotential genommen. Für hohe Proteinwerte in Kombination mit hohen Erträgen bedarf es einer optimalen Ertragsstruktur und einem ausreichend hohem GesamtN-Angebot (Dennert, 2014) Bei gut entwickelten Ausgangsbeständen und einem angepasstem geringem N-Angebot während der Bestockungsphase ist gewährleistet, dass die überzählig angelegten schwächeren Triebe rechtzeitig reduziert werden (Dennert, 2007).

Werden Weizenbestände unter dem Einfluss eines überhöhten frühen N-Angebotes während der Bestockungs- und frühen Schossphase zu dicht und die Reduktion von überzähligen Trieben verzögert sich oder wird ganz verhindert, wird dadurch die Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren Licht, Nährstoffe, Wasser usw. verschärft. Die Folge ist eine höhere Reduktion der Kornanlagen. Überhöhte Triebzahlen vermindern nicht nur die Kornzahl/Ähre, sondern führen durch den erhöhten Konkurrenzdruck auch zu einer schlechteren Kornausbildung. Außerdem nehmen Lager- und Krankheitsdruck zu, Ertragssicherheit und Kornqualität sind gefährdet (Dennert, 2014).

Es empfiehlt sich, das Getreide mit der ersten Stickstoffgabe so anzudüngen, dass die Versorgung der Pflanzen bis zum Ende der Bestockung sichergestellt wird. Die weiteren N-Gaben können dann unter Berücksichtigung der N-Nachlieferung aus dem Boden und dem Wachstumsverlauf gezielt zur Beeinflussung der Ertragsparameter, wie der Zahl ährentragender Halme, der Kornzahl/Ähre und des Korngewichts genutzt werden (INCONA, 2006).

Frühschossergabe

Die Schossergabe wirkt der natürlichen Reduktion der Triebanzahl entgegen und fördert die Anzahl der Ährchen bzw. die Kornzahl/Ähre.

Mit der Wahl einer angepassten Stickstoffmenge und dem richtigen Düngezeitpunkt wird die Bestandesentwicklung beeinflusst. Der richtige Zeitpunkt für die Stickstoffschossergabe kann bei einer Kontrolle am Ende der Bestockung bestimmt werden und richtet sich nach dem Versorgungszustand der Pflanzen und dem Sortentyp (ZÜRCHER, 2014).

Eine ausreichende Stickstoffversorgung des Bestandes ab dem Schossen führt zu einer geringeren Reduktion der Ertragsorgane Ährchen und Blüten. Um ausreichend hohe Kornproteingehalte zu erzielen, ist vor allem die verfügbare Stickstoffmenge ab dem Ende der Schossphase entscheidend.

Ährengabe

Die letzte Stickstoffgabe soll das durch die vorausgegangenen N-Teilgaben und die anderen produktionstechnischen Maßnahmen gebildete Ertragspotential des Bestandes ausschöpfen und gleichzeitig eine hohe Kornqualität sichern. Sie dient der Ausbildung der Blütenanlage, fördert die Befruchtung und stellt eine ausreichende Kornfüllung sicher. Bei Weizen entscheidet sich in dieser Phase, wie viele Körner/Ährchen angelegt werden (Ausbildung von Blütenanlagen). Die Anzahl muss an das Ertragsniveau und das Qualitätsziel ausgerichtet werden.

Weizen ist in seiner Ertragsphysiologie stark geprägt von Aufbau- und Reduktionsprozessen, die von Umweltfaktoren wie Nährstoff- und Wasserversorgung beeinflusst werden.

Im Versuch von Erekul et al. (2005) zeigte sich, dass die Ertrags- und Qualitätsbildung neben der Düngung stark von der Jahreswitterung beeinflusst wird. Trockenperioden während der Ährenbildungs- und Blütenbildungsphase, die insbesondere durch Wasserdefizite verursacht wurden, führen bei den Ertragskomponenten zu starken Reduktionen.

Eine starre Festlegung der N-Gaben bereits zu einem frühen Zeitpunkt ist nicht zu empfehlen. Versuche zeigten, dass zum Beispiel die Anpassung der Düngemenge bei günstigem Wachstumsund Witterungsverlauf deutliche ertragliche und qualitative Vorteile bringen kann. Ist
andererseits im Verlauf der Vegetationsperiode abzusehen, dass die Erträge niedrig ausfallen
werden, kann bei einer geteilten N-Düngung die letzte Gabe reduziert werden oder gar ganz
entfallen (INCONA, 2006).

Ein großer Teil des zur Reife im Korn enthaltenen Stickstoffes wird schon vor der Blüte in den vegetativen Organen eingelagert. Die höchste Stickstoffaufnahme findet zwischen den Entwicklungsstadien der Bestockung und des Schossens statt (PALTER, et al., 1993). Der akkumulierte Stickstoff wird in vegetative Pflanzenteile eingelagert und später remobilisiert. Die Höhe der Remobilisation unterliegt Umwelteinflüssen, genetischen Kontrollen und kann auch durch die N-Düngung verändert werden. In ihren Untersuchungen des Einflusses hoher und niedriger Stickstoffdüngung während der vegetativen Wachstumsphase auf die N-Remobilisation fanden PALTER et al. (1995) heraus, dass ein frühes und hohes N-Angebot die Stickstoffeinlagerung positiv beeinflusst. Das zeigt sich durch eine höhere Anzahl an Ähren/Pflanze. Außerdem erhöhte sich, nach einer hohen statt nach einer niedrigen N-Düngung, der Proteingehalt um 2,9 % und der N-Gehalt im Korn um bis zu 5 %.

Bei Brotweizen ist der Proteingehalt besonders wichtig, vor allem für das Backvolumen sind entsprechende Sedimentationswerte erforderlich. Der Sedimentationswert ist ein Maß für die Proteinqualität, er ist genetisch stärker fixiert als der Proteingehalt, wird aber auch von der Proteinmenge und der Kornhärte beeinflusst (AGES, 2014). Laut Brümmer (1992) bewirkt eine Verminderung des Rohproteins um ein % eine Reduktion des Sedimentationswertes um fünf bis sieben Einheiten und vermindert das Backvolumen um 40 bis 70 ml (bezogen auf 100 g Mehl der Type 550). Dies erfordert eine hinreichend hohe Stickstoffversorgung während der generativen Phase. Besonders nach der Blüte wird N zur Kornproteinsynthese benötigt (OBERFORSTER, et al., 2007). Je nach Ertrag und Proteingehalt im Erntegut, ist der Stickstoffbedarf unterschiedlich hoch (Tab. 3).

Tabelle 3: N-Entzug durch das Erntegut in Abhängigkeit vom standörtlichen Ertragsniveau und Korn-Proteingehalt nach Oberforster und Dersch (2007).

N-Entzug kg/ha durch das Erntegut						
Kornertrag kg/ha	bei 15 % Protein	bei 14 % Protein	bei 12,5 % Protein			
	(Premiumweizen)	(Qualitätsweizen)	(Mahlweizen)			
5.000	113	106	95			
6.000	136	127	113			
7.000	158	148	132			
8.000	181	169	151			
9.000	(204)	190	170			

In Kombination mit hoher Stickstoffdüngung ist der Einsatz von Wachstumsreglern unverzichtbar, um Lager zu vermeiden (DIEPENBROCK, et al., 2012).

5. MATERIAL UND METHODE

5.1. Großraum und Klima

5.1.1. Versuchsstandort Leopoldsdorf i. M.

Leopoldsdorf i. M. liegt in der "Kornkammer Österreichs" in der nördlichen Hälfte des Wiener Beckens. Das Marchfeld mit einer Gesamtfläche von ca. 100.000 ha auf einer Seehöhe zwischen 137 m und 165 m ist Teil des Hauptproduktionsgebietes "Nordöstliches Flach- und Hügelland" und des Wiener Beckens (Statistik Austria, 2014).

Das Marchfeld liegt klimatisch im pannonischen Klimaraum und weist ein relativ trockenes Klima auf, mit einer durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge von weniger als 600 mm. Diese Region liegt in den trockensten Gebieten Österreichs, neben Niederschlagsarmut, häufigen Trockenperioden bzw. einer negativen Wasserbilanz mit nahezu ständiger Windbewegung, die im Jahresmittel zwischen 2.5 und 4.0 m/s beträgt, ist ein weiteres Charakteristikum. Die maximalen Windgeschwindigkeiten werden überwiegend im Spätwinter und Frühjahr gemessen. Die Kombination von hohen Temperaturen und hohen Windgeschwindigkeiten führt zu einer potentiell hohen Verdunstung. Bei fehlender Vegetationsdecke, vor allem im Frühjahr sowie im Spätsommer und Herbst nach der Ernte, besteht die Gefahr von Winderosion. Die vorherrschende Windrichtung ist West und Nord-West (Müller, 1993). Die Winter sind im Allgemeinen nicht sehr kalt und oft schneearm mit häufig scharfen Frösten (WAGNER, 1990).

Der am meisten verbreitete Bodentyp im Marchfeld ist ein unterschiedlich tiefgründiger Tschernosem. Er besteht aus einem mächtigen A-Horizont, unmittelbar darunter folgt das Ausgangsmaterial des Bodens, das Feinsediment der Praterterassen. Bei ausreichender Wasserversorgung sind es Standorte mit mittlerer Ertragsfähigkeit.

5.1.2. Versuchsstandort Kautzen

Kautzen liegt im nordöstlichen Teil des Waldviertels. Das Waldviertel ist Teil des Hauptproduktionsgebietes Wald- und Mühlviertel, umfasst eine Fläche von ca. 460.000 ha und liegt auf einer Seehöhe zwischen 189 m und 1.056 m.

Das Waldviertel ist geologisch ein Teil des Böhmischen Massivs (im Westen vor allem Granit, im Osten Gneis und kristalliner Kalk, in der Horner Bucht Löß). Viele Einflüsse über Jahrtausende haben bewirkt, dass das Waldviertel vom einstigen Hochgebirge großteils in eine samtwellige bis kuppige Rumpflandschaft umgeformt wurde und sich das Landschaftsbild meist als eine Abfolge

VON Kuppe, Oberhang, Unterhang, Hangfuß und abflusslose Mulde darstellt (Pehamberger, 2013). Die höchsten Jahresniederschlagsmengen liegen in den Gipfellagen unter 1.000 mm, erreichen sonst meist nur Werte zwischen 500 mm und 800 mm, wobei der Niederschlag in Richtung Osten abnimmt. Ackerland und Wald sind die vorherrschenden Kulturarten. Im Waldviertel herrscht ein kontinental geprägtes Hochlandklima vor; es ist sommerwarm, winterkalttrocken und schneearm; Spät- bzw. Frühfrösten treten sogar in den Sommermonaten. Nordwinde und Nebel treten häufig zwischen Herbst und Mai auf. Das Klima lässt sich als kalt und rau beschreiben, mit einer mittleren Jahrestemperatur zwischen 8,2 und 5,2 °C. Die kurzen Vegetationsperioden, die geringen Jahresniederschlagsmengen, welche auf seichtgründigen Böden zu Trockenphasen führen können, üben einen negativen Einfluss auf die Ertragsfähigkeit aus. Es herrschen meist leichte, sandig grusige Böden der Braunerde Podsolreihe aus Kristallin vor. Tiefgründige bindige Braunerden und Braunlehme sind auf den Abtragungsflächen mit Reliktböden zu finden (NAGL, 1983); (WAGNER, 1990); (Pehamberger, 2013).

5.2. Boden und Witterung

5.2.1. Versuchsstandort i. M.

Die Versuchsflächen in Leopoldsdorf i. M. liegen im pannonischen Klimaraum auf einer Seehöhe von 146 m, auf ca. 48° 22′ nördlicher Breite und 16° 72′ östlicher Länge. Kennzeichnend für diesen Klimaraum sind die sehr geringen Niederschlagsmengen, die vor allem durch große Unterschiede zwischen den Sommer- und Wintermonaten geprägt sind. Aufgrund der flachen und weit offenen Landschaft kommt es durch die Winde zu Trockenheit.

In Abb. 2 sind die Werte der Witterungsdaten des langjährigen Mittels von der Messstelle der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) in Groß Enzersdorf für den Zeitraum von August 2012 bis Juli 2013 dargestellt.

Der Jahresniederschlag im Versuchszeitraum August 2012 bis Juli 2013 lag mit 495 mm knapp unter dem langjährigen Mittel (von 1981 bis 2010) mit 516 mm und zeigt, dass vor allem die Monate März und April durch Trockenheit geprägt waren. Die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit betrug 7 %.

Die 30-jährige Jahrmitteltemperatur von 1981 bis 2010 lag bei 10,3 °C. Das Vegetationsjahr 2012/13 wies mit 10,7 °C eine um 0,4 °C höhere Jahresmitteltemperatur auf.

Der Jänner war mit 0,4 °C der kälteste Monat, der Juli mit 20 °C der wärmste Monat des Jahres. Mit 67,5 mm war der Juni der niederschlagreichste Monat, der Februar mit knapp 28 mm der niederschlagärmste Monat. In den Monaten März bis Mai fielen rund 25 % des gesamten Jahresniederschlages. Die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit betrug 75 %.

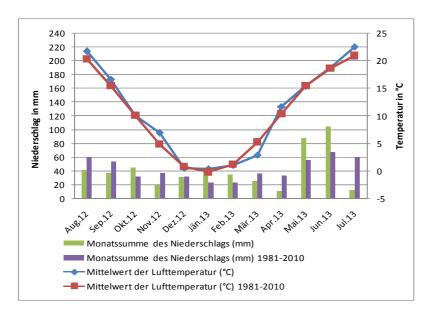


Abbildung 2: Niederschlagsmenge in mm und Temperatur in °C, Standort Groß Enzersdorf, Vegetationsjahr 2012/13.

Der Boden des Versuchsstandortes ist ein hochwertiges Ackerland, der Bodentyp ist ein Tschernosem (TS). Diese stark kalkhaltige Schwarzerde bildete sich aus den Feinsedimenten der Donau (Praterterrasse). Der Humusgehalt des vorliegenden Tschernosems wurde als mittelhumos klassifiziert (EBOD, 2014). Das entspricht einem Humusgehalt im A-Horizont von 2,0 – 4,0 %.

Die Bodenart ist ein lehmiger Schluff bis Lehm. Der Boden ist charakterisiert durch eine großteils mäßig trockene bis mäßig feuchte Wasserversorgung mit geringer bis mäßiger Durchlässigkeit. Die Bodenreaktion liegt im alkalischen Bereich (pH 7.5 - 7.6). Die nutzbare Feldkapazität ist mit 140 bis 220 mm mittel (EBOD, 2014). Durch die im Versuchsgebiet bestehenden Windschutzgürtel kommt es zu fast keiner bis maximal geringer Bodenerosion.

5.2.2. Versuchsstandort Kautzen

Das Kleinproduktionsgebiet "Mittellage des Waldviertels" zeichnet sich durch eine weite Granit-Gneis-Rumpffläche aus. Die Versuchsfläche liegt zwei km nördlich von Kautzen auf einer Seehöhe von 527 m, auf ca. 48° 43′ nördlicher Breite und 15° 24′ östlicher Länge. Kennzeichnend für diesen Klimaraum sind die geringen Niederschläge, insbesondere in den Wintermonaten.

Abb. 3 zeigt die Werte der Witterungsdaten des langjährigen Mittels von der Messstelle der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG, 2014)in Litschau für den Zeitraum von August 2012 bis Juli 2013, im Vergleich zum langjährigen Mittel.

Der Jahresmittelwert für die Lufttemperatur lag mit 7,4 °C um 0,3 °C deutlich über der 30-jährigen Jahresmitteltemperatur von 7,1 °C. Auch die Jahresniederschlagsmenge mit 978 mm war im Gegensatz zum langjährigen Mittel von 844 mm deutlich höher. Besonders auffallend waren die extrem hohen Niederschlagsmengen im Jänner mit 100 mm. Der April war mit 13 mm Niederschlag im Vergleich zum langjährigen Mittel mit 56 mm ein sehr trockener Monat. Der Monat Mai war mit 89 mm im Gegensatz zum Durchschnittswert (156 mm) extrem niederschlagsreich, ebenso der Monat Juni mit 229 mm, statt üblicherweise 105 mm.

Die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit betrug 86 %.

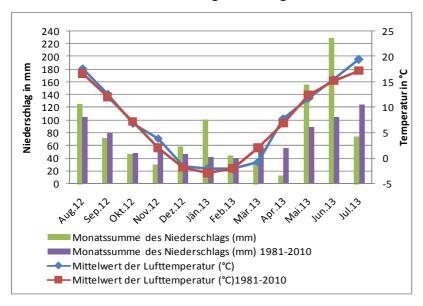


Abbildung 3: Niederschlagsmenge in mm und Temperatur in °C, Standort Litschau, Vegetationsjahr 2012/13

Der Boden des Versuchsstandortes Kautzen ist dem Bodentyp nach ein Reliktboden, er ist tiefgründig mit einer geringen bis mäßigen Durchlässigkeit. Die Jahresniederschlagsmenge von bis zu 600 mm führt zu einer schwach humiden Wasserbilanz. Die Wasserverhältnisse sind überwiegend mäßig trocken bis wechselfeucht. Der Boden ist kalkfrei mit schwachsaurer Bodenreaktion und die vorherrschende Humusform Mull mit einem mittelhumosen Humusgehalt stellt aus Sicht der Pflanzenernährung eine günstige Form dar. Der Standort wird als mittelwertiges Ackerland mit geringer Bodenerosion beschrieben (EBOD, 2014).

5.3. Versuchsanlage

Die Versuchsanlage war eine dreifaktorielle Streifen-Spalt-Anlage, welche aus drei Faktoren und drei Wiederholungen bestand. Sie wurde an zwei Standorten in identer Weise angelegt. Hauptfaktor A sind die sechs unterschiedlichen Sorten (Capo, Josef, Midas, Balaton, Poliska 90 und Lybid). Die Nebenfaktoren sind die unterschiedlichen Saatstärken (300, 400, 500 keimfähige Körner/ m^2) und verschiedene N-Düngevarianten mit den vier N-Varianten N1 = 00 00 00 00, N2 = 00 60 60 00, N3 = 00 60 60 und N4 = 30 60 60 00 kg N/ha.

Die Gesamtgröße jeder Feldversuchsanlage betrug 5.400 m² und war auf beiden Standorten gleich. Wie aus Abb. 4 erkennbar, bestand der Versuch aus insgesamt 216 Parzellen. Jede Wiederholung bestand aus 72 Prüfgliedern, welche als Doppelparzellen nebeneinander angelegt wurden. Die Größe der einzelnen Parzellen betrug 12,5 m² (10 x 1,25 m). Aufgrund der Durchführbarkeit wurden nur die Faktoren Sorte und Düngevariante randomisiert. Zum Schutz der Versuchsanlage und um den Randeffekt möglichst gering zu halten, wurden auf allen Seiten Mantelparzellen mit der Sorte Capo angebaut. Am Standort Leopoldsdorf i. M. wurde auf einer Seite die Mantelparzellen um eine Woche später gesät.

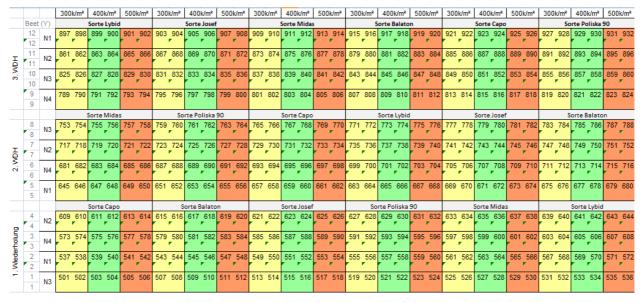


Abbildung 4: Skizze Versuchsanlage.

5.4. Versuchsdurchführung

Die Bodenbearbeitung sowie die Kultur- und Pflegearbeiten bei Winterweizen, außer der Stickstoffdüngung erfolgten je Standort einheitlich nach der "guten fachlichen Praxis".

5.4.1. Sortenbeschreibung

5.4.1.1. Sorte Balaton

Die Sorte Balaton ist ein sehr früher (APS 2), kurzhalmiger (APS 2) Kolbenweizen, der Qualitäts-Klassifizierung nach ein Mahlweizen mit mäßiger Backqualität (APS 3). Balaton wurde 2008 für den Anbau zugelassen.

In den Anbaugebieten in Ostösterreich weist er eine hohe Ertragsleistung auf. Des Weiteren zeichnen ihn ein gutes Ertragspotenzial, exzellente Standfestigkeit und gute Resistenzen gegenüber Mehltau (APS 4), Ährenfusarien (APS 5) und Braunrost (APS 6) aus. Der Proteingehalt ist gering ausgeprägt (APS 8) bei mittlerem Hektolitergewicht (HL-Gewicht) (APS 5).

Die allgemeine Empfehlung bezüglich Saatstärke der Sorten Capo, Josef, Midas und Balaton liegt bei 300 Körner/m², woraus sich eine Aussaatmenge von 130 bis 170 kg/ha ergibt (AGES, 2014); (PROBSTDORFER, 2014).

5.4.1.2. Sorte Capo

Die Sorte Capo, ein begrannter Qualitätsweizen, wurde bereits 1989 in die "Österreichische Beschreibende Sortenliste" eingetragen. Er hat eine rasche Jugendentwicklung sowie eine gute Unkrautunterdrückung und ist relativ blattgesund. Capo bewährt sich auf allen Standorten, kommt aber besonders gut mit trockeneren Verhältnissen zurecht und zeigt eine hohe Ertragsstabilität auch im Wald- und Mühlviertel. Capo zeichnet sich durch eine hohe Bestockungsfähigkeit aus und ist ertragssicher. Capo weist ein hohes HL-Gewicht (APS 2) bei früher Abreife (APS 3) auf. Hervorzuheben sind die gute Mahl- und Backqualität (APS 7) sowie die relativ hohe Resistenz gegen Braunrost (APS 4), Ährenfusarien (APS 4) und Mehltau (APS 5). Sein Schwachpunkt, die höhere Lagerneigung (Note 6,5), macht sich vor allem in feuchten Jahren bemerkbar. In der Praxis werden bei CAPO niedrigere Saatstärken gesät und die Standfestigkeit mit Wachstumsregulatoren optimiert. Dadurch bleibt er um 30 cm kürzer und es folgt keine Lagerung. CAPO ist seit 25 Jahren Qualitätsweizensorte Nummer eins in Österreich. Bei "biologischer" Produktion liegt CAPO ebenfalls an erster Stelle bezogen auf die Anbaufläche (AGES, 2014); (PROBSTDORFER, 2014).

5.4.1.3. Sorte Josef

Der frühreife (APS 3) begrannte Qualitätsweizen Josef befindet sich in der Backqualitätsgruppe 7 und eignet sich besonders für Böden im Trockengebiet. Die Sorte Josef wurde bereits 1993 für den Anbau registriert, sie ist eine relativ ertragssichere Sorte im Trockengebiet und hat ein hohes HL-Gewicht (APS 3). Der Proteingehalt (APS 4) ist in etwa gleich hoch wie bei Capo. Josef weist ausreichende Resistenzen gegenüber den bedeutendsten Blattkrankheiten Mehltau (APS 5), Braunrost (APS 6), Ährenfusarien (APS 4) auf. Die Sorte ist kürzer im Halm und zeigt bei mittlerer Wuchshöhe (APS 5) eine ausreichende Standfestigkeit (APS 5). Die Sorte Josef lagert das Protein von den Blättern in die Körner gut um (AGES, 2014); (PROBSTDORFER, 2014).

5.4.1.4. Sorte Midas

Der Grannenweizen Midas wurde im Jahr 2008 für den Anbau zugelassen und zählt zu den ertragreichsten Premiumweizensorten im Trockengebiet Österreichs. Midas ist ein Einzelährentyp und erzielt hohe Erträge bereits mit 380 bis 500 Ähren/m² (Oberforster, et al., 2013). Er ist ausreichend winterhart (APS 4), früh reifend (APS 4) und bei mittlerer Wuchshöhe standfest (APS 5). Die Sorte Midas weist eine gute Anpassungsfähigkeit an die unterschiedlichsten Witterungsbedingungen auf und zählt zu den fallzahlstabilsten Sorten. Der Proteingehalt (APS 5) ist nur mittelmäßig, dennoch ist er in der Backqualitätsgruppe 7. Seit 2006 liegt MIDAS in den offiziellen Versuchen der AGES kontinuierlich an der Spitze des Sortiments. MIDAS gehört zu den gesunden Sorten, er ist sehr resistent gehen Mehltau (APS 3) und Fusarium (APS 3) und weist eine gute Kornausbildung auf. Midas benötigt auf guten Standorten bei meist um 1.000 kg/ha höhere Kornertrag gegenüber anderen Sorten eine um 20 bis 30 kg/ha höhere N-Spätdüngung.

MIDAS (Lagerung APS 5) ist krankheitstolerant und an pannonische Verhältnisse gut adaptiert. MIDAS brachte im mehrjährigen Durchschnitt um 7 – 13 % (auf geringen bis mittleren Böden) bzw. 4 – 12 % (auf tiefgründigen Standorten) höhere Erträge als die übrigen Qualitätsweizensorten (AGES, 2014); (PROBSTDORFER, 2014).

5.4.1.5. Sorte Lybid

Lybid ist eine Qualitätssorte, welche im Jahr 2006 in der Ukraine für den Praxisanbau eingetragen wurde. Die Sorte ist frühreif, mittellang und sehr widerstandsfähig, die mittlere Wuchshöhe beträgt 96 bis 103 cm. Lybid zeichnet sich durch sehr hohe Winterfestigkeit und Trockenresistenz sowie durch eine ausreichende Krankheitsresistenz aus.

Der durchschnittliche Kornertrag in den Regionen Steppe (Trockengebiet) und Wald (Feuchtgebiet) liegt bei ca. 59 bis 60 dt/ha, in der Übergangszone (Waldsteppe) liegt Lybid bei ca. 70 dt/ha. Das TKG liegt meist zwischen 41 – 45 g.

5.4.1.6. Sorte Poliska 90

Poliska90 ist eine alte und stabile Mahlweizensorte, die 1994 in der Ukraine eingetragen wurde. Sie ist nach wie vor die Vergleichssorte für die Produktionsgebiete Wald und Steppe.

Trotz ihrer Langhalmigkeit, bei einer mittleren Wuchshöhe von 105 bis 110 cm, ist die Sorte standfest. Die Sorte Poliska 90 verfügt über eine hohe Winterfestigkeit und Trockenresistenz, des Weiteren zeigt sie sehr hohe Resistenz gegenüber Auswuchs. Bei der Qualitätsbewertung liegt Poliska90im Bereich "sehr guter Mahlweizensorten".

Die empfohlene Aussaatdichte liegt bei 400 bis 500 keimfähiger Körnen je m².

Tabelle 4: Sortenbeschreibung der sechs Winterweizensorten.

Sorteneigenschaften	Balaton K	Capo G	Josef G	Lybid K*	Midas G	Poliska 90 G*
Auswinterung	3	3	3	3	4	3
Reife	2	3	3	3	4	3
Wuchshöhe	2	7	4	5	5	4
Lager	2	6,5	5	5	2	5
Mehltau	4	5	5	5	3	5
Braunrost	7	4	6	5	5	6
Gelbrost	3	3	7	3	3	4
Kornertrag Trockengeb./ übrige Lagen	4/7,5*	6/7	7/9	6,5/4	2/5	8/8
TKG	3	4	4	3	3	2
HL-Gewicht	5	2	2	4	3	3
Protein	8	4	4	5	5	2
Feuchtkleber	7	3	3	5	5	2
Fallzahl	4	4	6	6	3	5
Auswuchs	5	4	5	6	3	5
Backqualitätsgruppe	3	7	7	7	7	6

(Quelle: It. "Österreichische Beschreibende Sortenliste 2015", APS 1-9 und *eigene Einstufung anhand der Ergebnisse im Erntejahr 2013)

5.4.2. Saat, Saatstärke und Saattermin

Die Saat auf den Versuchsflächen erfolgte mit einer Parzellendrillmaschine bei schönem Wetter am 4. Oktober 2012 am Standort Kautzen und am 15.Oktober 2012 am Standort Leopoldsdorf i. M., in optimal vorbereitetes Saatbeet. Die Saatstärken betrugen 300, 400, 500 keimfähige Körner/m². Die Körner wurden in einer Saattiefe von 3 cm abgelegt. Es wurde gebeiztes, zertifiziertes Saatgut der ersten Generation verwendet. Die Vorfrucht war auf beiden Standorten Körnerraps.

5.4.3. Pflanzenschutzmaßnahmen auf den Versuchsfeldern

Wie aus Tab. 5 ersichtlich, wurden folgende Pflanzenschutz-Maßnahmen durchgeführt:

Tabelle 5: Pflanzenschutzmaßnahmen Feldversuch, Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen.

Leopoldsdorf i. M.				Kautzen		
Herbizid	18. April	125 g Broadway + 0,6 l Netzmittel	30. April	80 ml Husar OD + 3 l Amalgerol		
Fungizid Insektizid	23. Mai	1,0 Pronto Plus + 0,25 Cymbigon	6. Juni	0,6 l Folicur + 0,3 l Bulldock + 3 l Amalgerol		

Am Standort Leopoldsdorf i. M. wurde am 18. April 2013 das systemische und wuchsstofffreie Herbizid Broadway in der Konzentration 125g mit 0,6 l Netzmittel/ha ausgebracht.

Am Standort Kautzen erfolgte am 30. April 2013 eine Herbizidanwendung mit 80 ml Husar OD bei gleichzeitiger Ausbringung von 3 l Amalgerol/ha.

Am Versuchsstandort Leopoldsdorf i. M. erfolgte eine einmalige Fungizidanwendung am 23. Mai 2013 mit 1 l/ha Pronto Plus als Abreifeschutz in Kombination mit 0,25 l Cymbigon pro ha als Schutz vor Getreideschädlingen.

Am Standort Kautzen wurde die Fungizidapplikation am 6. Juni 2013 mit 0,6 I/ha Folicur, in Kombination mit 0,3 I/ha Bulldock und einer nochmaligen Beimengung von 3 I/Amalgerol pro ha ausgeführt.

5.4.3.1. Stickstoffdüngung auf den Versuchsfeldern

Die Stickstoffdüngung erfolgte in vier unterschiedlich hohen Niveaus, wobei in N1, der Nulldüngungsvariante, keine Stickstoffdüngung erfolgte. Die Variante N2 erhielt 120 kg/ha Gesamtstickstoff in zwei Einzelgaben à 60 kg, die Variante N3 wurde mit 180 kg/ha Stickstoff in jeweils drei 60 kg/ha Einzelgaben gedüngt. Die Variante N4 erhielt als einzige eine Herbstgabe in

der Höhe von 30 kg/ha Stickstoff und zwei weitere Gaben in der Höhe von 60 kg im Frühjahr bzw. Spätfrühjahr. In Tab. 6 sind die Düngetermine an den Standorte ersichtlich.

Tabelle 6: Ausbringungszeitpunkt der Stickstoffdüngung.

	Leo	Kautzen		
	14.November	Herbstgabe 30 kg/ha N4	14.November	Herbstgabe 30 kg/ha N4
Stickstoff-	10. April	1. Gabe 60 kg/ha N2, N3, N4	23. April	1. Gabe 60 kg/ha N2, N3, N4
Düngung	6. Mai	2. Gabe 60 kg/ha N2, N3, N4	17. Mai	2. Gabe 60 kg/ha N2, N3, N4
	24. Mai	3. Gabe 60 kg/ha N3	17. Juni	3. Gabe 60 kg/ha N3

5.5. **Ernte- und Ertragsparameter**

5.5.1. Kleinparzellenernte Strohertrag

Für die Ermittlung der Zahl an ährentragenden Halmen und der weiteren Ertragsstrukturparameter wurde eine Kleinparzelle von 1,0 m² händisch geerntet. Die erntereife oberirdische Biomasse wurde bodennahe von der jeweils rechten Doppelparzelle der zweiten Wiederholung geerntet. Die Ernte der Kleinparzelle erfolgte kurz vor der Kornernte, am Standort Leopoldsdorf i. M. am 30. Juli 2013 und in Kautzen am 7. August 2013. Die lufttrockenen Garben der Kleinparzellen wurden gewogen, dabei wurde das Stroh- und Ährengewicht ermittelt. Nachfolgend wurde die Anzahl der Ähren gezählt und anschließend mit einem Standdrescher der Firma "Baumann Saatzuchtbedarf" gedroschen und gereinigt. Nach der Wiegung wurden das HL-Gewicht und das TKG ermittelt. Von zehn durchschnittlichen Ähren wurde die Ährenlänge, das Einzelährengewicht, die Anzahl der Ährchen/Ähre und das Gewicht der Körner erfasst.

Bei der Lagerung der Büschel der Kleinparzellen aus Kautzen kam es allerdings zu einem Problem. Teile folgender Büschel wurden mit dem Stapler überfahren:

Balaton 300 Korn N3, Balaton 500 Korn N4, Lybid 300 N4 und Lybid 500 N4.

Da nur die Ähren betroffen waren, konnte die Anzahl an ährentragenden Halmen/m² und die Wuchshöhe ermittelt werden. Für die Beurteilung des Büschelgewichtes und des Harvestindexes lieferten diese allerdings keine brauchbaren Werte und mussten somit ausgeschieden werden.

5.5.2. Parzellenernte Kornertrag

Die Parzellen am Feld wurden mit einem Parzellendrescher der Firma "Wintersteiger" geerntet. Die Ernte der Versuchsflächen in Leopoldsdorf i. M. wurde durch die Saatzucht Donau bei sonnigem Wetter am 5. August 2013 durchgeführt.

Am Versuchsstandort Kautzen erfolgte die Ernte unmittelbar nach der Quadratmeterparzellenentnahme am 7. August 2013, ebenfalls bei sonnigem und trockenem Wetter. Da sich das Erntegut in trockenem Zustand befand, war keine Nachtrocknung des Kornes notwendig. Die Proben wurden nach Probstdorf transportiert und dann im Labor der Saatzucht Donau mit einer Handwaage einzeln gewogen und für die Qualitätsanalyse aufbereitet.

5.5.3. Harvestindex

Der Harvestindex ist das Verhältnis von Korngewicht zur gesamten oberirdischen Biomasse zum Zeitpunkt der Ernte. Ziel der Weizenzüchtung ist ein hoher Haupternteproduktertrag und daher hat sich in den letzten Jahren bei nahezu gleichbleibender oberirdischer Gesamtbiomasse der Ernteindex von 0,33 auf 0,56 verschoben. Für die Berechnung wurde der Kornertrag der händisch geernteten Kleinparzellen durch das Gesamtbüschelgewicht dividiert.

5.6. Qualitätsparameter bei *Triticum aestivum* L.

Zur Bestimmung der Kornqualität wurden ausgewählte indirekte Kriterien herangezogen.

5.6.1. Rohproteingehalt

Der Rohproteingehalt zählt zu den wichtigsten Qualitätskriterien bei Getreide. Bei Weizen und Braugerste hat er eine besondere Bedeutung in der Produktion, in der Vermarktung und bei der Verwertung. Er ist ein Maß für den Gesamtproteingehalt des Mehles, bestehend aus Kleber und Nichtklebereiweiß. Die Auswertung des Proteingehaltes führt in Verbindung mit dem Feuchtklebergehalt zu einem besseren Verständnis der Verarbeitungseigenschaften eines Weizenmehles. Die Einstufung des Weizens erfolgt zurzeit in unterschiedliche Preisklassen bezogen auf den Proteingehalt. Je nach Sorte, Standort und Düngung liegt der Eiweißgehalt von Weizen in einem Bereich zwischen 9 und 20 %. Die Qualitätsklassen laut Börseusancen sind:

Premiumweizen mit mind. 15,0 % Rohprotein in der Trockensubstanz, Qualitätsweizen mit mind. 14,0 % Rohprotein in der TS und

Mahlweizen mit mind. 12,5 % Rohprotein in der TS.

Die Schnellbestimmung des Rohproteingehaltes erfolgte bei der Firma Saatzucht Donau in Probstdorf mittels "NIRflexSolids" der Firma "Büchi".

Grundprinzip der Messung ist die Absorption von Energie im nahen Infrarotbereich spezieller Molekülgruppen von Korninhaltsstoffen bei spezieller Wellenlänge. Den einzelnen Absorbtionswerten sind entsprechende qualitative Werte der Korninhaltsstoffe zugeordnet.

5.6.2. Kornrohproteinertrag

Die negative Korrelation zwischen Kornertrag und Rohproteingehalt lässt sich im Rohproteinertrag darstellen. Zur Charakterisierung von Art und Umfang, mit der Pflanzen den angebotenen Stickstoff nutzen, wird häufig die Bezeichnung "N-Effizienz" verwendet. Die N-Effizienz wird in die Komponenten N-Aufnahmeeffizienz und N-Verwertungseffizienz unterteilt (DIEKMANN, 2002). Als Maß für die N-Verwertungseffizienz dient das Verhältnis des Kornertrags zum Rohproteingehalt.

Der Rohproteinertrag in kg/ha wurde durch Multiplikation des TM Korn-Ertrages in kg/ha und des Rohproteingehaltes in % und Division durch 100 errechnet.

5.6.3. Feuchtklebergehalt

Das Kleber- oder Speichereiweiß macht etwa 70 – 80 % des Gesamtrohproteins eines Kornes aus und setzt sich aus Gliadin und Glutenin zusammen. Bei Kontakt mit Wasser verbinden sich beide Eiweiße zu Gluten und nehmen dabei ein Vielfaches ihres Eigengewichtes an Wasser auf (= Feuchtkleber). Feuchtkleber ist der klebrig elastische Teil des Korns, der übrig bleibt, wenn Stärke und lösliche Bestandteile aus dem Mehl ausgewaschen werden.

Die Kleberverhältnisse, Gliadin und Glutenin zueinander, hängen vor allem vom Anbaugebiet (Lage, Klima, Witterung), von der N-Düngung und von der Getreidesorte ab. Der Klebergehalt handelsüblicher Weizenmehle liegt zwischen 12 bis 1 % (trocken). In Verbindung mit Wasser erhöht sich die Menge auf 30 bis 35 % (Feuchtkleber).

Die Schnellbestimmung des Feuchtklebergehaltes in % erfolgte bei der Firma Saatzucht Donau in Probstdorf mittels "NIRflexSolids" der Firma Büchi.

5.6.4. Hektolitergewicht

Das HL-Gewicht dient überwiegend der Vorausbestimmung der Mahlfähigkeit. Obwohl keine enge Korrelation zwischen dem HL-Gewicht und der Mehlausbeute oder der Mehlqualität innerhalb der Art vorliegt, wird das HL-Gewicht seit mehr als hundert Jahren als eine einfache

und indirekte Methode ermittelt und dient als Qualitätsmaß für Getreide. Das HL-Gewicht ist aufgrund der Kornoberfläche, der Kornform und der Kornzusammensetzung art- und sortenspezifisch. Neben der Sorte haben Witterung, Saatstärken und Bestandesführung Einfluss auf den Wert. Die Messung erfolgte nach den standardisierten Methoden der ICC Richtlinien mittels Viertelliterprobe. Die Ermittlung erfolgte im Labor der Saatzucht Donau in Probstdorf. Bei dem Probengerät nach Nobbe handelt es sich um einen Zylinder, der mit der Kornprobe befüllt wird, anschließend wird die Kornprobe durch einen Fallzylinder verdichtet und ein Viertelliter abgetrennt. Dieser wird gewogen und auf das HL-Gewicht nach Nobbe hochgerechnet. Bei Weizen liegen die Werte zwischen 62 und 86 kg/hl. Der Basiswert für Premium- und Qualitätsweizen ist derzeit mit 80 kg/hl vorgegeben, bei Mahlweizen gilt 79 kg/hl als Basis.

5.6.5. Tausendkorngewicht

Zwischen der Korngröße und der Mehlausbeute besteht kein direkter Zusammenhang, dennoch sind vollausgereifte mittlere bis große Körner erwünscht, deren TKG zwischen 37 bis 51 g bei 8 % Trockensubstanz liegen.

Die Tausendkornmessung erfolgte mit Hilfe des digitalen Saatkornanalysegerätes "Marvin" der GTA Sensorik GmbH bei der Firma Saatzucht Donau in Probstdorf.

Etwa 20 g der Körner werden gleichmäßig auf der Messfläche verteilt. Die von einer Digitalkamera aufgenommenen Bilder werden von einer Bildverarbeitungssoftware ausgewertet. Durch die Koppelung mit einer Waage wird das TKG berechnet und in einer Protokolltabelle ausgegeben.

5.6.6. Fallzahl

Die Fallzahl ist die Zeit in Sekunden, die ein standardisierter Stab benötigt, um durch eine definierte Menge eines Stärkekleisters aus Mehl und Wasser, welcher sich in einem heißen Wasserbad befindet, hindurchzufallen. Hat Auswuchs die Stärke geschädigt, ist die Fallzahl niedriger. Warme und trockene Einkörnungs- und Abreifebedingungen führen zu hohen Werten. Der gemessene Wert (in Sekunden) gibt Auskunft über die Aktivität der α -Amylase und somit lassen sich Rückschlüsse auf das zu erwartende Backvolumen, den Auswuchsgrad und auf den enzymatischen Zustand des Korn-Erntegutes ziehen.

In den Börseusancen werden für Weizen für Mahlzwecke mind. 220 Sek., für Qualitätsweizen mind. 250 Sek. und für Premiumweizen mind. 280 Sek. gefordert. Die Fallzahl der Proben wurde im Labor der Probstorfer Saatzucht in Probstdorf ermittelt. Das gereinigte Erntegut einer

Kleinprobe wurde mit einer Hammermühle (Laboratory Mill 3100) der Firma "Perten" vermahlen. 6,76 g des Mehles wurden mit destilliertem Wasser zu einer Suspension verschüttelt und anschließend erfolgte die Messung mit einer "FallingNumber 1800" des Herstellers "Perten".

5.6.7. Alveogramm

Das Alveogramm ist die Standarduntersuchungsmethode zur Charakterisierung der Dehnungseigenschaften eines Modellteiges um Backeigenschaften zu beschreiben. Bei der Beurteilung wird ein Teig aus Mehl, Salz und einer konstanten Wassermenge (5 %) hergestellt, dieser wird anschließend zu flachen, runden Stücken geformt und nach einer festgelegten Ruhezeit (28 min nach dem Anteigen) mittels Druckluft biaxial zu einer Blase ausgedehnt. Die Druckveränderung in der Blase wird in einer Kurve aufgezeichnet und beschreibt den Dehnwiderstand und die Dehnbarkeit der Teigprobe. Länge und Form der Kurve sind Kriterien für die physikalischen Eigenschaften des Modellteiges (Botterbrodt, 2013).

Dabei werden folgende Kennzahlen gemessen:

- W (Deformationsenergie/Teigstärke) Fläche unterhalb der Kurve; Energie (10⁴/Joule/g Teig), die zum Aufblasen der Teigblase nötig ist → Gashaltevermögen
- P (Dehnwiderstand) Höhe der Kurve x Faktor 1,1 [mm], Maß für den Widerstand gegen Verformung des Teiges, hängt mit Teigstabilität zusammen
- L- oder G Wert (Dehnbarkeit), Länge der Kurve [mm] vom Beginn bis zum Platzen der Teigblase

Verhältnis P/L Widerstand und Länge der Kurve

G Ausdehnungsindex ²V der Luftmenge cm³, welche zum Aufblasen des Teiges verwendet wird → Dehnbarkeit

Für den Export nach Italien wird von Qualitätsweizen ein W-Wert von >280 und ein P/L Verhältnis von <0,8 gefordert.

Die Analyse der Mischmuster (nach Sorte und Düngevariante) wurde von der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in Wien durchgeführt.

5.7. Mathematische und Statistische Auswertung der Ergebnisse

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm "SAS", Version 9.4. Die Eingabe der Ergebnisse für die Darstellung der einzelnen Diagramme und Tabellen erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm "Microsoft Excel 2007".

Die ausgewählten Daten wurden mittels einer Varianzanalyse mit Wechselwirkungen beurteilt. Als Ausgangshypothese H_o wurde angenommen, dass die Sorte keinen Einfluss auf die einzelnen jeweils gemessenen Parameter hat. Des Weiteren wurde untersucht, ob die Wechselwirkungen der Saatstärke und der Stickstoffdüngemenge sowie des Ausbringungszeitpunktes einen Einfluss auf die jeweiligen Qualitätsparameter ausüben.

Die Irrtumswahrscheinlichkeit bei der Varianzanalyse wurde wie folgt gekennzeichnet:

- *** hoch signifikant bei ≤ 0,1 % Irrtumswahrscheinlichkeit
- ** signifikant bei ≤ 1 % Irrtumswahrscheinlichkeit
- * signifikant bei ≤ 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit
- n.s. nicht signifikant (d.h. die Differenzen beruhen auf Zufall)

Zur Überprüfung der Mittelwerte zwischen den Differenzen diente als Teststatistik der t-Test. Mittelwertvergleiche wurden mit dem "Student Newman Keuls Test" (α =0,05) durchgeführt.

6. ERGEBNISSE

6.1. Wachstums- und Entwicklungsverlauf

Der Feldbestand in den Exaktversuchen ergab einen praxisüblichen homogenen Feldaufgang. Im Weiteren wurden keine Fehlstellen in den Beständen und kein wesentlicher Unterschied zwischen den Sorten an den beiden Standorten festgestellt. Nach der Überwinterung entwickelten sich die Bestände standortbezogen und es kam zu keinen Ertragseinschränkungen durch unerwartete Ereignisse.

6.2. Anzahl ährentragender Halme/m²

Die durchschnittliche Anzahl an ährentragenden Halmen/m² am Standort Leopoldsdorf i. M. betrug 569 – am Standort Kautzen lag der Durchschnitt mit 469 um 100 Halme niedriger.

Abb. 5 zeigt den Sortenunterschied auf den beiden Standorten. Die Sorte Capo bildete aufgrund ihrer hohen Bestockungsfähigkeit an beiden Standorten die höchste Zahl an ährentragenden Halmen/m² aus (620 in Leopoldsdorf i. M. und 551 in Kautzen). Die Sorte Balaton hatte an beiden Standorten mit 599 ährentragenden Halmen in Leopoldsdorf i. M. und 484 ährentragenden Halmen in Kautzen eine überdurchschnittliche Anzahl an ährentragenden Halmen/m². Am Standort Leopoldsdorf i. M. wurde die geringste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² bei der Sorte Poliska 90 mit 495 gebildet, bei dieser Sorte war der Unterschied zwischen den beiden Standorten mit 57 am geringsten. Am Standort Kautzen wurde die niedrigste Anzahl bei der Sorte Midas mit 396 gezählt. Der Unterschied zum Standort Leopoldsdorf i. M. war mit 135 relativ hoch und das angeführte Ergebnis weist auf die gute Eignung für das Trockengebiet hin. Die Sorte Josef unterschied sich mit 143 am stärksten. Die hohe Anzahl an ährentragenden Halmen/m² in Leopoldsdorf i. M. spiegelt die relative Ertragssicherheit für das Trockengebiet wieder. Die Sorte Lybid lag an beiden Standorten nahe dem Durchschnitt, mit 76 Halmen/m² mehr in Leopoldsdorf i. M. war der Unterschied unterdurchschnittlich.



Abbildung 6: Ø Anzahl ährentragender Halme/m² bei sechs Winterweizensorten, Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

Der Einfluss der N-Düngevarianten auf die Anzahl an ährentragenden Halmen/m² am Standort Leopoldsdorf i. M. ist in Abb. 6 dargestellt.

Bei den Sorten Lybid, Midas und Poliska 90 stieg die Anzahl an ährentragenden Halmen/m² mit steigender Stickstoffdüngemenge an. Die Sorten Josef, Capo und Balaton reagierten verschieden auf die unterschiedlichen N-Düngevarianten. Capo bildete in der N2-Variante bei 120 kg Stickstoff/ha die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² aus (667), Josef wies in der N4 mit Herbstdüngung und 150 kg N-Düngemenge die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² auf (662). Die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² bildete Balaton in der N3 mit 692 Halmen.

Die geringste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² wurde bei allen Sorten in der Nulldüngungsvariante N1 gebildet. Poliska 90 bildete in dieser N-Düngevariante die absolut geringste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² mit 360, gefolgt von Midas mit 450. Die Halmanzahl der Sorten Balaton (505), Josef (516), und Lybid (518) war ähnlich hoch. Capo bildete mit 530 Halmen die größte Anzahl an ährentragenden Halmen/m² in der N1-Düngevariante aus. In der Düngevariante N2 mit 120 kg Stickstoff/ha zeigte Poliska 90 (488) die geringste Anzahl an ährentragenden Halmen, gefolgt von Midas (507) und Lybid (551). Josef (627) und Balaton (629) bildeten in dieser Düngevariante annähernd gleich viele Ähren aus, Capo mit 667 die höchste Anzahl. In der Herbstdüngungsvariante N4 mit 150 kg/ha Gesamtstickstoff lag die Ährenzahl/m² zwischen 548 bei Poliska 90 und 662 bei Josef.

Die absolut höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² bildete Balaton bei der höchsten Gesamtstickstoffmenge von 180 kg/ha und der höchsten Saatstärke, bei Variante K500, der Anteil an kleinen Ähren lag aber bei 30,3 %.

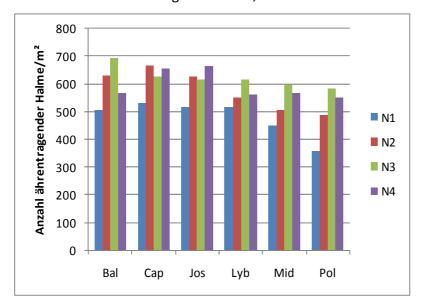


Abbildung 7: Ø Anzahl ährentragende Halme/m² bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Der Einfluss der N-Düngevariante auf die Anzahl an ährentragenden Halmen/m² am Standort Kautzen ist in Abb. 7 dargestellt.

Am Standort Kautzen wurde die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² im Mittel aller Sorten mit 532 Halmen in der N2-Düngevariante erreicht, in der N4 aber nur ein Halm weniger. Die Sorten Balaton, Capo, Josef und Midas bildeten in den beiden Düngevarianten N2 und N4 annähernd gleich viele ährentragende Halme. Die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² wurde bei Balaton mit 579, bei Josef mit 518, Lybid mit 580 und auch von Poliska 90 mit 506 Halmen in der N2 erreicht. Capo und Midas bildeten die höchste Anzahl in der N4-Düngevariante aus. Capo bildete mit 614 Halmen die höchste Anzahl am Standort Kautzen aus. Midas bildete 468 Halme in der N4-Düngevariante und war mit 396 Halmen jene Sorte, welche am Standort Kautzen in der höchsten N-Düngevariante N3 die geringste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² bildete. Die Sorte Poliska 90 bildete N3-Variante mit 180 kg N-Dünger die zweithöchste Anzahl an Halmen (484) aus. Im Durchschnitt wurden in der N3-Variante 477 Halme gebildet. Die geringste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² wurde bei allen Sorten in der Nulldüngungsvariante N1 gebildet, wobei Balaton mit 264 Halmen die absolut geringste Anzahl aufwies.

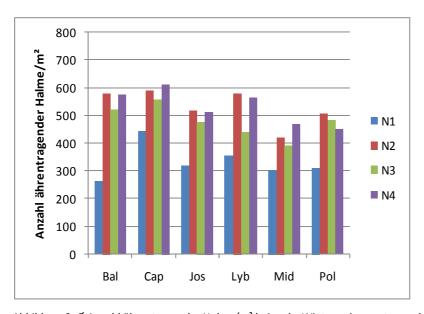


Abbildung 8: Ø Anzahl ährentragender Halme/m² bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Einfluss der Saatstärke auf die Anzahl an ährentragenden Halmen/m²

In Abb. 8 ist der Unterschied der einzelnen Saatstärken am Standort Leopoldsdorf i. M. dargestellt. Bei der Saatstärke von 300 Korn/m² waren es durchschnittlich 539 ährentragende Halme/m², was einer Bestockungsrate von 1,8 entspricht. Bei einer Saatstärke von 400 Korn/m²wurden 546 ährentragende Halme/m² ermittelt (Bestockungsrate: 1,4) und die höchste durchschnittliche Anzahl an ährentragenden Halmen/m² wurde bei der Saatstärke von 500 Korn/m² mit 621 Halmen gezählt (Bestockungsrate: 1,2). Bei den Sorten Lybid, Midas und Poliska 90 stieg die Anzahl an ährentragenden Halmen/m² mit der Saatstärke an. Balaton, Capo und Josef bildeten bei einer Saatstärke von 300 Korn eine höhere Anzahl an ährentragenden Halmen/m² aus als bei 400 Korn/m². Capo war die einzige Sorte, bei der die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m², bei einer Saatstärke von 300 Korn/m² erzielt (625) wurde. Josef bildete mit 663 Halmen (500 Korn/m² Saatstärke) die absolut höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m².

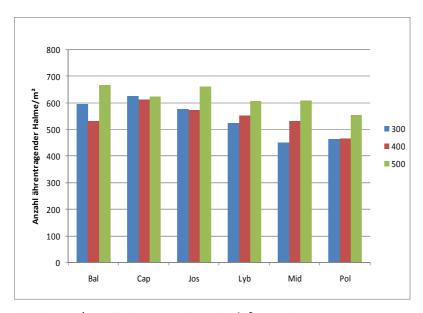


Abbildung 9: Ø Anzahl ährentragender Halme/m² bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Die Abb. 9 zeigt den Einfluss der Saatstärke am Standort Kautzen. Auch an diesem Standort stieg die Anzahl an ährentragenden Halmen/m² mit der Saatstärke an. Bei der Saatstärke 300 Korn wurden durchschnittlich 439 ährentragende Halme/m² gezählt (Bestockungsrate: 1,5), genau 100 ährentragende Halme/m² weniger als am Standort Leopoldsdorf. Bei einer Saatstärke von 400 Korn/m² wurden 470 ährentragende Halme/m² ermittelt, was einer Bestockungsrate von 1,2 entspricht und die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² wurde bei einer Saatstärke von 500 Korn/m² mit 497 ährentragenden Halmen/m² und praktisch keiner Bestockung festgestellt.

Bei den Sorten Josef, Lybid, Midas, und Poliska 90 stieg die Anzahl an ährentragenden Halmen/m² mit der Saatstärke an. Bei Balaton zeigte sich eine entgegengesetzte Entwicklung, hier nahm die Anzahl an ährentragenden Halmen/m² mit der Saatstärke ab und wies zudem mit 30 ährentragenden Halmen/m² den geringsten Unterschied zwischen den einzelnen Saatstärken auf (K300: 496, K400: 489 und K500: 469). Capo bildete die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² aus (551), lag bei allen Saatstärken deutlich über dem Durchschnitt und bildete in Abhängigkeit von der Saatstärke maximal 56 ährentragende Halme/m² mehr aus. Bei einer Saatstärke von 300 Körnern wurde eine höhere Anzahl an ährentragenden Halmen/m² (541), als bei K400 (528) ausgebildet. Am Standort Kautzen bildete Midas die geringste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² aus (396), gefolgt von Poliska 90 mit 438 ährentragenden Halmen/m². Josef lag mit 456 ährentragenden Halmen/m² etwas unter dem Durchschnitt. Die Anzahl an ährentragenden Halmen/m² lag bei Lybid etwas über dem Durchschnitt (486), der Unterschied zwischen K400 und K500 ist mit 8 ährentragenden Halmen/m² aber sehr gering.

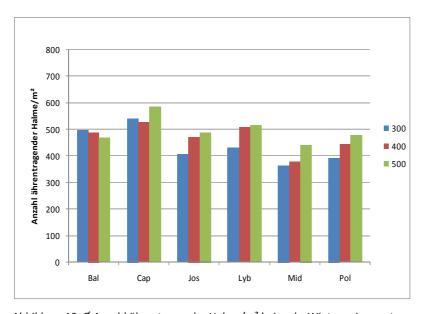
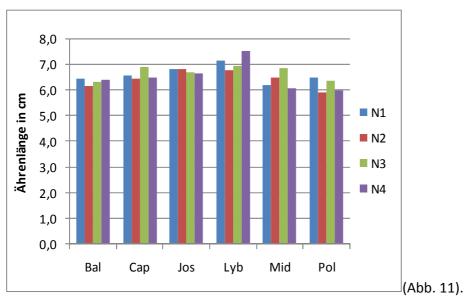


Abbildung 10: Ø Anzahl ährentragender Halme/m² bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Ährenlänge

Die Ährenlänge am Standort Leopoldsdorf i. M. war geringfügig kürzer, wies zwischen den einzelnen Sorten aber größere Unterschiede auf als am Standort Kautzen. Die längsten Ähren im Mittel der vier Düngevarianten bildete an beiden Standorten die Sorte Lybid (7,1 cm in Leopoldsdorf i. M. und 6,9 cm in Kautzen) aus. Josef (6,6 cm/ 6,7 cm) und Capo (6,7 cm/6,6 cm) bildeten ebenfalls eher lange Ähren. Midas (6,4 cm/6,2 cm) und Balaton (6,3 cm/6,2 cm) zeigten hingegen eher kürzere Ähren, wobei die kürzesten Ähren von Poliska 90 mit 6,2 cm in Leopoldsdorf i. M. und 5,7 cm in Kautzen gebildet wurden. Die Nulldüngevariante N1 zeigte am Standort Leopoldsdorf i. M. überraschenderweise eine relativ große Ährenlänge im Vergleichzu den gedüngten Varianten (siehe Abb. 10). Am Standort Kautzen hingegen war die Ährenlänge bei der N1-Variante bei allen Sorten bis auf Midas deutlich niedriger als die gedüngten Varianten



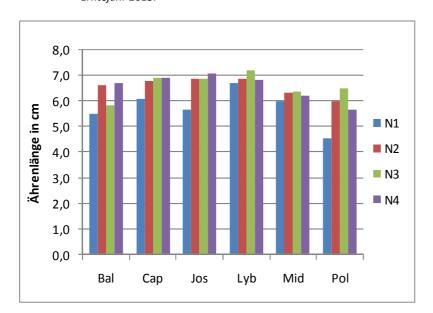


Abbildung 11: Ährenlänge in cm bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Abbildung 12: Ährenlänge in cm bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Das Verhältnis von kleinen zu normalen Ähren am Standort Leopoldsdorf i. M. ist in Tab. 7 zu sehen und lag zwischen 27,7 % bei Lybid und 37,7 % bei Poliska 90. Verhältnismäßig wenig kleine Ähren gab es bei der Sorte Capo mit 29,8 % und Josef mit 29,9 %. Midas lag mit 31,7 % noch im mittleren Bereich und Balaton mit 34,7 % im höheren Bereich. Die Größe der ausgebildeten Ähren am Standort Kautzen unterschied sich weniger als am Standort Leopoldsdorf i. M. So lag das Verhältnis von kleinen zu normalen Ähren zwischen 12,3 % bei Midas und 29,4 % bei Josef.

Tabelle 7: Ø Ährenanzahl der sechs Winterweizensorten, Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

Leopoldsdorf i. M.			Kautzen			
Sorte	Ähren gesamt/m²	Ähren klein/m²	%	Ähren gesamt/m²	Ähren klein/m²	%
Balaton	599	208	34,7	484	126	26,1
Саро	620	185	29,8	551	123	21,4
Josef	605	181	29,9	456	134	29,4
Lybid	562	156	27,7	486	109	22,5
Midas	531	168	31,7	396	49	12,3
Poliska 90	495	187	37,7	438	109	24,9

Wuchshöhe

Die Wuchshöhe der beiden Standorte ist in Abb. 12 dargestellt. Der Standortdurchschnitt von Kautzen lag mit einer Halmlänge von 80,1 cm deutlich über jenem von Leopoldsdorf i. M. mit

77,8 cm. In allenalle N-Düngevarianten lagen die Werte vom Standort Kautzen über dem vom Standort Leopoldsdorf i. M., mit Ausnahme der Nulldüngungsvariante, welche eine um 3,0 cm niedrigere durchschnittliche Halmlänge aufwies. Abb. 12 zeigt, dass alle Sorten bis auf Josef am Standort Leopoldsdorf i. M. kürzer Kautzen Besonders als in waren. große Wuchslängenunterschiede ergaben sich bei Balaton mit 5,6 cm und Lybid mit 6,7 cm Standortdifferenz. Poliska 90 war um 2,7 cm kürzer, Capo wies mit 1,5 cm kaum unterschiedliches Längenwachstum auf und Midas war mit einem Unterschied von 0,10 cm an beiden Standorten beinahe gleich lange. Auffällig war die Sorte Josef, welche entgegen dem Trend aller übrigen Sorten in Kautzen um 3,7 cm kürzer als in Leopoldsdorf i. M. war.



Abbildung 13: Wuchshöhe in cm der ährentrageden Halme bei sechs Winterweizensorten, Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

Der Einfluss der Düngung und der Saatstärke auf die Wuchshöhe der Sorten am Standort Leopoldsdorf i. M. ist in Abb. 13 sichtbar.

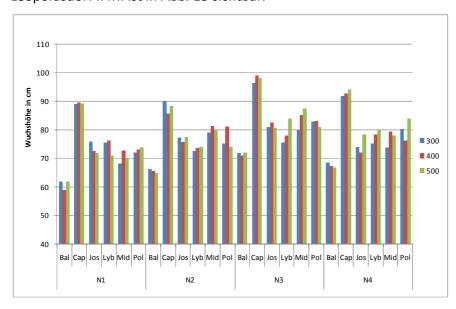


Abbildung 14: Wuchshöhe in cm der ährentragenden Halme bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Die durchschnittliche Wuchshöhe am Standort Leopoldsdorf i. M. lag bei der Nulldüngungsvariante (N1) bei 73,5 cm, jene der N2-Variante mit 76,7 cm um 3,2 cm höher. Die höchsten Wuchshöhen wurden bei 180 kg N in der N3-Variante (82,7 cm, 4,9 cm über dem Mittel) erreicht. Die Wuchshöhe in der Düngevariante N4 mit 150 kg Gesamtstickstoff lag mit 78,4 cm leicht über dem Gesamtdurchschnitt (77,8 cm). Die langstrohige Sorte Capo hob sich mit einer durchschnittlichen Länge von 92,0 cm, deutlich als die längste Sorte ab. Balaton hingegen unterschritt das Mittel in allen Düngevarianten und stellte mit 60,4 cm die kürzeste Sorte dar. Josef und Lybid lagen knapp unter dem Mittel, wobei Lybid in der Nulldüngevariante mit 74,2 cm einen um 0,9 cm höheren Wert als in der N2-Variante aufwies. Poliska 90 und Midas lagen knapp über dem Mittel, wobei bei Poliska 90 die Wuchshöhe mit der Stickstoffmenge anstieg. Die Strohlänge von Midas lag in der N1-Variante deutlich unter dem Mittel, in der N4-Variante knapp unter dem Mittel und in Variante N2 und N3 deutlich über dem Durchschnitt (Abb 14).

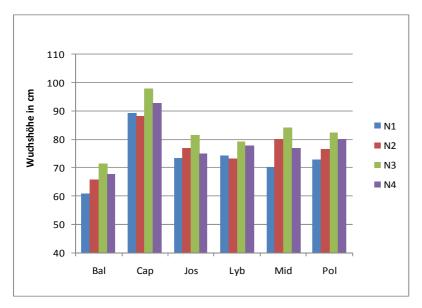


Abbildung 15: Wuchshöhe in cm der ährentragenden Halme bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Ein Einfluss der Saatstärke auf die Wuchshöhe wurde nicht festgestellt.

Der Einfluss der Düngung und der Saatstärke auf die durchschnittliche Wuchshöhe der Sorten am Standort Kautzen ist in Abb. 15 dargestellt.

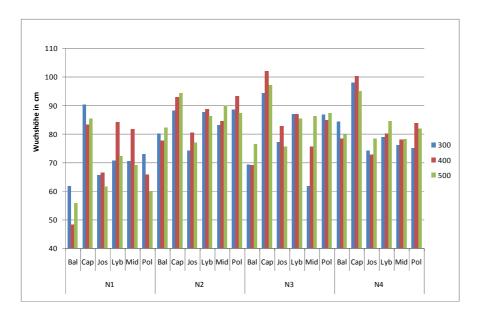


Abbildung 16: Wuchshöhe in cm der ährentragenden Halme bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngevarianten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Die Wuchshöhe in der Nulldüngungsvariante N1 war bei allen Sorten die geringste und lag bei durchschnittlich 70,4 cm. Die Variante N2 wies mit 85,4 cm den höchsten Wert auf und lag 5,3 cm über dem Mittel. Die Wuchshöhe in den Düngevarianten N3 mit 82,6 cm und N4 mit 82,2 cm lagen sehr knapp beieinander. Capo erreichte im Gegensatz zu den anderen Sorten in der N3-Variante mit 97,9 cm die höchste Länge, wobei die N4-Variante nur um 0,1 cm geringere Werte zeigte. Die Halmlänge in der Düngevariante N2 war im Verhältnis zum Durchschnitt mit 91,9 cm niedrig. Die durchschnittliche Höhe war mit 93,5 cm aber wesentlich höher als die aller übrigen Sorten. Balaton als kürzeste Sorte unterschritt das Mittel in allen Düngevarianten ganz deutlich und zeigte mit 55,3 cm in der Nullvariante und 71,7 cm in der N3-Variante eine Differenz von 16,4 cm zwischen gedüngter und ungedüngter Variante. Auch bei der Sorte Poliska 90 ergab sich ein Unterschied von 14,0 cm zwischen der N1-Variante mit 66,3 cm und 80,3 cm in der N4-Variante. Die Sorte Josef lag in allen Variationen unter dem Mittel, wies aber in der N3-Variante den höchsten Wert auf. Die Sorte Midas lag ebenfalls unter dem Mittel, wobei die N2-Variante als einziger Wert mit 85,9 cm sogar um 5,8 cm über dem Mittel lag. Die Werte von Lybid (82,8 cm) lagen mit 2,6 cm über dem Durchschnitt, nur die Nulldüngevariante mit 75,7 cm ergab einen niedrigeren Wert als das Mittel.

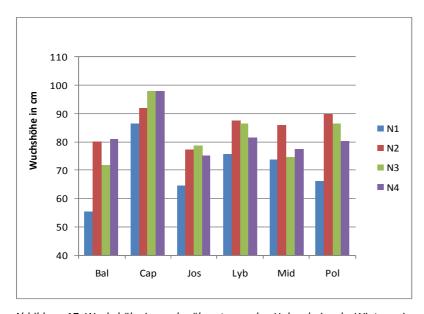


Abbildung 17: Wuchshöhe in cm der ährentragenden Halme bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Büschelgewicht

Abb. 17 zeigt die Unterschiede der Büschelgewichte in g/m² der beiden Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen. In Leopoldsdorf i. M. waren die Büschel um durchschnittlich 349 g schwerer als in Kautzen. Besonders große Unterschiede zwischen den beiden Standorten gab es bei den Sorten Midas mit 546 g, Capo mit 496 g und Josef mit 461 g Differenz. Die Sorte Poliska 90 hatte mit 96 g den geringsten Unterschied und an beiden Standorten das geringste Büschelgewicht (1.180 g in Leopoldsdorf i. M. und 1.084 g in Kautzen). Die Sorte Capo hatte an beiden Standorte die schwersten Büschel mit 2.015 g in Leopoldsdorf i. M. und 1.519 g in Kautzen.

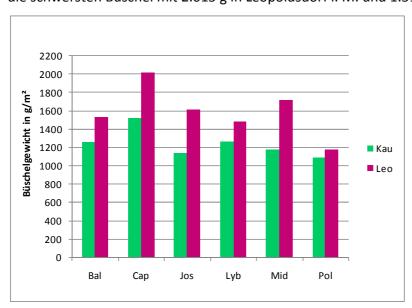


Abbildung 18: Büschelgewichte g/m² bei sechs Winterweizensorten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

Am Standort Leopoldsdorf i. M. waren die Büschel der N1-Variante mit 1.261 g am leichtesten und die der N3-Düngevariante mit 1.817 g am schwersten (Abb. 18). Die N2-Variante lag mit 1.616 g nur knapp unter dem Gewicht der N4-Variante mit 1.665 g. Besonders geringe Unterschiede zwischen den Düngevarianten N2, N3 und N4 zeigte die Sorte Capo mit gerade einmal 36 g, wobei Capo die einzige Sorte war, welche das höchste Büschelgewicht nicht in der N3-Variante sondern in der N2-Variante erreichte. Midas hatte das insgesamt höchste Büschelgewicht mit 2.166 g in der N3-Variante am Standort Leopoldsdorf i. M. Das niedrigste Büschelgewicht wurde bei Poliska 90 in der N1-Variante mit 811 g gemessen.

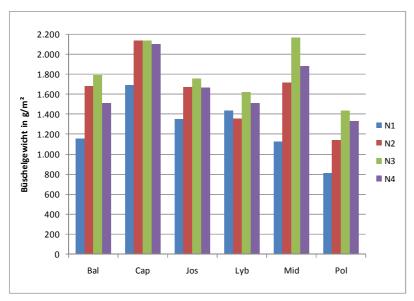


Abbildung 19: Büschelgewichte in g bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Am Standort Kautzen wurden die höchsten Büschelgewichte in der N2-Variante mit 1.467 g erreicht, wobei die Büschel der N3-Variante mit 1.432 g um nur 35g leichter waren. Auch die N4-Variante war mit 1.397 g nur geringfügig leichter. Das wenigste Gewicht wurde in der N1-Variante mit gerade 703 g gewogen. Wie Abb. 19 zeigt, wurden bei allen Sorten die geringsten Werte in der N1 gemessen. Die Sorten Capo (1.710 g), Josef (1.377 g) und Poliska 90 (1.433 g) erreichten die höchsten Werte in der N3-Variante, wohingegen Balaton (1.572 g), Lybid (1.522 g) und Midas (1.374 g) den höchsten Wert in der N2-Variante erreichten.

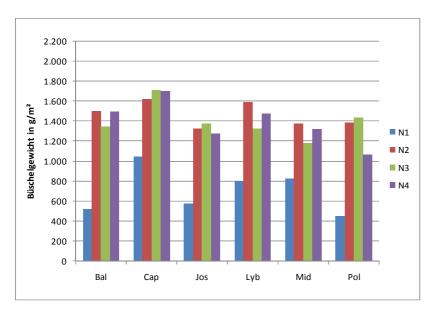


Abbildung 20: Büschelgewichte in g bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Das Büschelgewicht in Abhängigkeit von der Saatstäke am Standort Leopoldsdorf i. M. ist in Abb. 20 dargestellt. Die Sorten Capo, Josef und Poliska 90 bildeten bei einer Saatstärke von 300 Korn die schwersten Büschel, wohingegen Balaton und Lybid bei 500 Korn und die Sorte Midas in der 400-Korn-Variante die schwersten Büschel hatte.

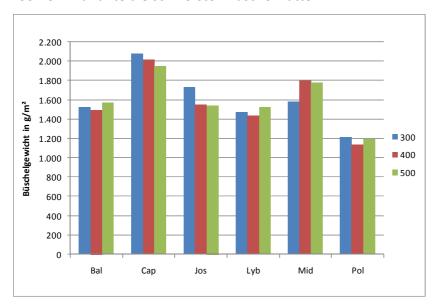


Abbildung 21: Büschelgewichte in g bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Das Büschelgewicht in Abhängigkeit von der Saatstäke am Standort Kautzen ist in Abb. 21 dargestellt. Die Sorten Balaton, Josef, Lybid und Poliska 90 bildeten das höchste Büschelgewicht in der 400-Korn-Variante. Die Sorten Capo und Midas erreichten bei einer Saatstärke von 500 Korn die höchsten Büschelgewichte.

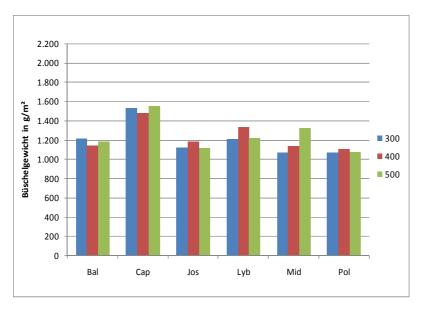


Abbildung 22:Büschelgewichte in g bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

6.3. Ernte und Ertrag

6.3.1. Kornertrag

Die Weizenbestände auf der Versuchsfläche waren den gut geführten Praxisbeständen gleichwertig.

Der Kornertrag am Standort Leopoldsdorf i. M. lag bei durchschnittlich 6.889 kg/ha. Die Sorte Midas erzielte mit 7.772 kg/ha den höchsten Kornertrag, wobei die Sorte Capo nur einen geringfügig niedrigeren Ertrag von 7.732 kg/ha hatte. Die Erträge von Balaton, Lybid und Josef lagen dicht beieinander und nahe dem Mittelwert. Die Sorte Poliska 90 lag mit 5.488 kg/ha deutlich darunter (Tab. 8).

Tabelle 8: Kornerträge in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

Kornertrag in kg/ha						
Sorte	Standort					
Sorte	Leopoldsdorf i. M.	Kautzen				
Balaton	7.040 ^a	6.300ª				
Саро	7.732ª	6.521 ^a				
Josef	6.640 ^{ab}	6.105ª				
Lybid	6.664 ^{ab}	7.143ª				
Midas	7.772ª	7.100ª				
Poliska 90	5.488 ^b	6.296ª				

Der mittlere Kornertrag am Standort Kautzen lag bei 6.578 kg/ha –, entgegen den Erwartungen um nur 4,7 % niedriger als in Leopoldsdorf i. M. Die Sorte Lybid erzielte mit 7.143 kg/ha den höchsten Kornertrag. Nur geringfügig niedriger war der Kornertrag der Sorte Midas mit 7.100 kg/ha. Der Kornertrag der Sorten Capo lag mit 6.521 kg/ha nahe dem Mittelwert und die Sorten Balaton (6.300 kg/ha) und Poliska 90 (6.296 kg/ha) Poliska 90 erreichten 6.300 kg/ha bzw. beinahe idente Kornerträge. Den geringsten Kornertrag bildete die Sorte Josef mit 6.105 kg/ha. Die Beurteilung des Kornertrages zeigte, dass am Standort Leopoldsdorf i. M. die Sorte und die Saatstärke einen hoch signifikanten Einfluss, die Düngung und die Wechselwirkung zwischen Düngung und Sorte einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag ausübten (Tab. 9).

Tabelle 9: Varianzanalyse und deren WW auf den Kornertrag in kg/ha von sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	10	12,27	0,0005 ***
Düngung	3	6	16,73	0,0026 **
Saatstärke	2	24	11,33	0,0003 ***
Düngung * Sorte	15	30	3,68	0,0012 **
Düngung * Saatstärke	6	72	1,26	0,2871 n.s.
Sorte * Saatstärke	10	24	0,58	0,8118 n.s.
Düngung*Sorte*Saatstärke	30	72	1,19	0,2729 n.s.

Die statistische Auswertung des Standortes Kautzen zeigte, dass die Düngung einen hoch signifikanten, die Sorte und die Saatstärke einen signifikanten Einfluss auf den Kornertrag hatten (Tab. 10).

Tabelle 10: Varianzanalyse und deren WW auf den Kornertrag in kg/ha von sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	11,6	3,81	0,0278 *
Düngung	3	7,28	38,84	<,0001 ***
Saatstärke	2	24	5,42	0,0114 **
Düngung * Sorte	15	29,2	0,49	0,9275 n.s
Düngung * Saatstärke	6	72	0,52	0,7924 n.s.
Sorte * Saatstärke	10	24	0,41	0,9279 n.s.
Düngung * Sorte * Saatstärke	30	72	1,78	0,0246 *

In Tab. 11 ist der signifikante Einfluss der Düngung und der Saatstärke auf den Kornertrag dargestellt. Am Standort Leopoldsdorf i. M. lieferte die Nulldüngungsvariante N1 mit einem Mittelwert von 4.635 kg/ha den geringsten und die N3 bei 180 kg Stickstoff den höchsten Ertrag mit 7.736 kg/ha. Die höchsten Erträge wurden bei einer Saatstärke von 500 Korn mit 7.050 kg/ha erzielt.

Tabelle 11: Kornerträge in kg/ha bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken der sechs Winterweizensorten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013

Kornertrag in kg/ha						
Düngung	Standor	rt				
Dungung	Leopoldsdorf i. M.	Kautzen				
N1	4.635 ^b	5.048 ^b				
N2	7.477°	7.195ª				
N3	7.736ª	6.872ª				
N4	7.709°	7.196ª				
Saatstärke						
300	6.691 ^b	6.427 ^b				
400	6.927ª	6.579 ^{ab}				
500	7.050ª	6.728ª				

Am Standort Kautzen ergab die Nulldüngungsvariante N1 mit einem Mittelwert von 5.048 kg/ha den erwartungsgemäß niedrigsten und die N4-Variante mit 150 kg Stickstoff den höchsten Ertrag mit 7.196 kg/ha. Ein identer Kornertrag wurde in der N2-Düngevariante erreicht. Die höchsten durchschnittlichen Erträge wurden bei einer Saatstärke von 500 Körnern mit 6.728 kg/ha erzielt.

Die signifikante Wechselwirkung zwischen N-Düngung und Sorte am Standort Leopoldsdorf i. M. ist in Abb. 22 abgebildet.

Die Sorten Balaton, Capo und Midas erzielten am Standort Leopoldsdorf i. M. in der N3-Variante, bei 180 kg N, die höchsten Kornerträge. Die Sorten Josef, Lybid und Poliska 90 erreichten die höchsten Kornerträge in der N4-Variante. Obwohl der Einfluss der N-Düngung mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % signifikant ist, waren die Unterschiede zwischen den einzelnen Düngungsstufen N2, N3 und N4 relativ gering. Den geringsten Unterschied lieferte die Sorte Capo mit nur 33 kg/ha. Capo erreichte in der N2-Variante, bei 120 kg N, nur 10 kg/ha weniger Kornertrag als in der N3-Variante und in der N4-Variante bei 150 kg N nochmals um 22 kg/ha weniger. Auch bei der Sorte Josef lagen die Kornerträge der Düngevarianten N4 und N3 mit 7 kg/ha Unterschied extrem nahe beisammen. Die Differenz zwischen N3- und N2-Variante betrug hingegen 234 kg/ha. Die Sorte Midas erreichte den zweithöchsten Kornertrag in der N4-Variante, bei 150 kg N, mit einem um 172 kg/ha verminderten Ertrag verglichen mit der N3-Variante. In der N2-Variante lag der Ertrag nochmals um 182 kg niedriger. Die Sorte Poliska 90 lag mit 354 kg Unterschied zwischen den einzelnen Düngevarianten im Mittel (115 kg zwischen den Varianten N4 und N3 und 239 kg zwischen N3 und N2).

Am stärksten divergierten die Erträge bei den Sorten Lybid mit 520 kg/ha und Balaton mit 575 kg/ha.

Der Unterschied zwischen der N-Nulldüngevariante N1 und der N2 mit 120 kg N, welche bei allen Sorten die Düngevariante mit dem zweitniedrigsten Ertrag war, lag bei der Sorte Poliska 90 mit 1.603 kg/ha am niedrigsten und bei der Sorte Midas mit 3.676 kg/ha am höchsten. Die mittlere Differenz zwischen den Varianten N1 und N2 am Standort Leopoldsdorf i. M. betrug 2.842 kg/ha.

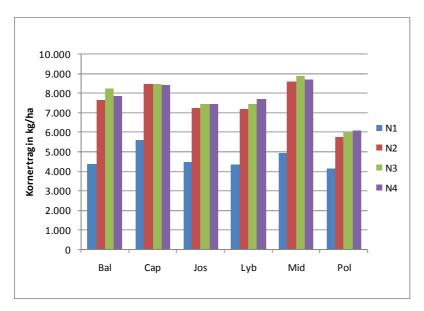


Abbildung 23: Kornerträge in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdorf i.M., Erntejahr 2013

Die Wechselwirkung zwischen N-Düngung und Sorte am Standort Kautzen ist in Abb. 23 ersichtlich.

Die Sorten Balaton, Capo und Poliska 90 ergaben die höchsten Kornerträge in der N4-Variante. Die Sorten Josef, Lybid und Midas erzielten die höchsten Kornerträge in der N2-Variante bei 120 kg N. Im Vergleich zum Standort Leopoldsdorf i. M. unterschieden sich die Sorten im Kornertrag stärker zwischen den einzelnen N-Düngevarianten. Den geringsten Unterschied ergab die Sorte Midas mit 252 kg/ha. Midas erreichte in der N2-Variante den höchsten Kornertrag, in der N4-Variante lag der Kornertrag um 184 kg/ha niedriger und in der N3-Variante nochmals um weitere 68 kg darunter. Den größten Ertragsunterschied zwischen den einzelnen Düngevarianten zeigte die Sorte Balaton mit 827 kg/ha, wobei die Unterschiede mit 323 kg zwischen N3 und N2 und 504 kg zwischen N2 und N4 relativ gleichmäßig verteilt waren. Außerdem ist ersichtlich, dass der Ertragsunterschied zur Nulldüngungsvariante N1 mit 1.547 kg/ha im Sortenvergleich am geringsten war. Der Unterschied zur N1-Variante lag am Standort Kautzen mit durchschnittlich 1.790 kg wesentlich niedriger als am Standort Leopoldsdorf i. M. mit 2.842 kg/ha. Die Sorte Lybid ergab den höchsten Kornertrag am Standort Kautzen in der Düngevariante N2 mit 8.077 kg/ha und auch in der Nulldüngevariante N1 war der Kornertrag mit 5.683 kg/ha der höchste aller Sorten.



Abbildung 24: Kornerträge in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013

6.3.2. Strohertrag-Harvestindex

Wie Abb. 24 zeigt, lag der Strohanteil am Standort Kautzen deutlich höher als in Leopoldsdorf i. M. Zudem zeigte sich bei den langstrohigen Sorten Capo und Poliska 90 ein deutlich höherer Strohanteil, welcher sich auch im niedrigeren Harvestindex (Abb. 25) manifestierte. Der Harvestindex war am Standort Leopoldsdorf i. M. mit durchschnittlich 0,43 % günstiger als am Standort Kautzen mit 0,37 %. Balaton, als kurzstrohige Sorte, hatte an beiden Standorten den höchsten Harvestindex mit 0,47 % im Trockengebiet und 0,44 % in Kautzen. Den niedrigsten Wert hatte die Sorte Josef im baltischen Klima mit 0,33 % und auch in Leopoldsdorf i. M. lag Josef mit 0,41 % unter dem Mittel.

Der Einfluss der Stickstoffdüngung war an den beiden Standorten unterschiedlich. Am Standort Leopoldsdorf. i. M. wurden in der N1- und der N2-Variante mit 0,43 % idente Werte erreicht, welche um 0,1 % höher als die der N3- und N4- Variante waren. Am Standort Kautzen war der Unterschied mit 0,2 % etwas höher, wobei die Düngevarianten N2 und ,N4 die niedrigeren (0,36 %) und N1 und N3 die höheren Werte erzielten.



Abbildung 25: Strohanteil in % der oberirdischen Biomasse bei sechs Winterweizensorten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013

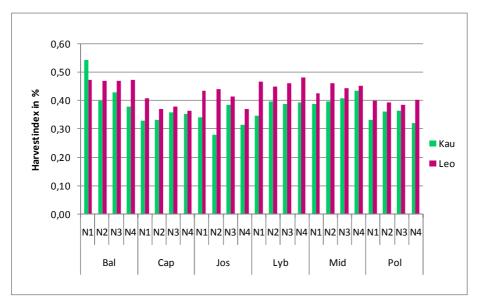


Abbildung 26: Harvestindex bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

6.4. Ausgewählte Parameter

Für die Beurteilung der gemessenen Werte der Ertragskomponenten ist es von Bedeutung, die Qualität der geernteten Produkte zu untersuchen und den Düngemaßnahmen gegenüber zu stellen. Die Werte der Untersuchungen sind nicht als absolute Werte zu sehen, sie können nur zu Vergleichen herangezogen werden.

6.4.1. Rohprotein

Am Standort Leopoldsdorf i. M. hatte die Sorte hoch signifikanten und die Düngung signifikanten Einfluss auf den Rohproteingehalt im Korn (Tab. 12).

Tabelle 12: Varianzanalyse und deren WW auf den Rohproteingehalt in % von sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	10	39,66	<,0001 ***
Düngung	3	6	16,53	0,0026 **
Saatstärke	2	24	1,01	0,3801 n.s.
Düngung * Sorte	15	30	1,69	0,1067 n.s.
Düngung * Saatstärke	6	72	0,92	0,4889 n.s.
Sorte * Saatstärke	10	24	0,55	0,8356 n.s.
Düngung * Sorte * Saatstärke	30	72	0,85	0,9638 n.s.

Die statistische Auswertung des Standortes Kautzen ergab, dass die Düngung hoch signifikanten und die Sorte signifikanten Einfluss auf den Rohproteingehalt hatte (Tab. 13).

Tabelle 13: Varianzanalyse und deren WW. auf den Rohproteingehalt in % von sechs Winterweizensorten 'vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	10	8,32	0,0025 **
Düngung	3	6	83,18	<,0001 ***
Saatstärke	2	24	0,01	0,9949 n.s.
Düngung * Sorte	15	30	1,89	0,0671 n.s.
Düngung * Saatstärke	6	72	0,76	0,6037 n.s.
Sorte * Saatstärke	10	24	0,58	0,8171 n.s.
Düngung * Sorte * Saatstärke	30	72	0,54	0,9695 n.s.

Der durchschnittliche Rohproteingehalt am Standort Leopoldsdorf i. M. lag bei 14,7 %. Die Mahlweizensorte Balaton lieferte mit 12,7 % den geringsten Rohproteingehalt. Die für den Trockenstandort geeignete Premiumsorte Midas erreichte 14,0 % und lag unter dem Standortdurchschnitt, ebenso die Sorte Lybid mit 14,5 %. Der Rohproteingehalt der Qualitätsweizensorten Capo (14,8 %) und Josef (15,1 %) lag etwas höher. Die Sorte Poliska 90 erreichte mit 17 % den höchsten Rohproteingehalt am Standort (Tab. 14).

Am Standort Kautzen lag der Standortdurchschnitt mit 13,7 % um 1 % niedriger als in Leopoldsdorf i. M. bei ähnlichen Sortenunterschieden. Den niedrigsten Rohproteingehalt erreichte auch hier der Mahlweizen Balaton mit 12,6 %, den höchsten Wert lieferte Josef mit 14,5 %.

Tabelle 14: Rohproteingehalte in % bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

Rohprotein in % TS					
Sorte	Standort				
Sorte	Leopoldsdorf i. M	Kautzen			
Balaton	12,7°	12,6 ^b			
Саро	14,8 ^b	14,0ª			
Josef	15,1 ^b	14,5ª			
Lybid	14,5 ^b	13,4 ^{ab}			
Midas	14,0 ^b	13,3 ^{ab}			
Poliska 90	17,0ª	14,3ª			

Der Einfluss der Düngung ist in Tab. 15 dargestellt. An beiden Standorten wurde der geringste Rohproteingehalt in der N1-Variante gemessen. In Leopoldsdorf i. M. lag der Wert der Nulldüngevariante mit 14,2 % nur geringfügig unter dem der N4-Variante mit 14,5 % und der N2-Variante mit 14,6 %. Den höchsten Wert erreichte die Variante mit der Ährengabe N3 mit 15,5 %. Am Standort Kautzen zeigte sich ein ähnliches Bild, allerdings lagen die Werte insgesamt um 1 % niedriger als in Leopoldsdorf i. M. Der geringste Rohproteingehalt wurde in der N1 mit 11,9 % und der höchste Wert mit 14,7 % in der N3-Variante gemessen.

Wie in der Tab. 18 zu sehen ist, hatte die Saatstärke an beiden Standorten keinen Einfluss auf den Rohproteingehalt.

Tabelle 15: Rohproteingehalte in % bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken bei sechs Winterweizensorten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

Rohprotein % TS						
Düngung	Stando	rt				
Dangang	Leopoldsdorf i. M.	Kautzen				
N1	14,2 ^b	11,9 ^c				
N2	14,6 ^b	14,1 ^{ab}				
N3	15,5ª	14,7ª				
N4	14,5 ^b	13,9 ^b				
Saatstärke						
300	14,8ª	13,7ª				
400	14,7ª	13,7ª				
500	14,6ª	13,7ª				

Es gibt keine Signifikanz bei der Wechselwirkung zwischen Sorte und Düngung, dennoch ist der Einfluss der Ährengabe auf den Rohproteingehalt am Standort Leopoldsdorf i. M. in Abb. 26 gut zu erkennen. Alle Sorten erreichten in der N3-Variante mit insgesamt 180 kg Stickstoff, davon 60 kg als Ährengabe, den höchsten Rohproteingehalt. Besonders intensiv reagierten die Sorten Midas und Josef. Bei Midas stieg der Rohproteingehalt im Korn um 1,2 % von der N2-Variante (120 kg N) zur N3-Variante. Die Sorte Josef erreichte in der N3-Variante einen um 1,1 % höheren Rohproteingehalt als in der N4 bei 150 kg N. Der geringste Unterschied zeigte sich bei der Sorte Poliska 90 mit 0,4 % zwischen N3 und N4, wobei Poliska 90 mit 17,4 % in der N3-Variante den höchsten Wert am Standort Leopoldsdorf i. M. erreichte. Bei den Sorten Balaton, Josef, Midas, Lybid und Poliska 90 zeigte sich kaum ein Unterschied im Rohproteingehalt zwischen den Düngevarianten N2 (120 kg N) und N4 (150 kg N). Capo hingegen erreichte in der N2-Variante einen um 0,8 % höheren Wert als in der N4-Variante.

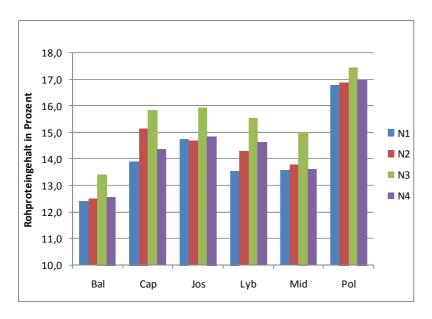


Abbildung 27: Rohproteingehalte in % bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Am Standort Kautzen wurde keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Sorte und Düngung festgestellt, dennoch zeigten sich Unterschiede. So erreichten alle Sorten bis auf Josef den höchsten Rohproteingehalt in der N3-Variante, wie Abb. 27 zeigt. Die Sorte Josef zeigte zwischen den gedüngten Varianten nur 0,4 % Unterschied im Rohproteingehalt und lieferte den höchsten Wert in der N2-Variante mit 15,3 %. Den höchsten Wert am Standort Kautzen erreichte Poliska 90 in der N3-Variante mit 15,5 %. Der Unterschied zwischen N2- und N4-Variante lag in Kautzen mit 0,2 % um 0,1 % höher als in Leopoldsdorf i. M., wobei sich die Rohproteingehalte der Sorten Balaton, Capo, Josef und Poliska 90 in den beiden Düngevarianten kaum unterschieden. Dennoch zeigte sich in Kautzen ein etwas größerer Unterschied zwischen den einzelnen Düngevarianten als in Leopoldsdorf i. M. So wurde in der N1-Variante bei allen Sorten ein signifikant geringerer Rohproteingehalt erreicht als in den übrigen Düngevarianten. Besonders die Sorte Midas reagierte auf die Düngevarianten mit unterschiedlichen Rohproteingehalten. Den höchsten Wert erreichte sie in der N3-Variante mit 14,8 % Rohprotein, die N2-Variante lieferte mit 13,5 % um 1,2 % weniger Rohprotein und die N4-Variante lag nochmals um 0,6 % niedriger bei 12,9 %.

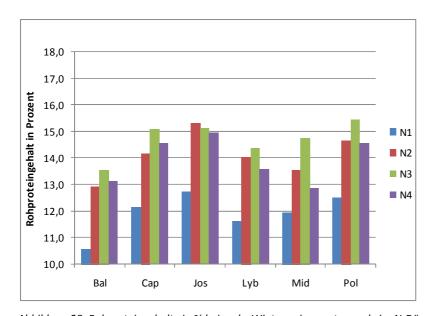


Abbildung 28: Rohproteingehalte in % bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

6.4.2. Kornrohproteinertrag

Am Standort Leopoldsdorf i. M. hatten die Sorte, die Düngung, die Saatstärke und die Wechselwirkung zwischen Düngung und Sorte signifikanten Einfluss auf den Rohproteingehalt (Tab. 16).

Tabelle 16: Varianzanalyse und deren WW auf den Rohproteinertrag in kg/ha von sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	10	4,48	0,0212 *
Düngung	3	6	21,85	0,0012 **
Saatstärke	2	24	3,91	0,0339 *
Düngung * Sorte	15	30	2,22	0,0308 *
Düngung * Saatstärke	6	72	0,69	0,6619 n.s.
Sorte * Saatstärke	10	24	0,20	0,8356 n.s.
Düngung * Sorte * Saatstärke	30	72	0,85	0,9938 n.s.

Die statistische Auswertung des Standortes Kautzen ergab, dass die Düngung hoch signifikanten und die Saatstärke signifikanten Einfluss auf den Rohproteingehalt hatten (Tab. 17).

Tabelle 17: Varianzanalyse und deren WW auf den Rohproteinertrag in kg/ha von sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	10	2,29	0,1244 n.s.
Düngung	3	6	63,99	<,0001 ***
Saatstärke	2	24	3,76	0,0380 *
Düngung * Sorte	15	30	0,82	0,6498 n.s.
Düngung * Saatstärke	6	72	0,84	0,5444 n.s.
Sorte * Saatstärke	10	24	0,58	0,8164 n.s.
Düngung * Sorte * Saatstärke	30	72	1,04	0,4293 n.s.

Tab. 18 zeigt die Rohproteinerträge der sechs verschiedenen Sorten an den beiden Standorten. Der Rohproteinertrag am Standort Leopoldsdorf i. M. lag bei durchschnittlich 869 kg/ha, wobei der Unterschied zwischen den Sorten mit 217 kg sehr hoch ist. Die Sorte Capo lieferte mit 991 kg/Hektar den höchsten RP-Ertrag, wobei die Sorte Midas mit einem RP-Ertrag von 940 kg/ha deutlich unter dem RP-Ertrag von Capo, aber auch deutlich über dem Standortdurchschnitt, lag. Die Erträge von Josef und Lybid lagen knapp unter dem Mittelwert. Die Sorten Poliska 90 und die Mahlweizensorte Balaton lagen mit 805 kg und 774 kg/Hektar deutlich darunter.

Am Standort Kautzen wurde mit 781 kg/ha ein deutlich geringerer durchschnittlicher Rohproteinertrag gemessen. Es zeigten sich auch geringere, nicht signifikante Unterschiede zwischen den Sorten. Die höchsten Erträge lieferten die Sorten Lybid mit 833 kg/ha und Midas mit 819 kg/ha. Die Sorten Capo, Poliska 90 und Josef lagen um das Mittel. Den niedrigsten RP-Ertrag lieferte die Sorte Balaton mit 688 kg/ha.

Tabelle 18: Rohproteinertrag in kg bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen , Erntejahr 2013.

	RP-Ertrag in kg/ha	
Sorte	Standor	t
Joile	Leopoldsdorf i. M.	Kautzen
Balaton	774 ^b	688ª
Саро	991ª	794ª
Josef	862 ^{ab}	770ª
Lybid	841 ^{ab}	833ª
Midas	940 ^{ab}	819ª
Poliska 90	805 ^{ab}	782ª

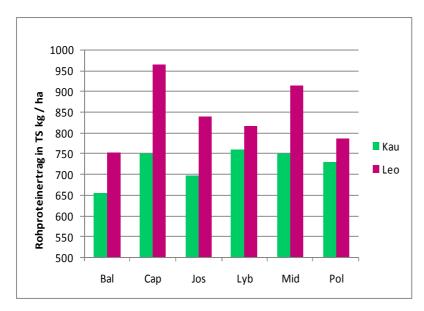


Abbildung 29: Rohproteinertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

Der signifikant unterschiedliche Rohproteinertrag der beiden Standorte in Abhängigkeit der N-Düngung und der Saatstärke ist in Tab. 19 dargestellt.

Der höchste RP-Ertrag im Mittel aller Sorten am Standort Leopoldsdorf i. M. wurde in der N3-Variante mit 1.027 kg/ha erzielt, wobei keine signifikanten Unterschiede zur N2-Variante mit 930 kg/ha und N4-Variante mit 955 kg/ha errechnet wurden. Nur die Nulldüngevariante mit 583 kg/ha unterschied sich von den gedüngten Varianten signifikant.

Am Standort Kautzen zeigte sich ein ähnliches Bild. Nur die Nulldüngevariante mit 519 kg/ha unterschied sich signifikant von den gedüngten Varianten. Allerdings wurde der höchste RP-Ertrag in der N2-Variante mit 872 kg/ha mit nur 1 kg Unterschied zur N3-Variante (871 kg/ha) erreicht. Die N4-Variante lag mit einem RP-Ertrag von 862 kg/ha nur geringfügig darunter.

Die niedrigsten RP-Erträge in Abhängigkeit von der Saatstärke wurdenwurde an beiden Standorten bei der 300 Korn/m²-Variante, mit 849 kg/ha in Leopoldsdorf i. M. und 762 kg/ha in Kautzen, erreicht. Diese unterschieden sich signifikant von den höchsten RP-Erträgen in der 500-Korn-Saatstärkenvariante.

Tabelle 19:Rohproteinertrag in kg/ha bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken bei sechs Winterweizensorten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

RP-Ertrag in kg/ha					
Düngung	Standort				
	Leopoldsdorf i. M.	Kautzen			
N1	563 ^b	519 ^b			
N2	930ª	872ª			
N3	1.027 ^a	871ª			
N4	955ª	862ª			
Saatstärke					
300	849 ^b	762 ^b			
400	872 ^{ab}	782 ^{ab}			
500	886ª	799ª			

In Abb. 29 ist der signifikante Unterschied der einzelnen Düngevarianten auf den RP-Ertrag am Standort Leopoldsdorf i. M. dargestellt. Die Nulldüngevariante lieferte mit einem Durchschnitt von 563 kg bei allen Sorten den geringsten Rohproteinertrag, wobei die Sorte Capo mit 668 kg den höchsten Wert (18,7 % über dem Durchschnitt) lieferte. Die Werte der N2-Variante mit 120 kg N lagen liegen zwischen 825 kg bei Balaton und 1.110 kg bei Capo (\bar{x} = 930 kg). Die höchsten Erträge wurden von allen Sorten in der N3-Variante gebildet. Deutlich zu erkennen ist, dass die Sorte Capo mit 1.153 kg den höchsten Rohproteinertrag am Standort Leopoldsdorf i. M in der N3-Variante bildete. Die Sorte Midas lag mit 1.147 kg nur geringfügig niedriger, reagierte aber mit einem Mehrertrag von mehr als 12,2 % gegenüber N2 und N4 am stärksten auf die Ährengabe. In der N4-Variante, bei einer Stickstoffgabe von 150 kg, wurde mit 955 kg Rohproteinertrag ein um 25 kg höherer Ertrag als in der N2-Variante erreicht.

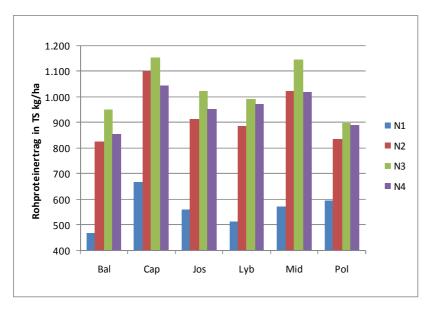


Abbildung 30: Rohproteinertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten am Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Am Standort Kautzen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bei der Wechselwirkung zwischen Sorte und Düngung. Überraschend war, dass nur Midas den höchsten Rohproteinertrag (958 kg/ha) in der N3-Variante erzielte. Balaton (815 kg/ha), Capo (937 kg/ha) und Poliska 90 (875 kg/ha) erreichten die höchsten RP-Erträge in der N4-Variante bei 150 kg N. Josef (903 kg/ha) und Lybid (976 kg/ha) erreichten den deutlich höchsten Rohproteinertrag in der N2-Variante (Abb. 30).

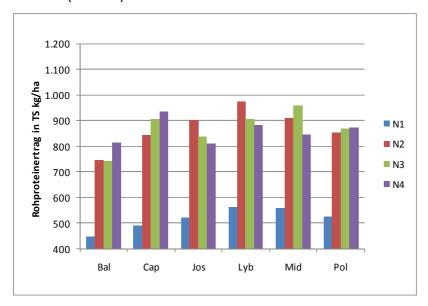


Abbildung 31: Rohproteinertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

6.4.3. Feuchtkleber

Am Standort Leopoldsdorf i. M. hatte die Sorte einen hoch signifikanten und die Düngung einen signifikanten Einfluss auf den Feuchtklebergehalt (Tab. 20).

Tabelle 20: Varianzanalyse und deren WW auf den Feuchtklebergehalt in % TS von sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	10	4,48	<,0001 ***
Düngung	3	6	28,67	0,0006 **
Saatstärke	2	24	0,51	0,6064 n.s.
Düngung * Sorte	15	30	1,96	0,0569 n.s.
Düngung * Saatstärke	6	72	0,65	0,6933 n.s.
Sorte * Saatstärke	10	24	0,37	0,9473 n.s.
Düngung * Sorte * Saatstärke	30	72	0,75	0,8133 n.s.

Die statistische Auswertung des Standortes Kautzen ergab, dass die Sorte hoch signifikanten und die Düngung sowie die Wechselwirkung zwischen Düngung und Sorte einen signifikanten Einfluss auf den Feuchtklebergehalt hatten (Tab. 21).

Tabelle 21: Varianzanalyse und deren WW auf den Feuchtklebergehaltes in % TS von sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	10	8,64	<,0001 ***
Düngung	3	6	108,60	0,0021 **
Saatstärke	2	24,1	0,14	0,8678 n.s.
Düngung * Sorte	15	30	2,70	0,0100 *
Düngung * Saatstärke	6	77,7	0,72	0,6357 n.s.
Sorte * Saatstärke	10	24,1	0,43	0,9190 n.s.
Düngung * Sorte * Saatstärke	30	71,6	0,69	0,8698 n.s.

Die Tab. 22 zeigt den Feuchtklebergehalt der sechs verschiedenen Sorten an den beiden Standorten. Der Feuchtklebergehalt am Standort Leopoldsdorf i. M. lag bei durchschnittlich 33,9 % deutlich höher als am Standort Kautzen mit 32,2 %. Im pannonischen Klimaraum divergierten die Sorten wesentlich stärker als im baltischen Klima. Den signifikant höchsten Feuchtklebergehalt am Standort Leopoldsdorf i. M. erreichte die Sorte Poliska 90 mit 38,4 % gefolgt von den Sorten Josef (34,9 %), Capo, Lybid, Midas und Balaton mit dem geringsten Wert von 30,2 %. Auch am Standort Kautzen erreichte Balaton den geringsten Feuchtklebergehalt. Den höchsten Wert erreichte hier aber die Sorte Josef (34,6 %) mit beinahe gleich hohem Wert wie in Leopoldsdorf i. M. Die Sorten Capo und Poliska 90 hatten sehr ähnlich hohe Werte, während die Sorten Lybid und Midas ähnlich niedrigen Feuchtklebergehalt aufwiesen.

Tabelle 22: Feuchtklebergehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten , drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

Feuchtklebergehalt % TS					
Sorte	Standort				
	Leopoldsdorf i. M.	Kautzen			
Balaton	30,2 ^d	30,1°			
Саро	34,5 ^{bc}	33,2 ^{ab}			
Josef	34,9 ^b	34,6ª			
Lybid	33,3 ^{bc}	31,4 ^{bc}			
Midas	32,4 ^{cd}	30,9 ^{bc}			
Poliska 90	38,4ª	33,1 ^{ab}			

Der Einfluss der Düngung ist in Tab. 23 dargestellt. An beiden Standorten wurden der geringste durchschnittliche Feuchtklebergehalt in der N1-Düngevariante und der höchste in der N3-Düngevariante erreicht. In Leopoldsdorf i. M. lag der Wert der Nulldüngevariante mit 33,0 % nur geringfügig unter jenem der N4-Variante bei 150 kg Stickstoff (33,5 %) und der N2-Variante mit 120 kg N (33,6 %). Der höchste Wert mit 35,7 % wurde in der N3-Düngevariante erzielt, der Unterschied zu den anderen N-Düngevarianten ist signifikant. Am Standort Kautzen zeigte sich ein anderes Bild. Der durchschnittliche Feuchtklebergehalt lag mit 32,2 % um 1,7 % niedriger als am Standort Leopoldsdorf i. M. Die N-ungedüngte Variante N1 unterschied sich signifikant von den N-gedüngten Varianten und ergab einen Feuchtklebergehalt von 27,9 %. Die N-gedüngten Varianten hingegen unterschieden sich mit 33,1 % in der N4-Düngevariante, 33,3 % in der N2-Düngevariante und 34,6 % in der N3-Variante weniger stark.

Wie in Tab. 23 zu sehen ist, hatte die Saatstärke an beiden Standorten keinen Einfluss auf den Feuchtklebergehalt.

Tabelle 23: Feuchtklebergehalt in % TS bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken der sechs Winterweizensorten, Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

	Feuchtklebergehalt % TS	,	
Düngung	Standort		
Sangang	Leopoldsdorf i. M.	Kautzen	
N1	33,0 ^b	27,9°	
N2	33,6 ^b	33,3 ^{ab}	
N3	35,7ª	34,6ª	
N4	33,5 ^b	33,1 ^b	
Saatstärke			
300	34,1ª	32,3ª	
400	33,9ª	32,2ª	
500	33,8ª	32,2ª	

Es konnte keine Signifikanz bei der Wechselwirkung zwischen Sorte und Düngung am Standort Leopoldsdorf i. M. festgestellt werden. Da der Wert aber nur geringfügig unter der Signifikanzgrenze lag, lässt sich dennoch ein eindeutiger Trend feststellen. Am Standort Kautzen wurde eine Signifikanz bei der Wechselwirkung zwischen Sorte und Düngung berechnet. An beiden Standorten erreichten alle Sorten bis auf Josef in Kautzen die höchsten Feuchtklebergehalte in der Ährengabevariante N3 und die niedrigsten Werte in der Nungedüngten Variante N1. Zwischen den N-Düngevarianten N2 und N4 wurden an beiden Standorten und bei allen ausgewählten Sorten kaum Unterschiede im Feuchtklebergehalt festgestellt. In Abb. 31 ist deutlich zu erkennen, dass die Sorten an den beiden Standorten unterschiedlich auf die jeweiligen N-Düngevarianten reagierten.

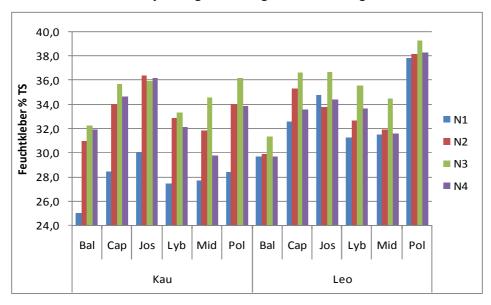


Abbildung 32: Feuchtklebergehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

6.4.4. Hektolitergewicht

Insgesamt war das Niveau des HL-Gewichtes sehr hoch und alle Sorten lagen an beiden Standorten über der Mindestanforderung von 80 kg für Premiumweizen (siehe Tab. 24),. Das höchste HL-Gewicht am Standort Leopoldsdorf i. M. mit 84,4 kg erreichte die Sorte Capo, das geringste HL-Gewicht die Sorte Balaton mit 80,3 kg. Am Standort Kautzen reagierten die Sorten im Vegetationsjahr 2012 annähernd gleich. Bei alle Sorten außer Balaton lag das HL-Gewicht über den Werten des Standortes Leopoldsdorf i. M. Die Sorte Capo erzielte am Standort Kautzen mit 84,8 kg das höchste und Balaton mit 80,1 kg das geringste HL-Gewicht.

Tabelle 24: HL-Gewichte in kg/hl bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

	orj 1. 141. dria Kaatzeri, Erritejani 2	
	HL Gewicht in kg/hl	
	Standorte	9
Sorte		
	Leopoldsdorf i. M.	Kautzen
Balaton	80,3 ^d	80,1 ^d
	04.43	04.03
Саро	84,4 ^a	84,8ª
Josef	83,3 ^b	83,7 ^b
10261	65,5	05,7
Lybid	81,1 ^d	82,5°
Lybia	01,1	02,3
Midas	82,5 ^{bc}	83,6 ^{bc}
	-=,0	,0
Poliska 90	82,3°	84,4 ^{ab}
	- ,-	- /

Die statistische Auswertung zeigte, dass am Standort Leopoldsdorf i. M. die Sorte und die Wechselwirkung zwischen Düngung und Sorte einen hoch signifikanten Einfluss und die Saatstärke einen signifikanten Einfluss auf das HL-Gewicht ausübten (Tab. 27).

Tabelle 25: Varianzanalyse und deren WW auf das HL-Gewicht in kg/hl von sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	10	59,79	<,0001 ***
Düngung	3	6	1,64	0,2766 n.s.
Saatstärke	2	24	5,32	0,0123 *
Düngung * Sorte	15	30	3,82	0,0009 ***
Düngung * Saatstärke	6	72	0,93	0,4817 n.s.
Sorte * Saatstärke	10	24	1,61	0,1632 n.s.
Düngung * Sorte * Saatstärke	30	72	1,31	0,1754 n.s.

Wie Tab. 26 zeigt, hatte die Sorte am Standort Kautzen einen hoch signifikanten, die Wechselwirkung zwischen Düngung und Saatstärke und die Wechselwirkung zwischen Sorte und Saatstärke einen signifikanten Einfluss auf das HL-Gewicht.

Tabelle 26: Varianzanalyse und deren WW auf das HL-Gewicht in kg/hl von sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	11,0	54,15	<,0001 ***
Düngung	3	7,58	0,10	0,9597 n.s.
Saatstärke	2	94,2	2,93	0,0584 n.s
Düngung * Sorte	15	29,6	1,34	0,2425 n.s
Düngung * Saatstärke	6	94,3	3,32	0,0052 **
Sorte * Saatstärke	10	94,2	2,37	0,0150 *
Düngung * Sorte * Saatstärke	30	94,2	1,11	0,3418 n.s.

Die jeweiligen Düngevarianten ergaben sehr einheitliche durchschnittliche Hektolitergewichte (Tab. 27) und die statistische Auswertung ergab keine Signifikanzen. Der Unterschied zwischen den durchschnittlichen HLG der einzelnen Düngevarianten am Standort Leopoldsdorf i. M. betrug gerade einmal 0,6 kg, wobei der höchste Wert in der N4-Variante mit 82,6 kg erreicht wurde. Am Standort in Kautzen wurde der höchste Durchschnittswert in der N2- und N3-Variante mit 83,2 kg erreicht, die Differenz zum niedrigsten Wert in der N4-Variante betrug 0,9 kg. Bei den verschiedenen Saatstärken konnten auch nur geringfügig Unterschiede festgestellt werden. Am Standort Leopoldsdorf i. M. wurde der höchste Wert mit 82,5 kg in der Saatstärke 500 Korn/m² erreicht. Am Standort Kautzen war das HL-Gewicht bei 400 Korn/m² Saatstärke mit 83,3 kg um 0,1 kg höher als bei 500 Korn/m².

Tabelle 27: HL-Gewichte in kg/hl bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken der sechs Winterweizensorten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

	HL Gewicht in kg/hl	,	
Düngung	Standort		
Sangang	Leopoldsdorf i. M.	Kautzen	
N1	82,0ª	83,1ª	
N2	82,3ª	83,2ª	
N3	82,3ª	83,2ª	
N4	82,6ª	82,3ª	
Saatstärke			
300	82,1 ^b	83,0 ^b	
400	82,3 ^{ab}	83,3ª	
500	82,5ª	83,2 ^{ab}	

Die Auswertungen ergaben eine signifikante Wechselwirkung zwischen Düngung und Sorte am Standort Leopoldsdorf i. M. – dargestellt in Abb. 32. Bei den Sorten Balaton und Midas stieg das HL-Gewicht mit der N-Düngemenge an. Die Sorten Capo und Josef erreichten das höchste HL-Gewicht in der Nulldüngevariante mit 84,5 kg und 84,6 kg. Lybid (83,4 kg) und Poliska 90 (82,8 kg) hingegen erreichten in der N4 bei 150 kg N das höchste HL-Gewicht.

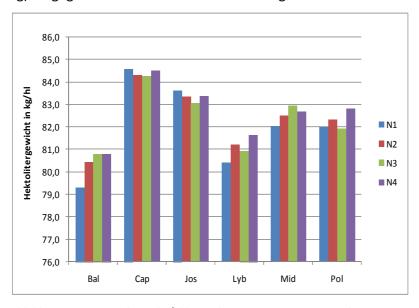


Abbildung 33: HL-Gewichte in kg/hl bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Am Standort Kautzen hatte die Wechselwirkung zwischen Saatstärke und Sorte signifikanten Einfluss auf das HL-Gewicht. Abb. 33 zeigt, dass bei den Sorten Balaton, Capo und Lybid das HL-Gewicht mit der Saatstärke anstieg. Die Sorten Josef, Midas und Poliska 90 hatten das höchste HL-Gewicht bei 400 Korn/m² Saatstärke.

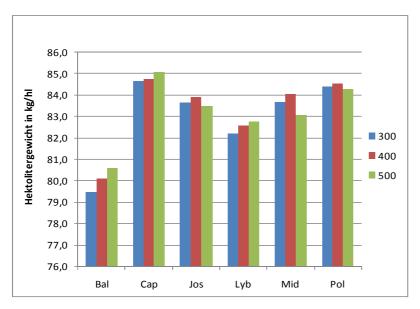


Abbildung 34: HL-Gewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Abb. 34 zeigt die signifikante Wechselwirkung zwischen N-Düngevariante und Saatstärke am Standort Kautzen. Das höchste HL-Gewicht wurde in der N4-Variante bei einer Saatstärke von 400 Korn/m² erzielt. Das geringste HL-Gewicht wurde in der Nulldüngevariante N1 bei einer Saatstärke von 500 Korn/m² gemessen.

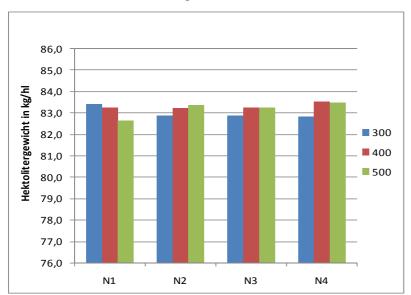


Abbildung 35: HL-Gewicht in kg/hl über vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

6.4.5. Tausendkorngewicht

Der Sorteneinfluss war am Standort Leopoldsdorf i. M. hoch signifikant, auch die Wechselwirkung zwischen Düngung und Sorte erwies sich als signifikanter Einfluss auf das TKG (Tab. 28).

Tabelle 28: Varianzanalyse des TKGs bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	10	41,38	<,0001 ***
Düngung	3	6	0,49	0,7003 n.s.
Saatstärke	2	24	0,58	0,5696 n.s.
Düngung * Sorte	15	30	2,09	0,0415 *
Düngung * Saatstärke	6	72	1,58	0,1649 n.s.
Sorte * Saatstärke	10	24	1,60	0,1652 n.s.
Düngung * Sorte * Saatstärke	30	72	1,30	0,1824 n.s.

Das TKG im Mittel aller Sorten betrug am Standort Leopoldsdorf i. M. 44,6 g. Tab. 30 zeigt, dass die Sorte Balaton mit 40,8 g das geringste und die Sorte Poliska 90 mit 47,8 g das höchste TKG aufwies. Die übrigen Sorten unterschieden sich auch innerhalb der unterschiedlichen Düngevarianten kaum, wie in Abb. 35 zu sehen ist. Das TKG der Sorten Capo, Josef, Lybid und Midas lag mit maximal 0,75 g Unterschied sehr nahe um den Durchschnittswert des Standortes. Den absolut höchsten Wert am Standort Leopoldsdorf i. M. erreichte Poliska 90 in der N2-Variante mit 50,3 g und das geringste TKG erreichte die Sorte Balaton in der N1-Variante mit nur 36,1 g.

Tab. 29 zeigt, dass am Standort Kautzen neben der Sorte, welche einen hoch signifikanten Einfluss hatte, auch die Düngung, die Wechselwirkung zwischen Düngung und Sorte und die Wechselwirkung zwischen Sorte und Saatstärke einen signifikanten Einfluss auf das Tausendkorngewicht hatten.

Tabelle 29: Varianzanalyse des TKGs von sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Effekt	Zähler FG	Nenner FG	F Statistik	Pr > F
Sorte	5	10	32,99	<,0001 ***
Düngung	3	6,02	7,72	0,0174 *
Saatstärke	2	22,6	0,67	0,5215 n.s.
Düngung * Sorte	15	30,1	3,36	0,0023 **
Düngung * Saatstärke	6	67,7	1,94	0,0866 n.s.
Sorte * Saatstärke	10	22,5	3,63	0,0053 *
Düngung * Sorte * Saatstärke	30	67,5	0,78	07653 n.s.

Das TKG im Mittel aller Sorten lag am Standort Kautzen mit 43,7 g um 0,9 g niedriger als am Standort Leopoldsdorf, wie Tab. 32 zeigt. Auch am Standort Kautzen wies die Sorte Balaton mit 37,2 g das geringste und die Sorte Poliska 90 mit 48,1 g das größte TKG auf.

Tabelle 30: TKG in g bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

	atzen, Ennegam 2013.		
	TKG in g		
Sorte	Standort		
30110	Leopoldsdorf i. M.	Kautzen	
Balaton	40,8°	37,2 ^d	
Саро	44,6 ^b	42,4°	
Josef	44,4 ^b	45,9 ^{ab}	
Lybid	45,1 ^b	44,8 ^{bc}	
Midas	44,8 ^b	43,7 ^{bc}	
Poliska 90	47,8ª	48,1ª	

Tab. 31 zeigt den Einfluss der Düngung auf das TKG. Am Standort Leopoldsdorf i. M. wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt, wobei der höchste Durchschnittswert mit 44,9 g in der N3-Düngevariante erreicht wurde und der niedrigste Wert mit 44,2 g in der N1-Variante. Am Standort Kautzen ergab die N-Düngung einen signifikanten Einfluss auf das TKG. Der höchste Wert wurde in der N1-Düngevariante mit 45,4 g und der niedrigste Wert in der N4-Variante mit 42,8 g erreicht.

Ein signifikanter Einfluss der Saatstärke auf das TKG wurde weder am Standort Leopoldsdorf i. M. noch am Standort Kautzen festgestellt (Tab. 31).

Tabelle 31: TKG in g bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken bei sechs Winterweizensorten, StandorteStandort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

<u> </u>	j i. Wi. uliu Kuutzeli, Erittejulii 20	19.	
	TKG in g		
Düngung	Standort		
24848	Leopoldsdorf i. M.	Kautzen	
N1	44,2ª	45,4ª	
N2	44,6ª	43,5 ^{ab}	
N3	44,9ª	43,0 ^b	
N4	44,6ª	42,8 ^b	
Saatstärke			
300	44,6ª	43,6ª	
400	44,6ª	43,6ª	
500	44,5ª	43,8ª	

Abb. 35 zeigt das sehr einheitliche TKG der einzelnen Sorten bei den verschiedenen Düngevarianten am Standort Leopoldsdorf i. M.

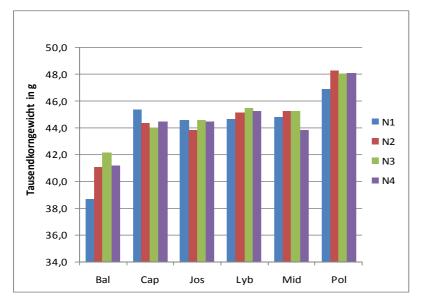


Abbildung 36: TKG in g bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Abb. 36 zeigt Auffälligkeiten der N-Nullldüngevariante am Standort Kautzen. Die Sorten Midas, Balaton, Capo und Lybid erreichten das höchste TKG in der N1-Düngevariante, die Sorten Josef und Poliska 90 erzielten in der Düngevariante N2 die höchsten Werte. Das absolut höchste TKG am Standort Kautzen erreichte die Sorte Poliska 90 in der N2-Düngevariante mit 51,1 g und den niedrigsten Wert die Sorte Balaton in der N3-Düngevariante (30,2 g).

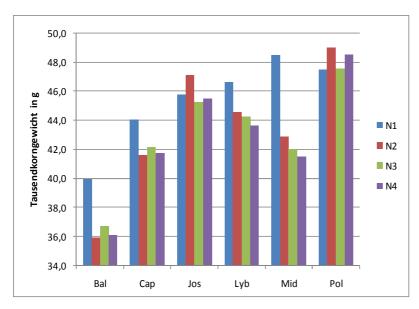


Abbildung 37: TKG in g über sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Die signifikante Wechselwirkung zwischen Sorte und Saatstärke am Standort Kautzen ist in Abb. 37 dargestellt. Bei den Sorten Midas und Poliska 90 sank das TKG mit zunehmender Saatstärke. Bei der Sorte Balaton hingegen stieg es an.

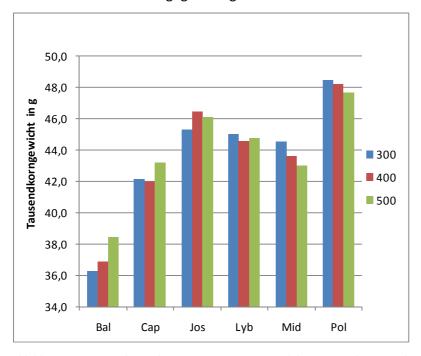


Abbildung 38: TKG in g bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

6.4.6. Fallzahl

Abb. 38 zeigt, dass die Fallzahl an beiden Standorten sehr hoch war und alle Sorten bis auf Josef die Mindestanforderung von 280 sek. für Premiumweizen erreichten. Im Mittel aller Sorten betrug die Fallzahl am Standort Leopoldsdorf i. M 348 sek. Am Standort Kautzen war sie mit 369

sek. etwas höher. Die Unterschiede bei den Sorten (Balaton 9 sek., Midas und Poliska 90 je 1 sek.) waren sehr gering. Am Standort Leopoldsdorf i. M. lag die Sorte Josef mit 243 sek. nur knapp unter der geforderten 250 sek. von Qualitätsweizen.

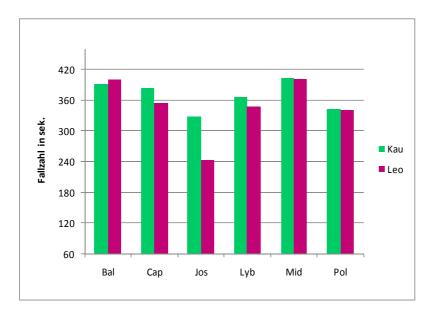


Abbildung 39: Fallzahl in sek. bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

Abb. 39 zeigt, dass die Düngung an beiden Standorten nur geringfügig Einfluss auf die Fallzahl hatte.

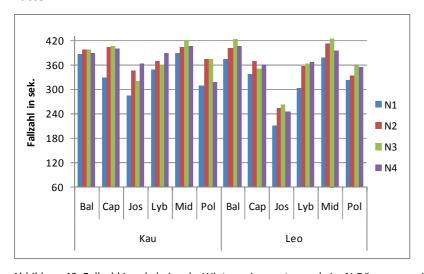


Abbildung 40: Fallzahl in sek. bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, StandorteDüngungsvariante, Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013.

6.4.7. Alveogramm

Abb. 40 und Abb. 41 zeigen die Analysenergebnisse des Alveogramms der beiden Standorte. Im Hinblick auf den Dehnwiderstand P zeigten die Sorten an beiden Standorten ähnliche Tendenzen, allerdings waren die Werte am Standort Leopoldsdorf i. M. etwas niedriger. Die

Dehnbarkeit L war sortentypisch verschieden, aber auch an den beiden Standorten unterschiedlich hoch. Der geforderte W-Wert > 280 J für den Export nach Italien wurde am Standort Leopoldsdorf i. M. nur von der Sorte Capo mit 296 J. erreicht. Am Standort Kautzen entsprach neben der Sorte Capo mit 322 J. auch die Sorte Josef mit 358 J. den Anforderungen.

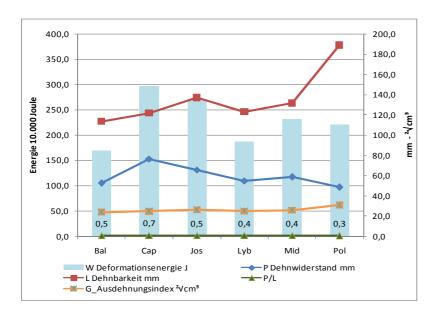


Abbildung 41: Alveogramm bei sechs Winterweizensorten, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

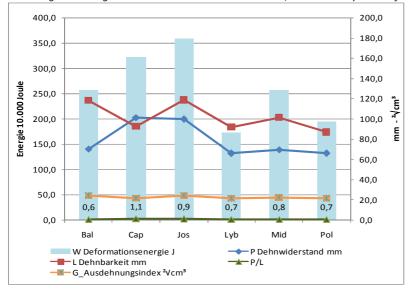


Abbildung 42: Alveogramm bei sechs Winterweizensorten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

7. DISKUSSION

Die angeführten Ergebnisse zeigen, dass die ausgewählten Sorten auf verschiedenen Standorten unterschiedliche Erträge haben können. Das N-Düngemanagement sowie die Saatstärke können Auswirkungen auf die beurteilten Parameter haben. Das Ausmaß des Einflusses bzw. dessen Auswirkung auf den Weizenbestand ist auch sehr stark von anderen Faktoren wie etwa dem Klima und der Witterung abhängig.

7.1. Einfluss des Standortes, der Sorte, der Stickstoffdüngung und der Saatstärke auf den Wachstums- und Entwicklungsverlauf

Die dem Standort angepasste Bodenvorbereitung und die Saattechnik führten erwartungsgemäß zu gleichmäßigen Weizenbeständen auf den Standorten. Die Pflanzenbestände entwickelten sich sorten-,- standort- und witterungstypisch. Hervorzuheben ist der überdurchschnittlich warme November und der lange Winter. Im März und April waren die Niederschläge unterdurchschnittlich, dagegen wurden im Mai und Juni extrem hohe Mengen an Niederschlag gemessen. Der Juli war hingegen wieder sehr trocken und bot stabiles Wetter, was sich günstig auf die Ernte auswirkte (siehe Abb. 3 und 4).

Am pannonischen Standort Leopoldsdorf i. M. wurden durchschnittlich 569 ährentragende Halmen/m² gebildet, um 100 Halme mehr als am **Standort** Kautzen. Dies entspricht in etwa der Zielährenzahl von ca. 300 bis 550 Ähren/m². Die jeweiligen Sorten wiesen an den unterschiedlichen Standortbedingungen unterschiedliche Bestockungsraten auf. Am Standort Leopoldsdorf i. M. führten günstigen Witterung und höheren Temperaturen zu höheren Ährenzahl/Pflanze (1,5 Ähren im Vergleich zu 1,2 Ähren/Pflanze in Kautzen). Bei höheren Aussaatmengen kam es zu geringeren Bestockungsraten und die Anzahl der Halme/Pflanze lag deutlich unter der von (BROUWER, 1977), (TRIEBEL, 1982) und (Dennert, 2014) empfohlenen 2,4 bis 3 Triebe/Pflanze.

Bezogen auf die **Saatstärke** zeigte sich, dass bei den **Sorten** Lybid, Poliska 90, Josef und Midas die Anzahl an ährentragenden Halmen/m² mit zunehmender Saatstärke anstieg. Am Standort Kautzen hingegen korrelierte bei Balaton die höhere Saatstärke negativ mit der Anzahl an ährentragenden Halmen/m². In Leopoldsdorf i. M. bildete Balaton bei einer Saatstärke von 400 Korn/m² die niedrigste Anzahl an ährentragenden Halmen/m². Bei Capo hingegen wurde aufgrund seiner hohen Bestockungsfähigkeit an beiden Standorten die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² gebildet. Seine hohe Kompensationsfähigkeit ergab, dass sich die

Anzahl an ährentragenden Halmen/m² bei den drei unterschiedlich hohen Saatstärken nur geringfügig unterschied. In Leopoldsdorf i. M. wurden auch von den anderen frühreifenden Sorten Josef und Balaton eine hohe Anzahl an ährentragenden Halmen/m² erreicht. Lybid lag im unteren Mittel und unterschied sich an beiden Standorten mit 76 ährentragenden Halmen/m² nur geringfügig, was auf die hohe Bestockungs- und eine gute Anpassungsfähigkeit beziehungsweise auf die besondere Eignung für das Trocken- und Übergangsgebiet hinweist. Hervorzuheben sind die besonders langen Ähren der Sorte Lybid an beiden Standorten.

Im Vergleich zu den übrigen Sorten bildete die Sorte Midas als Einzelährentyp die niedrigste Anzahl an ährentragenden Halmen/m², am trockeneren Standort jedoch deutlich mehr als im Übergangsgebiet Kautzen. Der große Unterschied in der Ährenzahl/m² zwischen den beiden Standorten weist auf die besondere Eignung für das Trockengebiet hin. Poliska 90 bildete ebenfalls an beiden Standorten eine eher niedrige Halmzahl/m². Die Ährenlänge war bei dieser Sorte am kürzesten. Entsprechend der Literaturergebnisse von Ellen (1990) nahm an beiden Standorten und bei allen Sorten die Bestockung mit steigender Saatstärke ab.

Unterschiede zwischen den **Standorten** ergaben sich bei der Bestockung, der Anzahl an ährentragenden Halmen/m² und auch abhängig vom Stickstoffdüngungsmanagement. Am Standort Leopoldsdorf i. M. wurde die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² bei den Sorten Balaton, Lybid, Midas und Poliska 90 in der N-Düngungsvariante N3, bei Josef in der N-Düngungsvariante N4 gebildet. Bei Capo wurden bei der N-Düngungsvariante N2 und N4 gleich viele ährentragende Halme/m² gebildet.

Am Standort Kautzen bestockten alle Sorten bis auf Poliska 90 in der N2-Düngevariante und der N4-Variante annähernd gleich hoch. Poliska 90 bildete in der N-Düngungsvariante N2 die höchste Anzahl an ährentragenden Halmen/m² aus.

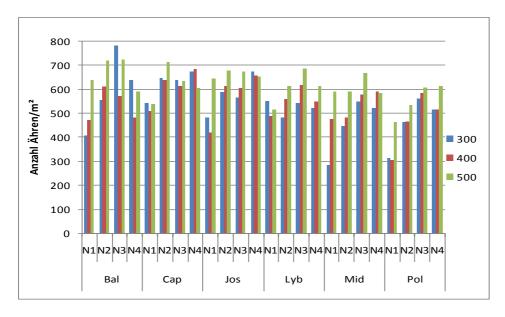


Abbildung 43: Ährenzahl/m² bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngungsvarianten und drei unterschiedlichen Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

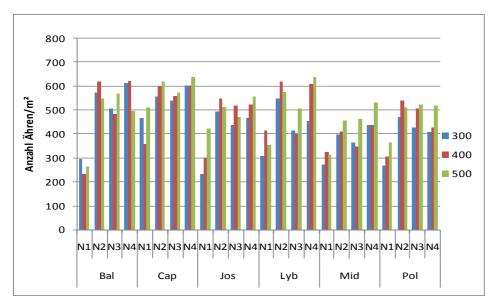


Abbildung 44: Ährenzahl/m² bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngungsvarianten und unterschiedlichen Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

7.2. Einfluss des Standortes, der Sorte, des Stickstoffdüngungsmanagements und der Saatstärke auf den Korn- und Strohertrag

Der Kornertrag ist, wie vielfach angeführt, das Ergebnis vieler Einzelmaßnahmen, deren Zusammenwirken in der Ertragsstruktur ersichtlich wird. Der Kornertrag ergibt sich aus der Bestandesdichte (Anzahl der Ähren/m²), der Kornzahl je Ähre und dem Einzelkorngewicht (kg).

Zwischen den Ertragskomponenten Bestandesdichte, Körner/Ähre und TKG bestehen kompensatorische Wechselbeziehungen (Geisler, 1988), (Seiffert, 1988). Einen großen Einfluss hat auch die Sorte, welche sich durch die differente Ausprägung genotypischergenotypischer Merkmale unterschiedlich bei den verschiedenen Standorten auswirkt; dementsprechend gibt es divergente Standort-Sorten-Eignung. Durch den großen Einfluss der Jahreswitterung kann es zu großen Schwankungen bei den Erträgen und in der Qualität kommen (Brouwer, 1977). Dies zeigte sich auch im angeführten Versuch.

Die Kornerträge lagen an beiden Standorten mit 6.889 kg/ha in Leopoldsdorf i. M. und 6.578 kg/ha in Kautzen deutlich über dem österreichischen Durchschnitt von 5.370 kg/ha (AMA, 2014). Der Ertragsunterschied an den jeweiligen Standorten wurde erwartet. An beiden Standorten gab es einen signifikanten Einfluss der Sorte auf die Höhe des Kornertrages. Im Trockengebiet erreichte Capo, der laut "Österreichische Beschreibende Sortenliste" mit APS 6 eingestuft ist, annähernd gleich hohe Kornerträge wie Midas (APS 2). Diese beiden Sorten und die Sorte Balaton unterschieden sich signifikant von der Sorte Poliska 90, welche im pannonischem Klima den niedrigsten Kornertrag erreichte. Es zeigte sich deutlich, dass die jeweiligen Sorten an verschiedenen Standorten und unter unterschiedlichen Klimabedingungen ungleich hohe Kornerträge ergeben. Im baltischen Klima am Standort Kautzen unterschieden sich die Sorten bezüglich des Kornertrages weniger stark als im pannonischen Klima. Entgegen der Erwartungen erreichten am Standort Kautzen die beiden ukrainischen Sorten Lybid und Poliska 90 höhere Kornerträge als die österreichischen Sorten. Besonders die Sorte Lybid, die den höchsten Kornertrag in Kautzen erzielte, verhielt sich entgegen den Erwartungen. Dies lässt sich durch eine gute Angepasstheit an baltische Klimabedingungen erklären. Die Kornerträge der österreichischen Sorten verhielten sich an beiden Standorten beinahe gleich.

Mit Erhöhung der N-Düngung ist im Allgemeinen eine Steigerung des Kornertrages bis zum Erreichen des Maximalertrages verbunden (DARWINKEL, 1983) (DIEPHOLDER, 1994). An beiden Standorten gab es erwartungsgemäß einen signifikant niedrigeren Kornertrag in der ungedüngten Variante N1 als in den N-gedüngten Varianten. Entgegen den Erwartungen ließ sich zwischen den einzelnen Düngevarianten kein signifikanter Unterschied feststellen, dennoch ist eine Tendenz sichtbar. Am Standort Leopoldsdorf i. M. ergab die Herbstgabe von 30 kg N einen positiven Ertragseffekt. Damit erreichte die N4-Variante ähnlich hohe Erträge wie die standortübliche N-Düngevariante N3 mit 180 kg N. Am Standort Kautzen hingegen hatte die Herbstdüngung keinen Einfluss auf den Kornertrag. Die N2-Variante erzielte mit nur zwei N-

Gaben gleich hohe Kornerträge wie die N4-Variante. Die Kornerträge bei der N3-Variante lagen deutlich niedriger.

Im semiariden Produktionsgebiet ergab sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen Sorte und N-Düngung. Abgesehen von der Nulldüngevariante N1 ergaben sich zwischen den einzelnen Düngevarianten kaum Unterschiede. Wie Abb. 44 zeigt, erreichten die Sorten mit den höchsten Kornerträgen (Midas, Capo und Balaton) ihre Höchstwerte in der N3-Düngungvariante. Düngungsvariante. Die ertragsschwächeren Sorten Josef, Lybid und Poliska 90 reagierten auf die Herbstdüngung und erreichten die maximalen Kornerträge in der N4-Düngevariante.

Am Standort Kautzen unterschieden sich die Kornerträge der Sorten weniger stark, aber die Unterschiede zwischen den N-Düngevarianten waren höher (Abb. 45). Es kam aber zu keiner signifikanten Wechselwirkung zwischen Sorte und N-Düngung. Die Sorten Balaton, Capo und Poliska 90 konnten die N-Herbstdüngung nutzen und erreichten die höchsten Kornerträge in der N4-Düngungvariante. Die Sorten Lybid, Josef und Midas hingegen erzielten die höchsten Kornerträge in der N2-Düngungvariante bei 120 kg/ha N. Der Versuch zeigt, dass nicht die N-Menge sondern vor allem der Zeitpunkt der N-Düngung einen großen Einfluss auf den Kornertrag hat. Eine N-Herbstdüngung ist nicht generell wirksam.

In Bezug auf die **Saatstärke** zeigen die Versuchsergebnisse, dass mit steigender Saatmenge die Erträge ansteigen. Die höchsten Kornerträge wurden bei einer Saatstärke von 500 Korn/m² erreicht. Die Sorte Lybid war die Ausnahme, sie erreichte an beiden Standorten die höchsten Kornerträge bei einer Saatstärke von 400 Korn/m².

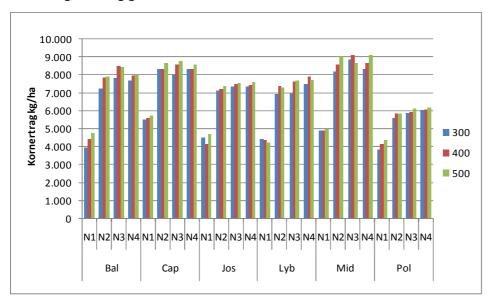
Dennert (2007) weist darauf hin, dass dichte Bestände, sei es durch überhöhte Aussaatstärken und/oder durch ein überhöhtes N-Angebot während der Jugendentwicklung ein ungünstiges Korn-Stroh-Verhältnis fördern. Es wachsen viele Ähren mit geringer Kornzahl und kleinen Körnern.

Die Auswertung der Kleinparzellen (1 m²) zeigt, dass an beiden Standorten alle Sorten – bis auf Balaton am Standort Kautzen – K 500 bei der höchsten Saatstärke die höchste Ährenzahl/m² erreichten. Bei allen Sorten bis auf Capo und Balaton war der Anstieg der Ähren/m² gleich dem Anstieg der Saatstärke. Bei den Sorten Balaton, Capo, Josef (nur am Standort Leopoldsdorf i. M.), Midas (nur am Standort Kautzen), und Poliska 90 stieg der Kornertrag parallel mit der Saatmenge.

Am Standort Kautzen blieb bei der Sorte Balaton die Anzahl an Ähren mit zunehmender Saatstärke beinahe gleich, der Kornertrag hingegen stieg an. Ähnlich verhielt sich Capo am Standort Leopoldsdorf i. M. Dies zeigt die besonders hohe Kompensationskraft der Sorte Capo.

Die **Anzahl der Ährchen**/Ähren unterschieden sich an beiden Standorte zwischen den drei unterschiedlichen Saatstärken nur geringfügig mit maximal einem Ährchen/Ähre. Am Standort Leopoldsdorf i. M. verminderte sich die Anzahl bei den Sorten Balaton, Capo, Josef und Poliska 90. Bei Lybid blieb sie konstant und bei Midas wurde die geringste Anzahl bei 400 Korn/m² gezählt. Am Standort Kautzen stieg die Ährchenanzahl/Ähre nur bei Poliska 90. Bei Josef war die Ährchenzahl/Ähre in der 300-Korn-Variante am niedrigsten.

Die angeführten Ergebnisse zeigen, dass neben der Sorte auch die Saatstärke und das Stickstoffmanagement einen Einfluss auf die Ertragsparameter haben. Die Höhe des Einflusses bzw. deren Auswirkung sind jedoch auch sehr stark von anderen Faktoren, wie Standort und Witterung, abhängig.



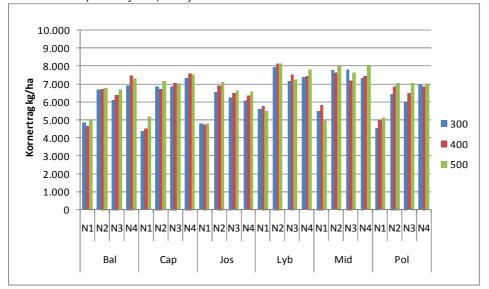


Abbildung 45: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

Abbildung 46: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

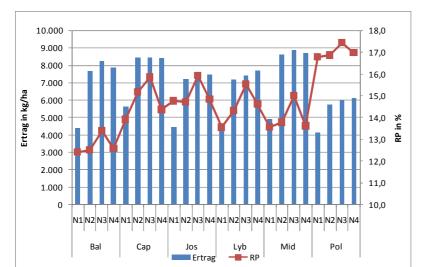
7.3. Einfluss des Standortes, der Sorte, der Stickstoffdüngung und der Saatstärke auf ausgewählte Qualitätskriterien bei Weizen

7.3.1. Rohproteingehalt

Der Rohproteingehalt gilt als Maß für den Gesamtproteingehalt des Kornes. Er setzt sich aus ca. 70 bis 80 % Kleber oder Speichereiweiß und 20 bis 30 % Nichtklebereiweiß (bestehend aus den Fraktionen Albumine und Globuline), mit strukturellen und enzymatischen Funktionen, zusammen. Das Klebereiweiß ist entscheidend für qualitätsbestimmende Backeigenschaften und nimmt mit zunehmender Rohproteinkonzentration zu (LINNEMANN, 2001). Der Rohproteingehalt ist sortenspezifisch und kann in hohem Maße durch den Standort, das Klima, den Boden und die Düngung beeinflusst werden. Eine besondere Rolle spielt dabei Menge, Art und Terminierung der Stickstoffdüngung (Fischbeck, et al., 1992); (Aufhammer, et al., 1996) und (Bracht, 1998). Dies zeigte sich auch in den angeführten Versuchsergebnissen. Der Rohproteingehalt am Standort Leopoldsdorf i.M. war um 1 % höher als am Standort Kautzen. (Flamm, et al., 2013) stellten in ihren Untersuchungen fest, dass es große genotypische Sortenunterschiede hinsichtlich der Proteineinlagerung ins Korn gibt. In den angeführten Versuchen wurde dies bestätigt und die Ergebnisse deckten sich an beiden Standorten mit der Einstufung der "Österreichischen Beschreibenden Sortenliste". Die Sorte Josef erreichte die höchsten RP-Werte bei den österreichischen Sorten, in der Abfolge Capo, Midas und Balaton. Die Sorte Lybid lässt

sich mit mittelhohem Rohproteingehalt zwischen Capo und Midas einordnen. Die Sorte Poliska 90 hingegen erreichte im Trockengebiet mit 1 % sehr hohe und im baltischen Klima mit 14,3 % hohe RP-Werte. In vielen Feldversuchen wurde nachgewiesen, dass eine Spätdüngung mit Stickstoff eine fördernde Wirkung auf den Proteingehalt im Korn hat. Brouwer (1977), Cooper et al. (1990) und Bracht (1998) weisen auf eine Erhöhung des Eiweißgehaltes um ein bis zwei Prozent bei einer Stickstoffdüngung zur Zeit des Ährenschiebens hin. Laut Jenner et al. (1991) ist die Höhe des Proteingehaltes der Körner abhängig von der **Stickstoffmenge**, die in der Endphase der Kornbildung zur Verfügung steht, wobei die Proteinspeicherung im Endosperm etwa 10 Tage nach der Blüte beginnt. Im angeführten Versuch wurden an beiden Standorten die signifikant höchsten RP-Werte in der N3-Düngungsvariante erreicht. Überraschenderweise unterschied sich am Standort Leopoldsdorf i. M. der Rohproteingehalt zwischen der ungedüngten Variante mit 14,2 % signifikant von der Ährengabevariante N3, nicht aber von den beiden anderen N-Düngungsvarianten N2 und N4. Am Standort Kautzen unterschied sich die Nulldüngevariante signifikant von den gedüngten Varianten (Abb. 15). Nur Josef und Poliska 90 erreichten die erforderliche 15 % Rohproteinmenge für die Klassifizierung als Premiumweizen.

Die Wechselwirkung zwischen Düngung und Sorte war nicht signifikant, dennoch war ein eindeutiger Trend feststellbar. Durch die N-Ährengabe erreichten am Standort Leopoldsdorf i. M. alle Sorten – bis auf die Mahlweizensorte Balaton in der N3-Düngevariante – den für Premiumweizen geforderten Rohproteingehalt von 15 %. Durch eine N-Düngung, unabhängig von Zeitpunkt und Menge, erreichten die Sorten Poliska 90, Josef, Capo und Lybid einen Rohproteingehalt von 14 % und damit den erforderlichen Rohproteingehalt für Qualitätsweizen. Am Standort Kautzen lag der Rohproteingehalt um ein Prozent niedriger. In der N3-Düngevariante erreichten die Sorten Poliska 90, Josef und Capo die geforderten 15 % Rohproteingehalt für Premiumweizen. Ein Rohproteingehalt von 14 % wurde in den N-gedüngten Varianten von den Sorten Josef, Poliska 90, Capo und in der N2-Variante von der Sorte Lybid erreicht. Außergewöhnlich war, dass am Standort Kautzen die Sorte Josef in der N2-Variante einen höheren Rohproteingehalt erreichte als in der Variante N3 mit N-Ährengabe.



Eine unterschiedliche Saatstärke ergab keinen Einfluss auf den Proteingehalt im Korn.

Abbildung 47: Kornertrag in kg/ha und Rohproteingehalt in % bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

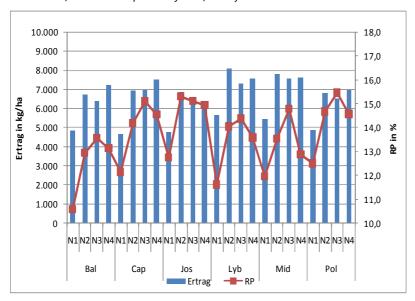


Abbildung 48: Kornertrag in kg/ha und Rohproteingehalt in % bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

7.3.2. Kornrohproteinertrag

Dennert (2007) weist darauf hin, dass Weizen in jedem Entwicklungsabschnitt auf das N-Angebot sofort reagiert und eine scharfe Trennung zwischen ertrags- und qualitätsbetonter N-Düngung kaum möglich ist. Das Erreichen hoher Proteinwerte in Kombination mit hohen Erträgen ist nur dann zu erzielen, wenn der Weizen eine optimale Ertragsstruktur bildet und das Gesamt-N-Angebot ausreichend hoch ist. Flamm et al. (2013) stellten in ihren Untersuchungen genotypische Unterschiede bei der Verlagerung von Rohprotein bei Winterweizen fest. Laut (Diekmann, 2002) basieren genotypische Unterschiede im Korn-N-Ertrag auf einer differenzierten N-Aufnahme und Mobilisation aus der vegetativen Biomasse. Ein Vergleich des

Rohproteinertrages als ein Produkt aus Ertrag x Rohproteingehalt weist auf die Unterschiede in der N-Effizienz der Sorten hin.

Die Versuchsergebnisse zeigten bezüglich Kornertrag und ausgewählter Qualitätskriterien eindeutige **Standort**unterschiede. Am Standort Leopoldsdorf i. M. (Abb. 49), wo der RP-Ertrag deutlich höher als am Standort Kautzen (Abb. 50) war, unterschieden sich die **Sorten** auch wesentlich mehr als in Kautzen. Am Standort Leopoldsdorf i. M lag die Sorte Capo mit den höchsten RP-Ertragswerten deutlich vor Midas. Auch Flamm et al. (2013) stellten in ihren Untersuchungen im pannonischem Raum die höchste N-effizienz im Korn bei Capo und Midas fest. Am Standort Kautzen hingegen erreichte die Sorte Midas etwas höhere RP-Werte als Capo. Die höchste N-Effizienz im baltischen Klima wurde von Lybid erzielt. Entsprechend der "Österreichischen Beschreibenden Sortenliste" lag der RP-Ertrag von Balaton an beiden Standorten an letzter Stelle.

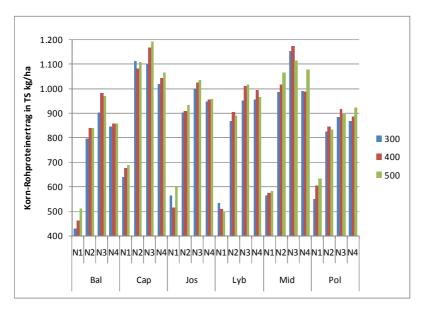


Abbildung 49: Kornrohproteinertrag in % TS bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

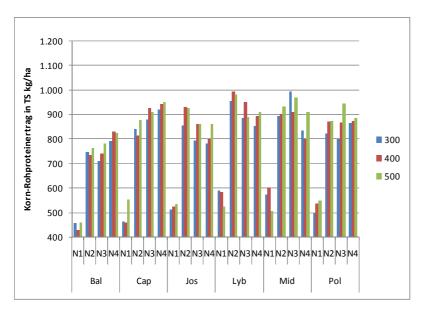


Abbildung 50: Kornrohproteinertrag in % TS bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Der Einfluss der N-**Düngung** auf den Kornrohproteinertrag im Vergleich der ungedüngten mit den drei gedüngten Varianten war an beiden Standorten signifikant. Am Standort Kautzen gab es keinen Unterschied im RP-Ertrag zwischen den drei N-gedüngten Varianten. Am Standort Leopoldsdorf i. M. zeigt sich eine Tendenz zu einem höheren RP-Ertrag in der N3-Düngevariante.

Die unterschiedliche **Saatstärke** ergab ebenfalls an beiden Standorten einen signifikanten Einfluss, wobei der RP-Ertrag in der 500-Korn/m²-Variante signifikant höher war als bei der 300-Korn/m²-Variante.

Die signifikante Wechselwirkung zwischen **Düngung und Sorte** in Bezug auf den RP-Ertrag am Standort Leopoldsdorf i. M. zeigte deutlich, dass alle Sorten den höchsten RP-Ertrag bei einer dreigeteilten N-Düngergabe erreichten. Die Sorte Midas reagierte von allen Sorten am deutlichsten auf die Ährengabe und führte sie in einen sehr hohen RP-Ertrag über. Nur die Sorte Capo erreichte einen noch höheren RP-Ertrag in der N3-Düngevariante. Die N-Herbstdüngung (N4) wirkte sich im Gegensatz zur Variante N2 bei Capo negativ auf den RP-Ertrag aus. Bei der Sorte Midas wurden gleich hohe RP-Erträge erreicht und bei Balaton, Josef, Lybid und Poliska 90 brachte die herbstgedüngte Variante gegenüber der N2-Düngevariante geringfügig höhere RP-Erträge.

Am Standort Kautzen wurden keine signifikanten Wechselwirkungen nachgewiesen, die Sorten verhielten sich aber unterschiedlich. Nur die Sorte Midas erreichte auch am Standort Kautzen in der N3-Düngevariante den höchsten RP-Ertrag. Die Sorten Balaton, Capo und Poliska 90

erreichten den höchsten RP-Ertrag bei der herbstgedüngten Variante N4. Bei den Sorten Josef und Lybid führte die N2-Düngevariante zu den höchsten RP-Erträgen.

7.3.3. Feuchtkleber

Die Ermittlung der Feuchtklebermenge, die salzwasserunlösliche, quellfähige, elastische und dehnbare Eiweißfraktion, lässt Rückschlüsse auf die Backfähigkeit zu. Der Klebergehalt und die Kleberqualität eines Mehles bestimmen die Wasserbindefähigkeit und somit die Teigausbeute. Sie sind entscheidend für die Gashaltefähigkeit eines Teiges und haben eine entscheidende Bedeutung für die Verwendung und Verarbeitung von Mehl. Gluten, aus welchem in Verbindung mit Wasser und Bewegung (Kneten) durch eine Disulfid-Verbindung zwischen Glutenin und Gliadin Klebereiweiß gebildet wird (Perten, 2015), beeinflusst maßgeblich den Verarbeitungsund Backprozess. Wichtig hierfür sind die Menge und das Verhältnis von Gliadin, verantwortlich für die Verformbarkeit, und Glutenin, verantwortlich für die Elastizität.

Der Gehalt ist stark sortenabhängig, zudem haben Anbaumaßnahmen wie die Düngung und das Stickstoffmanagement Einfluss auf die Qualität. Auch die Standortbedingungen, das Klima und die Witterung sind wichtige Faktoren. So wirkt sich sonnenwarme und regenarme Witterung positiv auf die Klebermenge aus (BROUWER, 1977). Der Glutengehalt korreliert mit dem Proteingehalt, es lassen sich aber keine Aussagen über die Qualität und die Zusammensetzung treffen.

Aufgrund der warmen und schönen Witterung wurden auf den Versuchsflächen hohe Feuchtklebergehalte erreicht. Es zeigten sich deutliche Standortunterschiede, im pannonischen Klima war der Feuchtklebergehalt, wie auch der Rohproteingehalt deutlich höher als im baltischen Klima (Abb. 46). Zudem konnten signifikante Sortenunterschiede beim Feuchtklebergehalt, welche mit der Einstufung der "Österreichischen Beschreibenden Sortenliste" übereinstimmen, festgestellt werden. Die Sorte Josef erreichte an beiden Standorten sehr hohe und beinahe ident konstante Werte. Auffällig war die Sorte Poliska 90, welche am Standort Leopoldsdorf i. M. den höchsten Feuchtklebergehalt erreichte. Auch bei den einzelnen N-Düngevarianten inklusive der ungedüngten N1 wurden nur geringfügig niedrigere Feuchtkleberwerte gemessen. Der signifikante Einfluss der N-Düngung wurde an beiden Standorten und bei allen Sorten festgestellt. Die signifikante Wechselwirkung zwischen Düngung und Sorte und deren Einfluss auf den Feuchtklebergehalt am Standort Kautzen zeigte deutlich, dass alle Sorten, wie erwartet, den höchsten Feuchtklebergehalte durch die Ährengabe, Düngevariante N3, erreichten.



Abbildung 51: Feuchtkleber und Rohprotein in % TS bei sechs Winterweizensorten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, 2013

7.3.4. Hektolitergewicht

Das HL-Gewicht, welches bei Getreide nach wie vor ein bedeutender Qualitätsparameter ist, dient in zahlreichen Ländern der Bestimmung des Preises. Das HL-Gewicht wird durch genetische Faktoren, wie die Beziehung der Länge zur Breite des Kornes, beeinflusst (Shuey, 1960). Glasige Körner ergeben ein höheres Gewicht als stärkereiche Körner (Shollenberger, et al., 1904). Verschiedene Umweltfaktoren wie Temperaturverlauf während der Kornfüllungsphase, Niederschläge vor der Ernte und Krankheitsdruck haben einen großen Einfluss. Nach den Ergebnissen von Kleijer et al. (2007) lässt sich anhand des HL-Gewichtes nichts über die Backqualität oder die Mehlausbeute sagen. Es gibt allerdings eine Korrelation zwischen HL-Gewicht und Proteingehalt– nicht aber zwischen HL-Gewicht und TKG.

Entsprechend des Erntebarometers 2013 der Versuchsanstalt für Getreidewirtschaft Wien ergaben die angeführten Versuche an beiden Standorten sehr hohe HL-Gewichte. Durch den optimalen Witterungsverlauf im Spätfrühling und Frühsommer kam es zu keiner Lagerung, was sich positiv auf das HL-Gewicht auswirkte. Der hochsignifikante **Sorte**neinfluss bestätigte die r Einstufung der "Österreichischen Beschreibenden Sortenliste". Die Sorte Capo erreichte an beiden **Standort**en sehr hohes HL-Gewicht. Die Sorten Josef und Midas erreichten hohe Werte am Standort Leopoldsdorf i. M. mit Werten über denen von Poliska 90, Lybid und Balaton. Im baltischen Klima hingegen zeigte Poliska 90 höhere HL-Gewichtswerte als Josef und die Werte von Lybid waren auch höher als bei der Sorte Midas. Dies lässt sich durch die gute Anpassung an das baltische Klima erklären. Bei allen Sorten, bis auf Balaton, wurde am Standort Kautzen ein

höheres HL-Gewicht als in Leopoldsdorf i. M. erreicht. Dies ist auf die geringere Bestandesdichte und die günstige Wasserversorgung nach der Blüte zurückzuführen (Wetterdaten ZAMG). Eine geringe Bestandesdichte führt nach KÖPPL et al. (2013) und OBERFORSTER (2002) zu einem hohen HL-Gewicht.

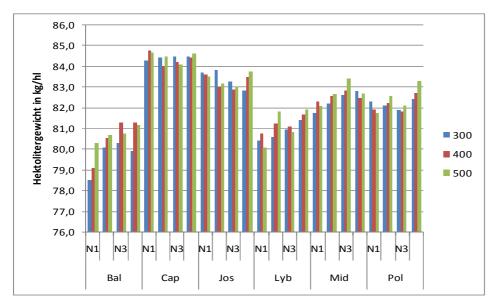


Abbildung 52: HL-Gewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M, Erntejahr 2013.

Ein signifikanter Einfluss der **Saatstärke** zeigte sich am Standort Leopoldsdorf i. M., wobei es nur sehr geringe Unterschiede gab. Überraschenderweise wurde das höchste HL-Gewicht in der Saatstärkenvariante 500 Korn/m² erreicht. Das HL-Gewicht war aber nur geringfügig (0,4 kg) höher als bei der 300-Korn/m²-Variante. Dies ist auf die relativ geringe Bestandesdichte zurückzuführen.

Ein Einfluss der N-Düngung wurde nur in Wechselwirkung mit der Sorte am Standort Leopoldsdorf i. M. festgestellt.

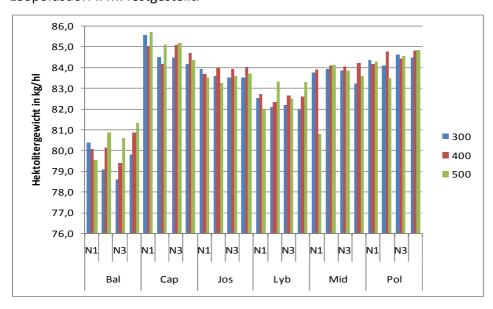


Abbildung 53: HL Gewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

Am Standort Kautzen zeigte die Wechselwirkung zwischen Düngung und Saatstärke, dass bei allen N-gedüngten Varianten das HL-Gewicht mit zunehmender Saatstärke anstieg. In der Nulldüngevariante hingegen fiel es ab. Die Wechselwirkung zwischen Sorte und Saatstärke am Standort Kautzen war ebenfalls signifikant. Bei den Sorten Balaton, Capo und Lybid stieg das HL-Gewicht mit höherer Saatstärke an. Bei den Sorten Josef, Midas und Poliska 90 war der Einfluss der Witterung und der Sorte stärker.

7.3.5. Tausendkorngewicht

Das TKG ist sortenabhängig und wird von Umwelteinflüssen wie der zur Verfügung stehenden Feuchtigkeit und der Temperatur zur Blüte beeinflusst, des Weiteren ist es standortabhängig. Es besteht keine enge Beziehung zwischen TKG und Proteingehalt, sehr wohl aber zwischen der Breite des Korns und dem TKG (BROUWER, 1977).

Die Versuchsergebnisse ergaben signifikante **Sorten**unterschiede beim TKG. Die Ergebnisse entsprachen nicht den Angaben denen der "Österreichischen Beschreibenden Sortenliste". Der als hoch eingestufte Mahlweizen Balaton, erreichte an beiden **Standort**en das geringste TKG. Die Sorte Midas, ebenfalls mit hohen KG eingestuft, unterschied sich an beiden Standorten signifikant von der Sorte Balaton. Die Sorte Josef hingegen, als hoch bis mittel eingestuft, erreichte am Standort Kautzen mit 45,9 g hinter Poliska 90 den höchsten Wert beider Standorte und auch das höchste KG der österreichischen Sorten. Zwischen den beiden Standorten gab es relativ große Unterschiede, vor allem die österreichischen Sorten unterschieden sich mit 1,1 bis 3,6 g. Die beiden ukrainischen Sorten wiesen nur einen Unterschied von 0,3 g auf. Dies deckt sich mit der Feststellung von Brouwer (1977). Er führte an, dass vor allem die Sorte und das Anbaugebiet Einfluss auf das KG haben.

Ein Einfluss der **Düngung auf das TKG** wurde nur am Standort Kautzen festgestellt. Die Saatstärke hingegen zeigte keinen Einfluss auf das Korngewicht, das sich mit den Beobachtungen von Lerner et al. (1986) und Mc Leod et al. (1996) deckt. Diese stellten in ihren Untersuchungen fest, dass das Korngewicht nicht von der **Saatstärke** beeinflusst wird und führten an, dass durch die Steigerung der Saatstärke eine Verringerung des Korngewichtes erfolgt Eine geringe Verminderung des TKG durch eine höhere Saatstärke konnte nur am Trockenstandort Leopoldsdorf i. M. festgestellt werden, welche aber nicht signifikant war. Am Standort Kautzen hingegen erhöhte sich das TKG geringfügig, aber nicht signifikant.

Bei der Wechselwirkung zwischen Sorten und Saatstärke, welche am Standort Kautzen signifikant war, zeigte sich mit zunehmender Saatstärke bei den Sorten Balaton, Capo und Josef ein Anstieg des TKG. Bei den Sorten Lybid, Midas und Poliska 90 hingegen verringerte sich das TKG (Abb. 53 und 54).

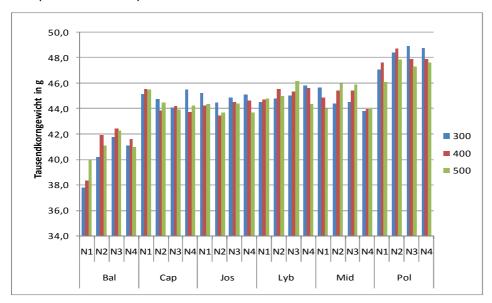


Abbildung 54: TKG in g bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013.

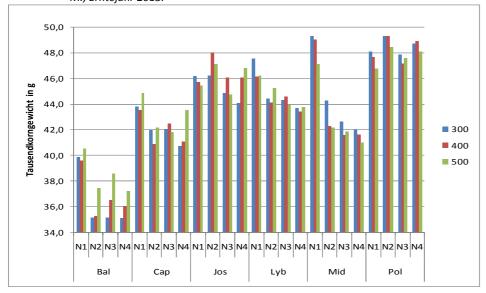


Abbildung 55: TKG in g bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.

7.3.6. Fallzahl

Die Fallzahl ist ein Maß für die stärkelösenden Enzyme (Amylasen) und die Stärkebeschaffenheit. Sie lässt Schlüsse auf die Backqualität, insbesondere die Teigdehnbarkeit und -stabilität und damit das Backvolumen zu.

Durch Wasseraufnahme und Quellung des Korns wird Gibberellinsäure in die Aleuronschicht transportiert. Diese aktiviert die Alpha-Amylase, die den Keimungsprozess einleitet und Stärke wird zu Zucker gespalten. Schon bei geringer Alpha-Amylasetätigkeit sinkt die Fallzahl deutlich. Bei weiterem Fortschreiten der Keimung in der Ähre kommt es zum Auswuchs. Dieser kann schon vorliegen, wenn er äußerlich am Korn noch nicht sichtbar ist. Die Quellung wird auch von der Stärkebeschaffenheit und somit von der Auswuchsstabilität beeinflusst. Weitere wichtige Einflussfaktoren sind die Umwelt und die Witterung. Für die Ausbildung von stabilen Stärkeverbindungen ist eine langsame, trockene Abreife mit hohen Temperaturen, wie sie bei der Kornfüllungs- und Reifephase 2013 gegeben waren, optimal (Wellie-Stephan, 2011). Niedrige Temperaturen, Regen und eine verzögerte Ernte sowie ein Temperaturschock wirken sich ungünstig aus und führen zu Auswuchs. Bei mehr als zwei bis drei Prozent sichtbarem Auswuchs der Körner ist die Fallzahl stets unbefriedigend. Fällt sie deutlich unter 220 Sekunden vermindert sich die Verkleisterungsfähigkeit des Mehls, sinkt die Teigausbeute und die Krummenelastizität der Gebäcke wird geschwächt. Enzymarme Mehle mit Fallzahlen über 350 Sek. hingegen können erhebliche Mängel der Backqualität aufweisen. Beispielweise zu trocken backende Teige, zu geringe Rösche oder aufgrund der niedrigen Gehalte an vergärbaren Zuckern eine gewisse Triebschwäche, welche durch Mehlbehandlungsmittel ausgeglichen werden kann (AGES, 2014). Mittlere Fallzahlen bei Weizen ergeben die besten Gebäckqualitäten.

Auswuchs und zu entsprechend hohen Fallzahlen an beiden **Standort**en (Abb. 35). Zwischen den einzelnen Sorten zeigten sich bei den beiden Standorten kaum Unterschiede. Die **Sorten** verhielten sich entsprechend der "Österreichischen Beschreibenden Sortenliste" ausgenommen die Sorte Josef, die laut Liste mit einer mittleren Fallzahl ausgewiesen ist. Die Sorte Balaton erreichte dagegen etwas höhere Werte als eingestuft. Die Sorten Lybid und Poliska 90 ließen sich zwischen Capo und Josef mit mittlerer Fallzahl einstufen. Über Auswuchsstabililität konnten aufgrund des optimalen Witterungsverlaufes während der Reifephase und der Ernte keine Aussagen getroffen werden.

Die **Düngung** zeigte keinen eindeutigen Einfluss war nicht eindeutig, da alle gedüngten Varianten annähernd gleichhohe bis geringfügig höhere Fallzahlen als die ungedüngte N1-Variante aufwiesen (Abb. 36). Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu den Untersuchungen von Weilenmann (1976) welcher in seinen Untersuchungen, der feststellte, dass eine Stickstoff-Spätdüngung eine Fallzahldepression bewirkt.

8. CONCLUSIO

Weltweit steigt bei hochqualitativem Weizen der jährliche Bedarf, da er zunehmend in Grundversorgung der Bevölkerung bevorzugt wird. Je nach Verwendungsmöglichkeit gibt es bei Winterweizen viele Sorten, die den unterschiedlichen Standorten angepasst sind. Ertrag und Qualität können sortentypisch auf den Standort angepasst werden.

In der Ukraine sind zum Beispiel eine hohe Saatstärke und ein früher Anbau bei den praxisüblichen Sorten vorteilhaft.

Im Vegetationsjahr 2012 – 2013 wurde an zwei bezüglich Boden und Klima unterschiedlichen Standorten (Leopoldsdorf i. M. und Kautzen im Waldviertel) vier österreichische und zwei ukrainische Sorten mit drei Saatstärken (300, 400 und 500 Korn/m²) und bei unterschiedlichem Stickstoffmanagement (N1 = Nulldüngevariante, N2 = 00 60 60 00, N3-Ährengabevariante = 00 60 60 und N4-Herbstdüngevariante= 30 60 60 00 kg N/ha) vergleichend beurteilt.

Erwartungsgemäß wurden am Standort Leopoldsdorf i. M. bei beinahe allen Kriterien (Büschelgewicht, Anzahl ährentragender Halme, Kornertrag, Rohprotein, Rohproteinertrag, Tausendkorngewicht, Feuchtkleber) die günstigeren Werte erreicht.

Eine Ausnahme ergab der **Kornertrag**. Die Ergebnisse im **Sorten**vergleich österreichischer und ukrainischer Sorten zeigten, dass die ukrainischen Sorten, im Gegensatz zu den österreichischen Sorten, besser an das baltische Klima angepasst sind. Am Standort Kautzen konnten sie ihr Potential höher ausschöpfen als am Standort Leopoldsdorf i. M.

Im Rohproteingehalt zeigte sich, dass sich ein standortangepasstes und verwertungsorientiertes N-Düngungsmanagement positiv auswirkt. Am Standort Leopoldsdorf i. M. erreichten alle Sorten bis auf die Sorte Balaton, in der N3-Düngevariante die Premiumqualität. Die Sorte Capo erreichte dies bereits in der N2-Düngevariante. Die ukrainische Sorte Poliska 90 konnte am Standort Leopoldsdorf i. M. ihr Potential voll ausschöpfen und erreichte mit durchschnittlich 17 % über alle vier Düngevarianten hin die höchsten Rohproteinwerte. Am Standort Kautzen erreichten die Sorten Poliska 90, Capo und Josef (auch in der N2) die für Qualitätsweizen geforderten 15 % RP. Die Sorte Midas reagierte am stärksten auf die N-Ährendüngegabe. Durch die zusätzlichen 60 kg N/ha erhöhte sich der RP-Wert an beiden Standorten um 1,2 % im Vergleich zur N2-Düngevariante.

Am Standort Kautzen im baltischen Klimaraum wurden unabhängig von Zeitpunkt und Menge der **N-Düngung** annähernd gleich hohe **Rohproteinerträge** erreicht. Am Standort Leopoldsdorf i.

M. hingegen lieferte das qualitätsorientierte N-Düngungsmanagement N3 den deutlich höchsten Rohproteinertrag.

Im vorliegenden einjährigen Feldversuch zeigte sich, dass das gewählte N-Düngemanagement mit Teilgaben im Herbst (N4) in den Weizenanbaugebieten zu keinen höheren Erträgen und Rohproteingehalten im Korn führte. Die ausgewählten Sorten reagierten aber mit verschieden hohen Rohproteinerträgen auf den beiden Standorten. Die Sorten Capo und Midas erreichten an beiden Standorten hohe Rohproteinerträge und zeichneten sich durch eine besonders hohe N-Effizienz am Standort Leopoldsdorf i. M. aus.

Zwischen den **Saatstärken** 500 Korn/m² und 400 Korn/m² ergab sich an beiden Standorten keine Signifikanz hinsichtlich Kornertrag, Proteingehalt und Rohproteinertrag. Mit steigender Saatstärke verminderten sich die Anzahl der Bestockungstrebe, die Anzahl der Ährchen/Ähre und die Kornzahl/Ähre bei den ausgewählten Sorten. Erwartungsgemäß bestätigte sich, dass Weizenbestände mit optimaler Bestandesdichte in der Lage sind, höhere Einzelährenerträge zu bilden.

Der Harvestindex war erwartungsgemäß am Standort Leopoldsdorf i. M höher als am Standort Kautzen. Besonders bei den langstrohigen Sorten Capo und Lybid hob sich der hohe Strohanteil im niedrigeren Harvestindex hervor. Der geringste Strohanteil wurde bei allen Sorten bei einer Saatstärke von 400 Körner/m² erreicht. Eine Bestandesführung mit Halmverkürzer würde sich positiv auf das Korn-Stroh-Verhältnis auswirken und eine Verbesserung hinsichtlich effektiverer Umlagerung des aufgenommenen N von den vegetativen Pflanzenteilen in die Körner bewirken.

9. **ZUSAMMENFASSUNG**

Der Bedarf an qualitativ hochwertigem Getreide, im Besonderen an Weizen, steigt weltweit stetig an. Unter Berücksichtigung des Klimawandels und einer ständig steigenden Weltbevölkerungszahl ist es erforderlich, eine umweltschonende, effiziente und kostengünstige Produktion von hochwertigen Nahrungsmitteln sicher zu stellen. Wie die angeführten Ergebnisse zeigen, können standortangepasste Sorten und bedarfsorientierte Bestandesführung das Ertragspotential bei hoher Kornqualität ausschöpfen.

Ziel der Masterarbeit war die Beurteilung des Standorteinflusses auf die Ertragsleistung und das Qualitätsverhalten bei sechs unterschiedlichen Winterweizensorten (*Triticum aestivum* L.), drei Saatstärken und unterschiedlichen Stickstoffmanagement von 0 bis 180 kg N/ha.

Der einjährige Feldversuch wurde im Vegetationsjahr 2012 – 2013 durchgeführt. Die ausgewählten Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen sind repräsentativ für das pannonische (Trockenlage) bzw. das baltische Klima in Österreich. Die Feldversuche wurden je Standort in Doppellangparzellen als dreifaktorielle Streifen-Spalt-Anlage mit drei Wiederholungen angelegt. Es erfolgte eine betriebsübliche Bestandesführung, die Aussaat und die standortübliche Kulturführung erfolgte nach der "guten fachlichen Praxis".

Sechs Weizensorten aus zwei unterschiedlichen Qualitätsgruppen wurden für die Bewertung ausgewählt. Die Sorte Midas, eine Hochertragssorte mit hoher Backqualität (Backqualität 7), die "alte Qualitätsweizensorte Capo", ebenfalls mit Backqualität 7 wie auch die frühreife Qualitätsweizensorte Josef, die Mahlweizensorte Balaton (Backqualität 3) und die beiden ukrainischen Sorten Lybid und Poliska 90 wurden vergleichend beurteilt. Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm "SAS", Version 9.4.

Aufgrund des günstigen Witterungsverlauf und des relativ milden Winters an beiden Standorten waren bezüglich der **Kältefestigkeit** und der **Auswuchstoleranz** keine Beurteilungen möglich.

Feldaufgang und Wachstumsverlauf der Bestände waren an beiden Standorten gleichmäßig und sortentypisch verschieden; auch in der Entwicklung vom Blühbeginn bis zur Vollreife wurden erwartungsgemäß sortentypische Unterschiede festgestellt. Wie zu erwarten, wurden am Standort Leopoldsdorf i. M. günstigere Werte bei den erhobenen Parameter (Anzahl ährentragender Halme, Kornertrag, Rohprotein, Rohproteinertrag, TKG, Feuchtkleber) erreicht. Im Ertrag zeigte sich zwischen den Standorten und Sorten ein signifikanter Unterschied. Im

Trockengebiet waren die Kornerträge der österreichischen Sorten höher als im baltischen Produktionsgebiet. Die ukrainischen Sorten Lybid und Poliska90 hingegen erreichten am Standort Kautzen höhere Kornerträge. Die Sorte Midas erreichte erwartungsgemäß am Standort Leopoldsdorf i. M. die höchsten Kornerträge. Am Standorte Kautzen war die Sorte Lybid besser angepasst und erreichte geringfügig höhere Kornerträge.

Bezüglich des **Stickstoffdüngungsmanagements** wurde festgestellt, dass am Standort Kautzen die höchsten Kornerträge bereits bei der zweigeteilten N-Gabenvariante mit 60 und 60 kg N/ha erreicht wurden. Der RP-Wert mit 14,1 % lag um 0,6 % niedriger als in der N3-Düngevariante mit 180 kg N-Düngung/ha. Im Trockengebiet wurden in der N3-Düngevariante die höchsten Kornerträge (7.736 kg/ha) mit den höchsten RP-Werten (15,5 %) erreicht. Das auf hohen Proteingehalt ausgerichtete N-Management mit Ährengabe (N3) führte am Standort Leopoldsdorf i. M. bei den Sorten Midas, Lybid und Josef zum Erreichen des für Premiumweizen nötigen Rohproteingehaltes von 15 %. Die Sorte Midas reagierte am stärksten auf die N-Ährengabe. Die Sorte Capo erreichte diesen Wert bereits in der N2-Düngevariante und die Sorte Poliska 90, welche ihr Potential voll ausschöpfen konnte, erreichte am Standort Leopoldsdorf i. M. einen durchschnittlichen RP-Wert von 17 %. Am Standort Kautzen lag der Standortdurchschnitt bei 13,7 %. Die Sorten Capo, Josef und Poliska 90 erreichten durch die N-Ährengabe 15 % RP im Korn. Die beständige Sorte Josef erreichte bereits in der N2-Düngevariante einen höheren RP-Gehalt (15,3 %).

Im **Kornrohproteinertrag** zeigten sich am Standort Kautzen keine Unterschiede bei den unterschiedlichen N-Düngevarianten und geringe Unterschiede zwischen den Sorten. Im pannonischem Klima hingegen ergab die N3-Düngevariante den deutlich höchsten RP-Ertrag, die Sorten Capo und Midas hoben sich hervor.

Eine standort- und verwertungsorientierte N-Düngung führte auf beiden Standorten zu höheren Kornerträgen und höheren RP-Werten. Zudem konnte ein signifikanter Sorteneinfluss festgestellt werden.

In den einjährigen Ergebnissen des Feldversuches zeigte sich, dass im Erntejahr 2013 eine Saatstärke von 400 Körnern/m² höhere Kornerträge und günstigere Qualitätsmerkmale bewirkte.

Die Ergebnisse der Masterarbeit beziehen sich auf einen einjährigen Untersuchungszeitraum. Der Versuch wurde sowohl an den österreichischen Standorten und an einem Standort in der Ukraine bei einheitlichem Versuchsaufbau (72 Varianten und dreifache Wiederholung) im Jahr davor und im darauffolgenden Jahr durchgeführt. Die Ergebnisse des dreijährigen Versuches werden in einer Dissertation abgehandelt.

10. LITERATURVERZEICHNIS

AGES. 2009. Anwendungshinweise zum Einsatz von Harnstoff als Stickstoffdünger. [Hrsg.] Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH. Wien: s.n., 03 2009.

AGES. 2014. Österreichischen Beschreibenden Sortenliste. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH. [Online] 28. 07 2014. [Zitat vom: 04. 08 2014.] http://www.baes.gv.at/pflanzensorten/oesterreichische-beschreibende-

sortenliste/getreide/winterweizen-winterweichweizen/sortenbeschreibung-winterweizen/.

ALEXANDRATOS, N. und Bruinsma, J. 2012. Word Agriculture Towards 2030/2050-The 2012 Revision. *FAO.* [Online] 2012. [Zitat vom: 31. 08 2014.] www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf.

AMA. 2014. Agrar Markt Austria. *Kennzahlen Getreide - Österreich.* [Online] 06 2014. [Zitat vom: 12. 04 2015.] http://www.ama.at/Portal.Node/public?gentics.am=PCP&p.contentid=10007.27196.

AUFHAMMER, W., KÜBLER, E. und KAUS, H.-P. 1996. Untersuchungen zur Anpassung des Stickstoffangebotes aus unterschiedlichen N-Quellen an den Verlauf der N-Aufnahme von Maisbeständen. *Pflanzenernährung Bodenkunde 159*, S. 471-478.

AUFHAMMER, W. 1998. *Getreide- und andere Körnerfruchtarten.* Stuttgart : Verlag Eugen Ulmer,. S. 170, 195-199.

AUFHAMMER, W. 1999. *Mischanbau von Getreide- und anderen Körnerfruchtarten.* Stuttgart : Verlag Eugen Ulmer, 1999. S. 310.

BAEUMER, K. 1992. Allgemeiner Pflanzenbau 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 1992.

Boese, L. 2009. Wann und mit welcher Saatstärke Wintergetreide säen?-Getreidearten im Vergleich. *Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau.* [Online] 2009. [Zitat vom: 26. 08 2014.] http://www.llfg.sachsen-anhalt.de/ackerbau-und-

pflanzenbau/produktionstechnik/veranstaltungen/qualitaetsgetreidetage/qu-getreidetag-2009/.

BORGMANN, F. 1986. *Pflanzenproduktion Band 2.* Ertragsbildung; Jobst Oehmichen. Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey.

BOTTERBRODT, S. 2013. Extensogramm: Alveogramm Methodenvergleich. *Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V.* [Online] 13 u 14. 03 2013. [Zitat vom: 05. 05 2015.] http://www.agfdt.de/loads/gc06/botteabb.

BRACHT, P. 1998. Veränderung der Menge an Kohlehydraten und Stickstoff im Weizen (Triticum aestivum L.) in Abhängigkeit von der Art der N-Versorgung. Bonn: Diss, Shaker Verlag.

Brenchley, R.; Spannagl, M.; Pfeifer, M.; Barker, G. L. A.; D'Amore, R.; Allen, A.M.; McKenzie, N.; Kramer, M. und Kerhornou, A. 2012. Analysis of the bread wheat genome using whole-genome shotgun sequencing. *Nature*. 29. 11 2012, 491, S. 705-710.

BROUWER, W. 1977. Handbuch des speziellen Pflanzenbaues. Berlin: Verlag Paul Parey,. Bd. 1.

Brümmer, J.-M. und Seibel, W. 1992. Extensiver Weizenanbau und seine Auswirkungen auf Verarbeitungseigenschaften und Gebäckqualität. *Getreide, Mehl und Brot.* 46, S. 187-191.

BRUNNER, R. 1998. Untersuchung zu den Ursachen kleinräumiger Ertragsschwankungen auf einem Standort des Tertiärhügellandes (Scheyern) . Aachen: Shake Verlag,.

CAMBELL, C.A.; SELLES, F.; ZETNER, R.P.; MCLOED, J.G.; und DYCK, F.B. 1991. Effect of seeding date, rate depth on winter wheat growth on conventional fallow in S.W. Saskatchewan. *Canadien Journal of Plant Science 71.*, S. 51-61.

COOPER, J.L. und BLAKENEY, A.B. 1990. The effect of two forms of nitrogen fertilizer applied near anthesis on the grain quality of irrigated wheat. *Australian Journal of Experimental Agriculture 30.* 01, S. 615-619.

CRAMER, H.H. 1967. Plant Protection and World Crop Production. Leverkusen: Bayer Pflanzenschutz,.

DARWINKEL, A. 1978. Patterns of tillering and grain production of winter wheat at a wide range of plant densities. *Netherland Journal of Agricultural Science 26.*, S. 383-398.

DARWINKEL, A. 1983. Ear formation and grain yield of winter wheat as affected by time. *Netherlands Journal of Agricultural Science 31.*, S. 211-225.

DENNERT, J. 2007. N-Spätdüngung in Winterweizen,um das Ertragspotential auszuschöpfen und die geforderte Qualität zu erreichen; Optimierung von Termin und Menge. [Online] 22. 03 2007. [Zitat vom: 25. 07 2014.] roggenstein.wzw.tum.de/fileadmin/Dokumente/ND_sp_07.pdf.

DENNERT, J. 2014. Der fortschrittliche Landwirt. *Effiziente N-Düngung beim Winterweizen.* [Online] [Zitat vom: 02. 09 2014.] http://www.landwirt.com/Effiziente-N-Duengung-beim-Winterweizen,,4750,,Bericht.html.

DENNERT, J. und Fischbeck, G. 1999. Anbaumanagement von Winterweizen. *Getreidemagazin.* 3, S. 146-157.

DIEKMANN, F. 2002. Untersuchungen zu Sortenunterschieden in derAufnahme und Verwertung von Stickstoff bei Winterweizen (Triticum aestivum L., cv. Batis und cv. Toronto). Freising-Weihenstephan: Dissertation, Technische Universität München.

DIEPENBROCK, W., ELLMER, F. UND LÉON, J. 2012. *Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung.* Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer,. 3. Auflage.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K.-U. und KNAUER, N. 1999. Spezieller Pflanzenbau, 3. Auflage. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co.

DIEPHOLDER, M. 1994. Untersuchungen zur Ableitung von Richtlinien für die Optimierung der N-Düngung zu Winterweizen: Dissertation TU München.

DSV. 2014. DSV. *Deutsche Saatveredelung AG.* [Online] 08 2014. [Zitat vom: 10. 08 2014.] http://www.dsv-saaten.de/getreide/winterweizen/bestandsdichten.html.

EBOD. 2014. Digitale Bodenkarten von Österreich des Lebensministeriums. [Online] 2014. [Zitat vom: 06. 08 2014.] http://gis.lebensministerium.at/eBOD/frames/index.php?&gui_id=eBOD.

ELLEN, J. 1990. Effect of nitrogen and plant density on groth, yield and chemical composition of two winter wheat (Triticum aestivum L.)cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science 164.*, S. 174-183.

EREKUL, O.; ELLMER, F.; KÖHN, W.; und ÖNCAN, F. 2005. Einfluss differenzierter Stickstoffdüngung auf Kornertrag und Backqualität von Winterweizen: (Effect of different nitrogen fertilization on yield and bread-making quality of winter wheat). *Archives of Agronomy and Soil Science.*, Bd. 51, Heft 5, S. 523-540.

FAO, STATISTIK. 2014. [Online] 2014. [Zitat vom: 12. 5 2014.] http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E.

FISCHBECK, G., DENNERT, J. UND MÜLLER, R. 1992. Ermittlung der N-Aufnahme von Weizen in Feldversuchen bei unterschiedlicher Höhe und Verteilung der mineralischen N-Düngung. *Bayrisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 69 (1).*, S. 89-109.

FISCHBECK, G., HEYLAND, K.-U. UND KNAUER, N. 1982. Spezieller Pflanzenbau. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer,. 2., neubearb. und erg. Aufl.

FISCHL, M.; TRAUDTNER, F.; SURBÖCK, A.; KRANZLER, A. 2013. Qualitätsweizenerzeugung im Biolandbau, Mehrjährige Ergebnisse zu Kulturführungsmaßnahmen und Sortenwahl aus Bionet-Praxisversuchen. Wien: Ländliches Fortbildungsinstitut Österreich.

FLAMM, C.; SCHERIA, S.; ZECHNER, E.; HARTL, L.; LIVAJA, M. 2013. Genotypische Unterschiede in der Verlagerung. *Tagungsband 64. Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs.* Raumberg-Gumpenstein, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft, S. 47-51.

FRANKE, W. 1992. Nutzpflanzenkunde. Stuttgart: Thieme-Verlag,.

GEBHART, F. 2009. Wie sich die Saatstärke auf Qualität und Ertrag beim Weizen auswirkt. Österreichische Bauernzeitung. 18. 09 2009.

GEISLER, G. 1988. *Pflanzenbau: Ein Lehrbuch - Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion.* Berlin und Hamburg: Paul Parey Verlag,. Bd. 2. Auflage .

GEISLER, G. 1988. Ein Lehrbuch- biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion, 2. Auflage. Berlin und Hamburg: Paul Parey Verlag,.

GOODING, M.J. UND DAVIES, W.P. 1997. Wheat production and utilization. s.l.: CAB International,. S. 15-22.

HEYLAND, K.-U. und TRIEBEL, U. 1982. Gezielte Stickstoffdüngung zur gesteuerten Ertragsbildung von Winterweizen unter Berücksichtigung verschiedener anbautechnischer Maßnahmen. *Bayer. Landw. Jb. 59*, S. 133-148.

INCONA. 2006. Muss die geteilte N-Gabe zu Getreide überdacht werden. *Incona news Nr. 10, Iniative effiziente Stickstoffdüngung.* 1. 2 2006, S. 1-2.

JEDEL, P.E. UND SALOMON, D.F. 1994. Date and rate of seeding winter cerials in central Alberta. *Canadien Journal of Plant Science 74.*, S. 447-453.

JENNER, C.F., UGALDE, T.D. UND ASPINALL, D. 1991. The physiologie of stach and protein deposition in the endosperm of wheat. *Australian Journal of Plant Physiologie 18.*, S. 211-226.

KASTENHUBER, F. 2013. Runter mit der Saatstärke Wieviel ist möglich? *Der fortschrittliche Landwirt.* 1. 10 2013, 19, S. 31.

KLEIBER, E. 2000. Untersuchungen über die Reaktion von Winterweizensorten auf extensive und intensive Anbaubedingungen. AAchen: Shaker Verlag.

KLEIJER, G.; LEVY, L.; SCHWAERZEL, R.; FOSSATI, D.; BRABANT, C., 2007. Hektoliter und Qualitätsparameter bei Weizen. [Hrsg.] FiBL und Agroscope. *Agrarforschung Schweiz.* 14 (11+12) 2007, S. 548-553.

KÖPPL, P. UND SCHALLY, H. 2013. www.bauernzeitung.at. *Worauf es bei der Übernahme von Getreide und Körnerleguminosen ankommt*. [Online] 12. 07 2013. [Zitat vom: 2015.] http://www.bauernzeitung.at/?+Worauf+es+bei+der+UEbernahme+von+Getreide+und+Koernerleguminosen+ankommt+&id=2500%2C1027852%2C%2C%2Cc1F1PSUyMCZjdD00JmJhY2s9MQ%3D%3D.

LEE, G., STEVENS, D.J.; STOKES, S.; WRATTENS, S.D. 1981. Duration of cereal aphid population on the effects on wheat yield and breadmaking quality. *Annals of Applied Biology 98*, S. 169-178.

LERNER, S.E. UND MAC MANEY, M. 1986. Densidad de siemba y fertilización nitrogenada en trigo. III Cultivares Leones INTA, Norkipan 70y Victoria INTA. *Actas I Congreso National de Trigo (Pergamino, Argentina) 3*, S. 47-65.

LINNEMANN, L. 2001. Kleberprotein-Zusammensetzung und Umwelteinfluss als Bedingung der Weizenqualität. Diss. Universität Giessen. Berlin: Dr. Köster.

MARCUSSEN, T.; SANDVE, S. R.; HEIER, L.; SPANNAGL, M.; PFEIFER, M.; SEQUENCING, THE INTERNATIONAL WHEAT GENOME; JAKOBSEN, K. S.; WULFF, B. B.H.; STEUERNAGEL, B.; MAYER, K. F. X. and OLSEN, O-A.. 2014. Ancient hybridizations among the ancestral genomes of bread wheat. Science. Vol. 345, Nr 6194, S. 286ff.

Матѕиока, Yosнiнiro. 2011. Evolution of Polyploid Triticum Wheats under Cultivation: The Role of Domestication, Natural Hybridization and Allopolyploid Speciation in their Diversification. *Plant Cell Physiol*, Bd. 52, 5, S. 750-764.

Mc LEOD, J.G., CAMPBELL, C. A., GAN, Y., DYCK, F. B. UND VERA C. L.. 1996. Seeding depth, rate and row spaceing for winter wheat grown on stuble and chemical fallow in semiarid prairies. *Canadien Journal of Plant Science 72*, S. 207-214.

MENGEL, K. 1991. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Stuttgart: Fischer Verlag, 1991.

MÜLLER, W. 1993. Agroklimatische Kennzeichnung des Marchfelds, Beihelft 3 zu den Jahrbüchern der Zentralanstalt für Meeorologie und Geodynamik. Wien.

NAGL, H. 1983. Klima- und Wasserbilanztypen Österreichs. Versuch einer regionalen Gliederung mit besonderer Berücksichtigung des außeralpinen Raumes. Geografischer Jahresbericht aus Österreich, Institut f. Geographie der Universität Wien. Wien.

OBERFORSTER, M. 2002. Wandel des Qualitätsbegriffes bei Brotgetreide in der Produktions- und Handelskette- für die Produktion. *Inform.* 02 2002, S. 9-12.

OBERFORSTER, M. 2007. Variabilität und Bedeutung ertragsstruktureller Merkmale in einem Sortiment von Winterweizen. [Hrsg.] Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-Veterinär-und Agrarwesen. *ALVA Jahrestagung Gute Herstellngspraxis für pflanzliche Produkte.* 2007.

OBERFORSTER, M. 2013. Winterweizen, Winterdurum und Dinkel - das Potential der Sorten nutzen. *Österreichische BauernZeitung.* 13. 09 2013.

OBERFORSTER, M. 2014. Weizenanbau im Pannonikum – Qualitätsweizen oder Massenträger (Ethanolweizen)? [Hrsg.] Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion AGES. Stockerau, 12. 2 2014.

OBERFORSTER, M. UND DERSCH, G. 2007. Ethanolweizen richtig führen. *Der Pflanzenarzt 3,.* 2007, S. 20-21.

OBERFORSTER, M., FLAMM, C. UND PRIELER, W. 2013. Bei Winterweizen die geeignete Sorte wählen. *Der fortschrittliche Landwirt Nr 18.* 16. 09 2013, Graz: Landwirt Agrarmedien.

OEHMICHEN, J. 1986. Pflanzenproduktion. Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey, 1986. S. 23f. Bd. 2.

OERKE, E.C., DEHNE, HW., SCHÖNBECK, F. UND WEBER A. 1994. *Crop Production and Crop Protection - Estimated Losses in Major Food and Cash Crops.* Amsterdam, Elsevier.

PALTER, J.A. UND FILLERY, I.R. 1995. N-application enhances remobilization and reduce losses of preanthesis N in wheat on a duplex soil. *Australian Journal of Agricultural Research, 46 (3)*, S. 519-531.

PALTER, J.A. UND FILLERY, I.R. 1993. Nitrogen accumulation and remobilisation in wheat of 15 N-urea applied to a duplex soil at seeding. *Australian Journal of Experimental Agricultural 33.*, S. 233-238.

PEHAMBERGER, A. 2013. Skriptum zu Lehrveranstaltung Boden in der Landschaft-Die Böhmische Masse. Wien.,. S. 27ff.

PERTEN. 2015 [Online] Perten Instruments GmbH.[Zitat vom: 05. 05 2015.] http://www.perten.com/de/Produkte/Glutomatic/Uber-gluten-/.

PFLANZENFORSCHUNG. [Online] [Zitat vom: 25. 06 2014.] http://www.pflanzenforschung.de/de/themen/pflanzen-im-fokus/weizen.

PROBSTDORFER, SAATZUCHT. 2014. Probstdorfer. Probstdorfer Saatzucht GesmbH & CoKG. [Online] 08 2014. [Zitat vom: 06. 08 2014.] http://http://www.probstdorfer.at/index.php?url=herbstanbau/winterweizen.htm

PROPLANTA. 2014. Proplanta. *Das Informationszentrum für die Landwirtschaft.* [Online] 08 2014. [Zitat vom: 17. 08 2014.] http://www.proplanta.de/Weizen/Getreidehaehnchen-Schaedlinge-Weizen_Pflanze1154416388.html.

ROPERIA, S.S. 1998. Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung bei Triticale und Weizen in Abhängigkeit von der Art der Versorgung mit Stickstoff und der Anwendung von Phytohormonen. Bonn: Diss. Rheinische Friedriche-Willhelms-Universität Bonn, Cuvilier Verlag, Göttingen.

SATORRE, E.H. 1999. Plant Density and Distribution as Modifiers of Growth and Yield. [Buchverf.] E. H. Satorre und G.A Slafer. *Wheat Ecology and Physiologie of yield determination.* New York London Oxford: Food Products Press, S. 141-159.

SCHEER, M. 1983. Die Saat als Mittel zur Optimierung inner- und zwischenpflanzlicher Konkurrenzverhältnisse bei Winterweizen und Möglichkeiten der Regulation durch Pflanzenschutz und N- Düngung. Bonn: Diss. agr. Inst. f. Pflanzenbau.

Schilling, G. 2000. Pflanzenernährung und Düngung. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. S. 278.

SCHIMMEL, A. 2003. Auswirkungen unterschiedlicher Sorten und Saatstärken auf Ertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen bei weitem Reihenabstand. Giessen.

SCHNUG, E., HANEKLAUS, S. UND BLOEM, E. 2006. Saaten Union. [Online] 15. 05 2006. [Zitat vom: 25. 08 2014.] http://www.saaten-union.de/index.cfm/nav/246/article/2553.html.

SCHUBERT, S. 2011. Pflanzenernährung, 2. Auflage. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer KG.

SCHUBIGE, F.X. 2014. Pflanzenkrankheiten. [Online] 2014. [Zitat vom: 26. 8 2014.] http://www.pflanzenkrankheiten.ch/index.php/de/schaedlinge/ackerbau/getreidehaehnchenackerbau.

SCOTT, W.R., DOUTHERTY, C.T. UND LANGER, H.M. 1977. Development and yield components of high yield wheat crops. *New Zealand Journal of Agricultural Reseach 20.*, S. 205-212.

Seiffert, M. 1988. *Drusch- und Hackfruchtproduktion.* Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag, 3. Unveränderte Auflage.

SHOLLENBERGER, J.H. UND COLEMAN, D.A. 1904. Realtion of kernel texture to physical characteristics, milling and baking qualities and chemicalcomposition of wheat. *Minnesota Agricultural Experiment Station bulletin 85.*, S. 179-188.

SHUEY, W.C. 1960. A wheat sizing technique for predicting flur milling yield. *Cereal Sci. Today 5.*, S. 71-72.

SOMMER, K. 1996. Grundlage der N-Versorgung von Getreide nach dem "CULTAN"-Verfahren. Bonn: Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Pflanzenernährung , 4-6.. 09. 1996.

STATISTIKAUSTRIA. 2014. Versorgungsbilanz für Getreied, http://statcube.at/superwebguest/login.do?guest=guest&db=devbpflgetr

STATISTIKAUSTRIA. 2015. Statistik Austria. [Online] 2015. [Zitat vom: 05. 5 2015.] http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertrae ge/feldfruechte/index.html.

STEINKELLNER, S. 2014. Vorlesungsskript Ackerbauliche Nutzpflanzenkunde. *Pflanzenschutz im Getreidebau*. BOKU Wien, http://plantbreeding.boku.ac.at/951110/. S. 24.

TRIEBEL, U. 1982. Zur Frage der Quantifizierung der Einflusses verschiedeneranbautechnischer Maßnahmen auf die Ertragsstrukturkomponenten von Winterweizen unter besonderer Berücksichtigung der Stickstoffdüngung. Bonn: Diss. agr. Inst. f.Pfl.Bau,.

UNITED NATIONS. 2015. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat. [Online] Juni 2015. [Zitat vom: 2. 6 2015.] http://esa.un.org/wpp/unpp/p2k0data.asp

VOLLMER, F-J. 1986. Halm- und Körnerfrüchte. Jobst Oehmichen. *Pflanzenproduktion Band 2.* Berlin und Hamburg: Paul Parey, , S. 239-279.

WAGENTRISTL, H. 2014. Vorlesungsskript Ackerbauliche Nutzpflanzenkunde. *Pflanzenbau-Weizenproduktion und Fruchtfolge*. BOKU Wien, http://plantbreeding.boku.ac.at/951110/. S. 57.

WAGNER, K. 1990. *Neuabgrenzung landwirtschaftlicher Produktionsgebiete in ÖsterreichTeil 1.* Wien: Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Schriftreihe 61. S. 131ff, 180ff.

WEILENMANN, F. 1976. Betrag zur Prüfmethodik in der Züchtung auf Auswuchsfestiigkeit bei Weizen (Triticum aestivum L.). Zürich: ETH Zürich.

Wellie-Stephan, O. 2009. Qualitätsweizenzüchtung-Wohin geht die Reise. *Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau.* [Online] 2009. [Zitat vom: 27. 08 2014.] www.llfg.sachsenanhalt.de/fileadmin/.../qgt09_welli_stephan.pdf.

Wellie-Stephan, O. 2011. Die Fallzahl - ein komplexes Merkmal. Innovation. 03 2011, S. 14-15.

WIDMER, D. 2014. Strickhof. *Kompetenzzentrum für Bildung und Dienstleistungen in der Land- und Ernährungswirtschaft.* [Online] 5. 02 2014. [Zitat vom: 31. 08 2014.] http://www.strickhof.ch/index.php?id=226117.

WINKOVITSCH, C. 2012. Österreichische Bauernzeitung. [Online] 09. 02 2012. [Zitat vom: 30. 08 2014.] http://www.bauernzeitung.at/?+Wann+das+Getreide+Stickstoff+braucht+&id=2500%2C126687%2C %2C%2Cc1F1PSUyMCZjdD0xOCZtb2RIPXByZXYmcGFnaW5nPXIIc18xMF8zMCZyZWI0ZXI9MTUwJmJhY 2s9MQ%3D%3D.

ZAMG. 2014. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien. ZAMG-Jahrbuch. [ONLINE] 2014. [Zitat vom: 3. 08 2014.] https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch ZÜRCHER, J. 2014. IP-SUISSE. Stickstoffdüngungsempfehlung für Brotweizen im Detail. [Online] 03 2014. [Zitat vom: 2. 09 2014.] https:

http://www.ipsuisse.ch/CMS/ModanFileHandler.axd?DateiGUID=aeea5c5f-0403-4d7e-84aa-cf48e28e8558

11. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Entstehung von Weizen; Marcussen, 2014
Abbildung 2: Niederschlagsmenge in mm und Temperatur in °C, Standort Groß Enzersdorf, Vegetationsjahr 2012/13 28
Abbildung 3: Niederschlagsmenge in mm und Temperatur in °C, Standort Litschau, Vegetationsjahr 2012/1329
Abbildung 4: Skizze Versuchsanlage
Abbildung 5: Skizze Versuchsanlage
Abbildung 6: Ø Anzahl ährentragender Halme/m² bei sechs Winterweizensorten, Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen
Erntejahr 2013
Abbildung 7: Ø Anzahl ährentragende Halme/m² bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standor
Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Abbildung 8: Ø Anzahl ährentragender Halme/m² bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standor
Kautzen, Erntejahr 201344
Abbildung 9: Ø Anzahl ährentragender Halme/m² bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standor
Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Abbildung 10: Ø Anzahl ährentragender Halme/m² bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standort Kautzen
Erntejahr 2013
Abbildung 11: Ährenlänge in cm bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Leopoldsdorf i. M.
Erntejahr 2013
Abbildung 12: Ährenlänge in cm bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Kautzen, Erntejah
2013
Abbildung 13: Wuchshöhe in cm der ährentrageden Halme bei sechs Winterweizensorten, Standort Leopoldsdorf i. M. und
Kautzen, Erntejahr 2013
Abbildung 14: Wuchshöhe in cm der ährentragenden Halme bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und dre
Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Abbildung 15: Wuchshöhe in cm der ährentragenden Halme bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten
Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Abbildung 16: Wuchshöhe in cm der ährentragenden Halme bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N
Düngevarianten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013 50
Abbildung 17: Wuchshöhe in cm der ährentragenden Halme bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten
Standort Kautzen, Erntejahr 201351
Abbildung 18: Büschelgewichte g/m² bei sechs Winterweizensorten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejah
2013
Abbildung 19: Büschelgewichte in g bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Leopoldsdorf i. M.
Erntejahr 2013
Abbildung 20: Büschelgewichte in g bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Kautzen, Erntejah
2013
Abbildung 21: Büschelgewichte in g bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M.
Erntejahr 201353
Abbildung 22:Büschelgewichte in g bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013
Abbildung 23: Kornerträge in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdor
i.M., Erntejahr 2013

Abbildung 24: Kornerträge in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Kautzen,
Erntejahr 2013
Abbildung 25: Strohanteil in % der oberirdischen Biomasse bei sechs Winterweizensorten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und
Kautzen, Erntejahr 201360
Abbildung 26: Harvestindex bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standorte Leopoldsdorf i. M. und
Kautzen, Erntejahr 201360
Abbildung 27: Rohproteingehalte in % bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdorf
i. M., Erntejahr 2013
Abbildung 28: Rohproteingehalte in % bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Kautzen,
Erntejahr 2013
Abbildung 29: Rohproteinertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten,
Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013
Abbildung 30: Rohproteinertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten am Standort
Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Abbildung 31: Rohproteinertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standort Kautzen,
Erntejahr 2013
Abbildung 32: Feuchtklebergehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, Standorte
Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013
Abbildung 33: HL-Gewichte in kg/hl bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Leopoldsdorf i. M.,
Erntejahr 2013
Abbildung 34: HL-Gewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013.76
Abbildung 35: HL-Gewicht in kg/hl über vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013 76
Abbildung 36: TKG in g bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr
2013
Abbildung 37: TKG in g über sechs Winterweizensorten und vier N-Düngevarianten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013 80
Abbildung 38: TKG in g bei sechs Winterweizensorten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013
Abbildung 39: Fallzahl in sek. bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standorte
Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 201381
Abbildung 40: Fallzahl in sek. bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten, StandorteDüngungsvariante,
Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013
Abbildung 41: Alveogramm bei sechs Winterweizensorten, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Abbildung 42: Alveogramm bei sechs Winterweizensorten, Standort Kautzen, Erntejahr 2013
Abbildung 43: Ährenzahl/m² bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngungsvarianten und drei unterschiedlichen
Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Abbildung 44: Ährenzahl/m² bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngungsvarianten und unterschiedlichen Saatstärken,
Standort Kautzen, Erntejahr 2013
Abbildung 45: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort
Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Abbildung 46: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort
Kautzen, Erntejahr 2013
Abbildung 47: Kornertrag in kg/ha und Rohproteingehalt in % bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei
Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Ernteighr 2013

Abbildung 48: Kornertrag in kg/ha und Rohproteingehalt in % bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und					
drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013					
Abbildung 49: Kornrohproteinertrag in % TS bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken,					
Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013					
					Kautzen, 2013
					Abbildung 52: HL-Gewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort
					Leopoldsdorf i. M, Erntejahr 2013
Abbildung 53: HL Gewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort					
Kautzen, Erntejahr 2013					
Abbildung 54: TKG in g bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.					
M., Erntejahr 2013					
Abbildung 55: TKG in g bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen,					
Erntejahr 2013					
12. TABELLENVERZEICHNIS					
Tabelle 1: Qualitätskriterien bei Weizen nach Oberforster, (2014)					
Tabelle 2: Nährstoffentzug in kg/ha durch Weizenpflanzen (Schilling, 2000)					
Tabelle 3: N- Entzug durch das Erntegut in Abhängigkeit vom standörtlichen Ertragsniveau und Korn-Proteingehalt nach					
Oberforster und Dersch 2007					
Tabelle 4: Sortenbeschreibung der sechs Winterweizensorten					
Tabelle 5: Pflanzenschutzmaßnahmen Feldversuch, Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen					
Tabelle 6: Ausbringungszeitpunkt der Stickstoffdüngung					
Tabelle 7: Ährenanzahl der sechs Winterweizensorten, Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013 47					
Tabelle 8: Kornerträge in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten, Standort					
Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 201355					
Tabelle 9: Varianzanalyse und deren WW. auf den Kornertrag in kg/ha von sechs Winterweizensorten, vier N-					
Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013 55					
Tabelle 10: Varianzanalyse und deren WW. auf den Kornertrag in kg/ha von sechs Winterweizensorten, vier N-					
Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013 56					
Tabelle 11: Kornerträge in kg/ha bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken der sechs Winterweizensorten,					
Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013 56					
Tabelle 12: Varianzanalyse und deren einfachen WW. auf den Rohproteingehalt in % von sechs Winterweizensorten, vier N-					
Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013					
Tabelle 13: Varianzanalyse und deren WW. auf den Rohproteingehalt in % von sechs Winterweizensorten 'vier N-					
Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013					
Tabelle 14: Rohproteingehalte in % bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten,					
Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013					

Tabelle 15: Rohproteingehalte in % bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärke bei sechs Winterweizensorten,
Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013
Tabelle 16: Varianzanalyse und deren WW auf den Rohproteinertrag in kg/ha von sechs Winterweizensorten, vier N-
Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Tabelle 17: Varianzanalyse und deren WW. auf den Rohproteinertrag in kg/ha von sechs Winterweizensorten, vier N-
Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen , Erntejahr 2013
Tabelle 18: Rohproteinertrag in kg bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten,
Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen , Erntejahr 2013
Tabelle 19:Rohproteinertrag in kg/ha bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken bei sechs Winterweizensorten,
Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013
Tabelle 20: Varianzanalyse und deren WW. auf den Feuchtklebergehalt in % TS von sechs Winterweizensorten 'vier N-
Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Tabelle 21: Varianzanalyse und deren WW. auf den Feuchtklebergehaltes in % TS von sechs Winterweizensorten 'vier N-
Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013
Tabelle 22: Feuchtklebergehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten , drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten,
Standorte Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013
Tabelle 23: Feuchtklebergehalt in % TS bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken der sechs Winterweizensorten,
Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013
Tabelle 24: HL-Gewichte in kg/hl und bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten,
Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013
Tabelle 25: Varianzanalyse und deren WW. auf das HL-Gewicht in kg/hl von sechs Winterweizensorten, vier N-
Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Tabelle 26: Varianzanalyse und deren WW. auf das HL-Gewicht in kg/hl von sechs Winterweizensorten, vier N-
Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, Erntejahr 2013
Tabelle 27: HL-Gewichte in kg/hl bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken der sechs Winterweizensorten,
Standort Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013
Tabelle 28: Varianzanalyse des TKGs bei sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort
Leopoldsdorf i. M., Erntejahr 2013
Tabelle 29: Varianzanalyse des TKGs von sechs Winterweizensorten, vier N-Düngevarianten und drei Saatstärken, Standort
Kautzen, Erntejahr 2013
Tabelle 30: TKG in g bei sechs Winterweizensorten, drei Saatstärken und vier N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdorf
i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013
Tabelle 31: TKG in g bei vier N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken bei sechs Winterweizensorten, Standort
Leopoldsdorf i. M. und Kautzen, Erntejahr 2013

13. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AGES Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit

APS Ausprägungsstufe (1 - 9)

BAL Balaton (Sorte)

BBCH Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie, morphologisches

Entwicklungsstadium einer Pflanze

BQG Backqualitätsgruppe (9 - 1)

FG Freiheitsgrade

C Kohlenstoff

°C Grad Celsius

CAP Capo (Sorte)

dt Dezitonne

ha Hektar

HL Hektolitergewicht in kg/hl

L Liter

JOS Josef (Sorte)

LEO Leopoldsdorf im Marchfeld

LYB Lybid (Sorte)

KE Kornertrag in Kilogramm/ha

m² Quadratmeter

mm Millimeter

MID Midas (Sorte)

MW Mittelwert

N Stickstoff

N1 Nulldüngungsvariante, (00/00/00/00)

N2 N-Düngevariante 120 kg Rein-N/ha, (00/60/60/00)

N3 N-Ährengabe-Düngevariante 180 kg Rein-N/ha, (00/60/60/60)

N4 N-Herbst-Düngevariante 150 kg Rein-N/ha, (30/60/60/00)

NIR Nahinfrarotspektroskopie

POL Poliska 90 (Sorte)

TKG Tausendkorngewicht in g

TS Trockensubstanz

to Tonnen

WH Wiederholung

WW Wechselwirkung