



National University of Environmental and Life Sciences of Ukraine



Universität für Bodenkultur Wien

Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Pflanzenbau

Premiumweizenproduktion in Zentral- und Osteuropa

„Einfluss von Sorte, Standort, Saatstärke und N-Düngungsmanagement auf Ertrag und Qualität bei Weizen im semiariden Produktionsgebiet“

Dissertationsarbeit

zur Erlangung des Doktorgrades

Doctor rerum naturalium technicarium

an der Universität für Bodenkultur Wien

eingereicht von

Mag. Iuliia Tasheva

Betreuer: Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat.techn. Peter Liebhard

Wien, Juli 2016

Danksagung

Ein herzliches Danke Herrn Univ. Prof. Dr. Peter Liebhard für die fachliche Betreuung und vielseitige Unterstützung der vorliegenden Arbeit.

Frau Univ. Prof. Dr. Svitlana Kalenska danke ich für die wertvollen Anregungen und den fachlichen Austausch.

Ein besonderes Danke der Eigentümerfamilie der Probstdorfer Saatzucht, Frau Dr. Maria Gohn-Mauthner, Herrn Dr. Michael Gohn, Frau Dr. Verena Schimka-Gohn und Herrn Mag. Felix Gohn, für die Unterstützung des Dissertationsprojektes. Ich danke für das mir entgegengebrachte Vertrauen und die Möglichkeit dieses Projekt zu realisieren, welches positive Entwicklungen in der Landwirtschaft international, speziell in meinem Land, der Ukraine, fördern wird.

Ein herzliches Danke für die Unterstützung und Einbringung seines umfassenden Fachwissens in Pflanzenzüchtung und Pflanzenbau sowie der ständigen Diskussionsbereitschaft gebührt Herrn Dipl.-Ing. Ernst Grosslercher.

Herrn Dipl.-Ing. Gerhard Sigl danke ich für die freundliche Unterstützung bei der statistischen Verrechnung der vernetzten Versuchsergebnisse und die wertvollen Inspirationen.

Allen MitarbeiterInnen der Probstdorfer Saatzucht und speziell Herrn Philipp Schuster B.Sc. danke ich für die stete Unterstützung bei der Versuchsdurchführung und den Laboruntersuchungen.

Auch den MitarbeiterInnen der Saatzucht Donau danke ich für die freundliche Unterstützung bei der Ernte und Aufarbeitung des Versuchsmaterials.

Den Eigentümern der landwirtschaftlichen Betriebe, Herrn Ing. Wilfried Scherner und Herrn Mag. Alexej Prosoroff, Prosoroff'sche Gutsverwaltung, danke ich für die dreijährige großzügige Bereitstellung der Versuchsflächen sowie für die Kulturarbeiten.

Herzlich bedanken möchte ich mich bei Frau Michaela Dopler B.Sc. für die tatkräftige Unterstützung bei der Aufarbeitung des Versuchsmaterials.

Meine Eltern, Frau Nina Tasheva und Herr Vasiliy Tashev, vermittelten mir Werte anzustreben, die weit über das alltägliche sowie ökonomische Handeln hinausgehen. Sie förderten meine berufliche Ausbildung und ließen mir die Freiheit, einen eigenständigen Weg zu gehen. Ich danke ihnen für die langjährige Unterstützung.

INHALSTVERZEICHNIS

Abstract	6
Kurzfassung	7
Анотація	8
Аннотація.....	9
1. Zusammenfassung.....	10
1.1. Резюме диссертации.....	12
2. Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung.....	15
2.1. Einleitung	15
2.2. Problemstellung.....	17
2.3. Zielsetzung	18
3. Ausgewählte Literatur	19
3.1. Genetische und geografische Aspekte bei Weichweizen	19
3.2. Weizen als weltweite Brotfrucht	20
3.3. Entwicklung der Anbaufläche und der Erträge bei Weizen in Österreich	21
3.4. Entwicklung der Anbaufläche und der Erträge bei Weizen in der Ukraine.....	23
3.5. Produktionstechnische Maßnahmen bei Weizen.....	25
3.5.1. Standortanforderungen.....	25
3.5.2. Sorte	26
3.5.3. Saatstärke	26
3.5.4. N-Düngungsmanagement	27
3.5.5. Generelle Maßnahmen zur Ertragssicherung bei Weizen.....	27
3.5.6. Ertrag und Ertragssicherung	28
3.6. Qualitätsweizenproduktion.....	29
3.6.1. Rohproteingehalt.....	29
3.6.2. Hektolitergewicht.....	29
3.6.3. Fallzahl, Sedimentationswert, Feuchtklebergehalt	30
3.6.4. Alveogramm	30
3.6.5. Backqualität in Österreich und in der Ukraine	32
4. Material und Methode	35
4.1. Großraum und Klima.....	35
4.2. Boden und Witterung an den Versuchsstandorten	38

4.2.1. Boden und Witterung am Versuchsstandort Kautzen.....	38
4.2.2. Boden und Witterung am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M.....	39
4.2.3. Boden und Witterung am Versuchsstandort Kiew	40
4.3. Methode.....	42
4.3.1. Versuchsanlage - Varianten	42
4.3.2. Sortenbeschreibung.....	45
4.3.3. Bestandesgründung und Bestandesführung bei Weizen.....	47
4.3.4. Ernte und Ertragserhebung	48
4.3.5. Beurteilte Qualitätsparameter bei Weizen	48
4.4. Mathematische und statistische Auswertung der Ergebnisse.....	51
5. Ergebnisse	52
5.1. Einfluss der Sorte, des Standortes, des N-Düngungsmanagements und der Saatstärke auf den Wachstums- und Entwicklungsverlauf und auf die Zahl ährentragender Halme ...	52
5.1.1. Einfluss der Sorte, des Standortes, des N-Düngungsmanagements und der Saatstärke auf die Zahl ährentragender Halme	56
5.2. Einfluss der Sorte, des Standortes und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Kornertrag und den Proteingehalt bei Weizen	58
5.2.1. Einfluss der Sorte, des Standortes und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Kornertrag.....	58
5.2.2. Einfluss der Sorte, des Standortes und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Proteingehalt	62
5.3. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf den Kornertrag und auf ausgewählte Qualitätskriterien bei Weizen.....	65
5.3.1. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf den Kornertrag.....	65
5.3.2. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf den Proteingehalt	68
5.3.3. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf das Hektolitergewicht.....	70
5.3.4. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf die Fallzahl.....	72
5.3.5. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf das Alveogramm	74
5.3.6. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf den Feuchtklebergehalt, den Sedimentationswert und das Backvolumen.....	76
5.4. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Kornertrag und auf ausgewählte Qualitätskriterien.....	78

5.4.1. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Kornertrag.....	78
5.4.2. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Proteingehalt.....	84
5.4.3. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf das Hektolitergewicht.....	88
5.5. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Strohertrag und den Harvestindex	92
5.5.1. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Strohertrag	92
5.5.2. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Harvestindex	95
6. Diskussion	98
6.1. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und der Stickstoffdüngung auf den Wachstums- und Entwicklungsverlauf.....	98
6.2. Einfluss der Sorte und des Standortes auf den Kornertrag und den Proteingehalt bei Weizen.....	99
6.3. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf den Kornertrag und die ausgewählten Qualitätskriterien bei Weizen.....	103
6.4. Einfluss der Sorte, des Standortes und der Saatstärke auf den Kornertrag und auf ausgewählte Qualitätskriterien	106
6.5. Einfluss der Sorte, des Standortes und der Saatstärke auf die Bestandesdichte, den Strohertrag und den Harvestindex	107
7. Conclusio.....	110
8. Literaturverzeichnis.....	112
9. Tabellenverzeichnis	123
10. List of tables	126
11. Abbildungsverzeichnis	129
12. List of figures	130
13. Abkürzungsverzeichnis.....	131
14. Lebenslauf / CV	133

ABSTRACT

The demand for wheat (*Triticum aestivum* L.) for food and feed production as well as for material and energy utilization is increasing year by year. The worldwide rise in living standards also continually raises the demand for high quality food, especially for wheat bread and bakery products. The growth of production and of nutritional-physiological and baking quality can be assured by a set of variable production improvements, particularly by variety selection and optimization of N fertilizer management.

For optimizing the management of quality wheat production in the semiarid climate area of Central and Eastern Europe, six winter wheat varieties with different baking quality levels (four quality and two milling varieties) and different origins (four Austrian and two Ukrainian cultivars) were tested. The tests were performed on small plots over a period of three years, using four N-fertilizer application levels and three seeding rates on three trial sites in Austria and in the Ukraine (two in Austria and one in the Ukraine) with different soil nutritional conditions. The varieties tested in the semiarid area achieved different yield levels, the trial results determined those best adapted. Significant genotypic differences in baking quality among the varieties were revealed by all trials. The highest level of yield and baking quality (“Premium Winter Wheat”) was only achieved by quality wheat varieties and with the optimum N fertilizer amount of 60 kg /ha during heading. Based on the quality results obtained in this study, the Ukrainian cultivars were categorized into the Austrian system. The trial sites were evaluated in view of their suitability for varieties behavior tests in semiarid area of production in Central Europe.

Key words: wheat, variety, density, nitrogen fertilization, grain yield, quality

KURZFASSUNG

Bei Weizen (*Triticum aestivum* L.) steigt jährlich der Bedarf für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie für die stoffliche und energetische Verwertung. Die weltweite Erhöhung des Lebensstandards fördert zusätzlich kontinuierlich steigend die Nachfrage nach hochwertigen, qualitativen Nahrungsmitteln, im hohen Ausmaß von Weizenbrot und Weizenbackwaren. Eine Erhöhung der Aufbringungsmenge, der ernährungsphysiologischen Qualität und der Backqualität bei der Getreideproduktion wird durch ein Bündel von Produktionsmaßnahmen gewährleistet, im Besonderen durch eine geeignete Sortenwahl und eine Optimierung des N-Düngungsmanagements.

Die Optimierung der Bestandesführung für die Qualitätsweizenproduktion im semiariden Produktionsgebiet erfolgte bei sechs Winterweizensorten unterschiedlicher Backqualität (vier Qualitäts- und zwei Mahlweizensorten) und unterschiedlicher Herkunft (vier österreichische und zwei ukrainische Sorten). Vier N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken auf drei unterschiedlichen Versuchsstandorten in Österreich und in der Ukraine wurden in dreijährigen Parzellenfeldversuchen beurteilt. Die drei Standorte (zwei in Österreich und einer in der Ukraine) wiesen einen unterschiedlichen Nährstoffversorgungsgrad im Boden auf. Die Sorten im semiariden Produktionsgebiet zeigten unterschiedliche Ertragsleistungen, Sorten mit hoher Anpassungsfähigkeit wurden ermittelt. Eine deutliche genotypische Abhängigkeit der Backqualität bei Weizen ergab sich in allen Versuchen. Die Qualitätsweizenproduktion höchster Stufe, die Produktion von „Premiumweizen“, bei einem mittleren bis hohen Ertragsniveau, wurde nur mit Qualitätsweizensorten, bei einer optimierten N-Düngung mit einer N-Ährengabe von 60 kg N/ha, erreicht. Aufgrund der Versuchsergebnisse erfolgte die Einstufung der ukrainischen Sorten hinsichtlich Backqualität nach dem in Österreich geltenden Bewertungsschema. Es erfolgte eine Bewertung der angeführten Versuchsstandorte zur Beurteilung von Sorten im semiariden Produktionsgebiet Zentraleuropas.

Schlagworte: Weizen, Sorte, Bestandesdichte, Stickstoffdüngung, Kornertrag, Qualität

АНОТАЦІЯ

Щорічно у світі зростає потреба у зерні пшениці (*Triticum aestivum* L.) як для продовольчого та фуражного використання, так і для переробної промисловості та біоенергетики. Поліпшення добробуту населення у світі сприяє постійному зростанню попиту на високоякісні продукти харчування, у значній мірі на пшеничний хліб та хлібобулочні вироби. Підвищення урожайності, фізіологічної та хлібопекарської якості при виробництві зерна забезпечується низкою технологічних заходів, в першу чергу правильним вибором сорту та оптимізацією азотного живлення.

Оптимізація технології вирощування пшениці для отримання високоякісного зерна проводилася з шістьма сортами озимої пшениці різної хлібопекарської якості (чотири сильних та два цінні сорти) та різної селекції (чотири походженням з Австрії, два з України). У трирічному польовому досліді в трьох точках розташування в Австрії та Україні, різних за ґрунтово-кліматичними умовами, проаналізовано чотири норми азотного живлення та три норми висіву насіння. У трьох точках проведення дослідів (дві в Австрії та одна в Україні) зафіксовано різну забезпеченість ґрунту елементами живлення. В умовах семі-арідної кліматичної зони сорти пшениці досягали різної урожайності, виявлено сорти з високим адаптивним потенціалом. В усіх дослідів встановлено виражену залежність хлібопекарської якості пшениці від генотипу. Виробництво зерна пшениці найвищого ступеня якості, клас «преміум», за рівня урожайності від середнього до високого, досягнуто тільки з сильними сортами пшениці в оптимізованому варіанті азотного живлення із внесенням у фазу кушіння 60 кг/га д.р. азоту. На основі отриманих експериментальних даних проведено класифікацію сортів української селекції за прийнятою в Австрії схемою. Проаналізовано придатність ґрунтово-кліматичних умов проведення дослідів для оцінки сортів в семі-арідній кліматичній зоні Центральної Європи.

Ключові слова: пшениця, сорт, густина посіву, азотне живлення, урожайність, якість

АННОТАЦИЯ

Ежегодно в мире возрастает потребность в зерне пшеницы (*Triticum aestivum* L.) как для продовольственного и фуражного использования, так и для перерабатывающей промышленности и биоэнергетики. Рост благосостояния населения планеты способствует постоянному повышению спроса на высококачественные продукты питания, в значительной степени на пшеничный хлеб и хлебобулочные изделия. Повышение урожайности, физиологической ценности и хлебопекарного качества при производстве зерна обеспечивается рядом технологических приемов, в первую очередь, правильным выбором сорта и оптимизацией азотного питания.

Оптимизация технологии выращивания пшеницы для получения высококачественного зерна проводилась с шестью сортами озимой пшеницы разного хлебопекарного качества (четыре сильных и два ценных сорта) и разной селекции (четыре происхождения Австрии, два Украины). В трехлетнем полевом опыте в трех точках размещения в Австрии и в Украине, разных по почвенно-климатическим условиям, проанализированы четыре нормы азотного питания и три нормы высева семян. В трех точках проведения опыта (две в Австрии и одна в Украине) зафиксирована разная обеспеченность почвы элементами питания. В условиях семи-аридной климатической зоны сорта пшеницы достигали разной урожайности, выявлены сорта с высоким адаптивным потенциалом. Во всех опытах установлена выраженная зависимость хлебопекарного качества пшеницы от генотипа. Производство зерна пшеницы наивысшей степени качества, класс «премиум», при уровне урожайности от среднего до высокого, достигнуто только с сильными сортами пшеницы в оптимизированном варианте азотного питания с внесением в фазу кущения 60 кг/га д.в. азота. На основании полученных данных проведена классификация сортов украинской селекции согласно принятой в Австрии схемы. Проанализирована пригодность почвенно-климатических условий проведения опыта для оценки сортов в семи-аридной климатической зоне Центральной Европы.

Ключевые слова: пшеница, сорт, густота посева, азотное питание, урожайность, качество

1. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der Arbeit war eine Optimierung der Bestandesführung für eine Qualitätsweizenproduktion unter unterschiedlichen Umweltbedingungen im semiariden Produktionsgebiet.

In den Vegetationsjahren 2012 bis 2014 wurde in Parzellenfeldversuchen der Einfluss von sechs Winterweizensorten bei vier unterschiedlichen N-Düngungsvarianten (verschieden hohe Mengen und Zeitaufteilung) und drei Saatstärken auf den Ertrag und auf ausgewählte Qualitätskriterien beurteilt. Im Weiteren wurde der Harvestindex an drei Standorten, Kautzen – Waldviertel und Leopoldsdorf im Marchfeld (Österreich) sowie in Kiew (Waldsteppe in der Ukraine) beurteilt. Die ausgewählten Sorten sind der Qualität nach zugeordnet: vier Qualitätsweizensorten Capo, Josef, Midas (österreichische Sorte) und Lybid (ukrainische Züchtung) sowie zwei Mahlweizensorten Balaton (österreichische) und Poliska 90 (ukrainische Herkunft).

Der Standort Leopoldsdorf i.M. war für alle Sorten repräsentativ und ermöglicht eine ausreichende Beurteilung der sortenspezifischen ökologischen Streubreite. Die Ergebnisse von den Standorten Kautzen und Kiew waren für eine umfassende Sortenbewertung bezüglich Ertragsstabilität wertvoll. Die drei Standorte (Österreich und Ukraine) wiesen eine unterschiedliche Nährstoffversorgung im Boden auf.

In allen Versuchen kam es zu einem Jahreseffekt. Die Ergebnisse zeigten über alle drei Jahre und Standorte einen hoch signifikanten Sorteneinfluss auf Kornertrag und Proteingehalt, mit Ausnahme am Standort Leopoldsdorf i.M. im Trockenjahr 2012 wegen der extrem geringen Niederschlagsmenge. Eine hohe Anpassungsfähigkeit an die Witterungsextreme der einzelnen Jahre zeigten die Sorten Capo und Josef (bei mittlerem und hohem Proteingehalt). Über alle drei Versuchsjahre gab es bei den Sorten Midas und Balaton eine hohe Anpassungsfähigkeit an die ukrainischen Standortbedingungen. Am Standort Kiew waren sie die ertragreichsten Sorten. An den Versuchsstandorten in Österreich erreichten diese zwei Sorten, vor allem unter günstigeren Bedingungen, überdurchschnittlich hohe Ertragsleistungen. Die Sorte Midas benötigte aufgrund der hohen Erträge für eine sichere hohe Qualität bei hohem Ertragsniveau eine höhere N-Ährengabe. Die ukrainische Sorte Lybid war am kühleren Standort in Österreich sehr gut, reagierte aber bei ungünstiger Witterung im österreichischen Trockengebiet mit deutlicher Ertragsverminderung. Die Sorte Capo erreichte an allen Standorten einen sehr hohen Proteingehalt bei mittlerem bis hohem Kornertrag. Bei den Sorten Josef, Poliska 90, Capo und Lybid war eine Halmverkürzung vorteilhaft. Entgegen der Erwartung kam es im Jahr 2014 bei der Sorte Josef zu mittelstarkem Gelbrostbefall.

Eine deutliche genotypische Abhängigkeit der Backqualität bei Weizen ergab sich in allen Versuchen. Ein Qualitätsweizen höchster Stufe, „Premiumweizen“, wurde auch im semiariden Produktionsgebiet Österreichs und in der Ukraine (gemäßigt kontinentales Klima) nur mit den Qualitätsweizensorten Midas, Capo und Josef erreicht.

Der Kornertrag war stark sorten- sowie standortabhängig und unterschied sich innerhalb der untersuchten N-Düngungsvarianten nicht, außer bei der N-ungedüngten Kontrollvariante. Eine Stickstoffdüngungsmenge von 120 kg N/ha war für die Sicherung des Kornertrages auf einem mittleren bis hohen Niveau bei allen Sorten erforderlich. Die optimierte Stickstoffdüngung (Variante N₃) führte in der Tendenz zu einer Erhöhung des Kornertrages, vor allem bei den Sorten mit hohem Kornertragspotenzial. Die N-Ährengabe erhöhte auf allen Standorten und Jahren wesentlich den Proteingehalt, insbesondere am Standort Kiew. Die optimierte N-Düngung sicherte bei Weizen die speziellen Qualitätseigenschaften auf einem hohen Niveau ab.

Die Nährstoffversorgung des Bodens war am Standort Kiew niedrig. Für die Anhebung der Kornqualität sind eine Erhöhung der Nährstoffzufuhr und eine nachhaltige Verbesserung der Bodenstruktur erforderlich.

Die Fallzahl und das Hektolitergewicht wiesen eine deutliche Abhängigkeit vom Genotyp (Sorte) und von der Jahreswitterung auf. Die weiteren Qualitätskriterien W-Wert und das Verhältnis P/L aus dem Alveogramm sowie der Feuchtklebergehalt, der Sedimentationswert und das Backvolumen wiesen eine sortenspezifische Reaktion bei den unterschiedlichen N-Düngungsvarianten auf. Bei der optimierten Stickstoffdüngungsvariante mit 180 kg N/ha lagen sie im höheren Bereich. Für die ukrainischen Weizensorten Lybid und Poliska 90 erfolgte eine Qualitätseinstufung nach dem österreichischen Bewertungsschema.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass für ein mittleres bis hohes Ertragsniveau bei der Qualitäts- und Premiumweizenproduktion die Qualitätsweizensorten Midas, Capo und Josef eine dreigeteilte Stickstoffdüngung von 180 kg/ha N benötigen. Zusätzlich sind optimierte produktionstechnischen Maßnahmen bei der Bestandesführung zur Sicherung der ausreichenden Standfestigkeit und der Gesundheit während der Vegetationsperiode notwendig.

Die Saatstärke hatte nur bei der Zahl ährentragender Halme und auf den Strohertrag einen Einfluss. Am Standort Kiew waren die höheren Saatstärken vorteilhaft. Der Einfluss der Saatstärke auf den Kornertrag war im Trend erkennbar. Die Parameter Harvestindex und Strohertrag wiesen eine deutliche Abhängigkeit vom Genotyp (Sorte) und von der

Jahreswitterung auf. Am Standort Kiew war der Harvestindex in der N-ungedüngten Nullvariante (N_1) niedriger als an den Standorten in Österreich.

Die Ergebnisse der angeführten Versuche zeigen bei den Weizensorten unter unterschiedlichen Umwelten die sortenspezifischen Anforderungen. Die Optimierung der steuerbaren Produktionsmaßnahmen wie Sortenwahl, Saatstärke und N-Düngungsmanagement tragen wesentlich zu einer ertrags- und qualitätsorientierten Weizenproduktion bei.

1.1. Резюме диссертации

Целью данной работы была оптимизация технологии выращивания для производства высококачественного зерна пшеницы в семи-аридной климатической зоне.

В 2012-2014 гг. в полевом опыте изучено влияние шести сортов озимой пшеницы при четырех вариантах азотного питания (разные норма и сроки внесения) и трех нормах посева семян на урожайность и избранные показатели качества. В последующем проанализирован коэффициент хозяйственной эффективности в трех точках проведения опыта – Каутцен, Вальдфиртель, и Леопольдсдорф им Мархфельд (Австрия), а также в Киеве (зона Правобережной Лесостепи Украины). Выбранные сорта по своему хлебопекарному качеству относятся к следующим группам: четыре сильных сорта Капо, Йозеф, Мидас (австрийская селекция) и Лыбидь (украинская селекция), а также два ценных сорта Балатон (австрийский) и Полесская 90 (украинский).

Точка проведения опыта Леопольдсдорф и.М. была репрезентативна для всех сортов и позволила провести достаточную оценку специфической для сорта экологической пластичности. Результаты исследований с опытных участков Каутцен и Киев показали высокую значимость для анализа сортов относительно стабильности урожая. Три точки проведения опыта (Австрия и Украина) выявили разную обеспеченность почвы элементами питания.

Во всех проведенных полевых опытах было определено влияние фактора «год» («погода»). Результаты показали достоверное влияние фактора «сорт» на урожайность и содержание белка, за исключением Леопольдсдорф и.М. в крайне засушливом 2012 году с нетипично низким количеством осадков. Высокую адаптивную способность к экстремальным погодным условиям проявили сорта Капо и Йозеф (при уровне содержания белка от среднего до высокого). Во все года исследования сорта Мидас и Балатон выявили высокую адаптивную способность к почвенно-климатическим

условиям Украины. В Киеве эти сорта показали наивысшую урожайность. По причине высокой урожайности сорт Мидас требовал внесения азота в фазу колошения для обеспечения высокого содержания белка в зерне. Украинский сорт Лыбидь хорошо зарекомендовал себя в почвенно-климатических условиях Каутцен с более прохладным климатом, однако реагировал на неблагоприятные погодные условия в зоне неустойчивого увлажнения Австрии значительным недобором урожая. Сорт Капо достигал во всех почвенно-климатических условиях очень высокого содержания белка в зерне при уровне урожайности от среднего до высокого. Посевы сортов Йозеф, Полесская 90, Капо и Лыбидь выявили целесообразность применения регулятора роста. Вопреки ожиданиям в 2014 г. отмечалось поражение сорта Йозеф желтой ржавчиной.

Во всех опытах зафиксирована выраженная зависимость хлебопекарного качества пшеницы от генотипа. Наивысшая степень хлебопекарного качества зерна, класс «премиум», достигнута в семи-аридной климатической зоне только с сильными сортами пшеницы Мидас, Капо и Йозеф.

Урожайность пшеницы сильно зависела от сорта и почвенно-климатических условий проведения опыта и не отличалась между вариантами азотного питания, за исключением контроля без азотного удобрения. Норма азотного питания в количестве 120 кг/га была необходимой для обеспечения урожайности на уровне от среднего до высокого. Оптимизированный вариант азотного питания (N_3) приводил в тенденции к приросту урожайности, особенно у сортов с высоким потенциалом урожайности. Внесение азота в фазу колошения приводило к существенному увеличению содержания белка в зерне, в особенности в почвенно-климатических условиях Киева. Оптимизированный вариант азотного питания обеспечивал высокий уровень качественных показателей зерна.

Обеспеченность почвы элементами питания в полевом опыте в Киеве была невысокой. Для увеличения питания посевов из почвы требуется долгосрочное улучшение структуры почвы.

Число падения и натура существенно зависели от генотипа (сорта) и от погодных условий за вегетацию. Другие качественные показатели, такие как сила муки и отношение P/L из альвеограммы, а также содержание клейковины, индекс седиментации и объем хлеба выявили специфическую сортовую реакцию при разных нормах азотного питания. В оптимизированном варианте азотного питания с нормой 180 кг/га азота и достигали высокого уровня. Для сортов украинской селекции Лыбидь и Полесская 90 проведена классификация согласно действующей в Австрии схеме оценки.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что для достижения урожайности на уровне от среднего до высокого при производстве зерна пшеницы высокого хлебопекарного качества сорта Мидас, Капо и Йозеф требуют обеспечение азотом с общей нормой 180 кг/га в три внесения. Дополнительно необходимы меры против полегания посевов и контроля над болезнями.

Фактор «норма высева семян» имела влияние только на количество продуктивных стеблей на м² и на урожайность соломы. В почвенно-климатических условиях Киева себя зарекомендовали высокие нормы высева. Влияние нормы высева на урожайность зерна проявлялась в тенденции. Показатели коэффициента хозяйственной эффективности и урожайность соломы выявили зависимость от генотипа (сорта) и погодных условий на протяжении вегетации. В почвенно-климатических условиях Киева коэффициент хозяйственной эффективности был ниже, чем в условиях Австрии.

Результаты проведенных исследований указывают на специфические требования сортов пшеницы к технологическим приемам выращивания в различных почвенно-климатических условиях. Оптимизация управляемых технологических приемов выращивания, таких как выбор сорта, азотное питание и норма высева, в значительной степени способствуют достижению результата при выращивании зерна пшеницы, нацеленном на высокую урожайность и хлебопекарное качество зерна.

2. EINLEITUNG, PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG

2.1. Einleitung

Der Weizenanteil an der gesamten Weltgetreideproduktion (einschließlich Mais) beträgt 36 % und am Weltgetreidemarkt ca. 30 % (IGC, 2016). Obwohl die weltweite Weizenaufbringungsmenge von 1980 bis 2012 um ca. 50 % anstieg (TOEPFER INTERNATIONAL, 2013; UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2014) ist derzeit regional der Weizenbedarf nicht ausreichend gedeckt. Neben dem höheren Verbrauch als Grundnahrungsmittel durch die steigende Weltbevölkerungszahl gibt es einen stetig steigenden Bedarf an Weizen als „Nachwachsender Rohstoff“ für die stoffliche (Stärke) und energetische (Bioethanol) Nutzung. Die weltweite Erhöhung des Lebensstandards erhöht zusätzlich kontinuierlich die Nachfrage nach hochwertigen, qualitativen Nahrungsmitteln, im hohen Ausmaß von Weizenbrot und Weizenbackwaren. Eine Erhöhung der ernährungsphysiologischen Qualität und der Backqualität ist daher vor allem bei Weizen in vielen Produktionsgebieten eine aktuelle und zukünftige Herausforderung für die Landwirtschaft.

Das Potenzial des Weizens sowohl bezüglich des Ertrags als auch der Qualität wird teilweise trotz günstiger natürlicher Produktionsbedingungen noch nicht voll genutzt. Eine Steigerung des Weizenenertrages ist in Ländern mit geringer Bewirtschaftungsintensität und noch nicht genutzter Ackerfläche ökonomisch und ökologisch möglich. Auch in einigen industrialisierten Ländern und in der Ukraine gibt es noch Potenzial zur Erhöhung der Weizenaufbringungsmenge.

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf das Trockengebiet in Zentral- und Osteuropa, welches durch die Wahl der drei Standorte in Österreich und in der Ukraine im hohen Ausmaß abgedeckt wird. Die bodenklimatischen Bedingungen der ukrainischen Waldsteppenzone sind für die Weizenproduktion sehr günstig. Das Produktionsgebiet steht mit über 30 % Anteil an der Gesamtweizenproduktion der Ukraine an vorderster Stelle (ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СТАТИСТИКИ УКРАЇНИ, 2016). In Österreich (ca. 0,2 % der weltweiten Aufbringungsmenge) liegen 63 % der Weizenanbaufläche im niederösterreichischen Flach- und Hügelland (STATISTIK AUSTRIA, 2016). Ein Großteil der Weizenanbaufläche befindet sich im pannonischen Trockengebiet.

Auf Grund der großen Boden- und Klimaunterschiede ist eine standortangepasste Sortenwahl bei Weizen erforderlich. Die Sorte mit den sortenspezifischen Eigenschaften ist der bedeutendste steuerbare Produktionsfaktor und sie hat auch einen wesentlichen Anteil am

Ertragszuwachs. Der Züchtungsfortschritt ergab nicht nur im Ertrag, sondern auch in weiteren Merkmalen, ab dem Jahr 1950, eine wesentliche Verbesserung (HÄNSEL, 1982; OBERFORSTER, 1999, 2011; HATEGEKIMANA et al., 2012; ЛИТВИНЕНКО, 2012; ЧЕРЕПКОВ et al., 2014). Die Ertragssteigerung wurde in der Züchtung hauptsächlich durch eine Verbesserung der Standfestigkeit und der Photosyntheseleistung sowie durch die morphologische Veränderung der Pflanze, wie Erhöhung der Zahl ährentragender Halme, der Kornzahl pro Ähre und des Harvestindexes, erreicht. Nach PELTONEN-SAINIO et al. (2007), КРУПНОВА (2009), НОВИКОВ (2012) konnte der Kornanteil im Vergleich zur gesamten Sprossbiomasse bei Weizen (Harvestindex) von 0,24 auf 0,55 durch den Züchtungsfortschritt erhöht werden. SCHACHSCHNEIDER (2009) sowie FISCHER and EDAMES (2010) berichten von einem Ertragszuwachs bei Weizen von ca. 1 % pro Jahr. Für die aktuelle globale Bedarfssteigerung bei Weizen wären aber 2,5 % erforderlich. Eine Kornertragserhöhung bei steigender Qualität sind nach wie vor die Hauptziele der Weizenzüchtung. In der Praxis müssen die Kenntnisse über die Sorten, vor allem deren produktionstechnische Besonderheiten, verbessert werden. Eine dem Standort optimal angepasste Sorte ist für die Ertragssicherheit die Basis.

Österreich ist in Europa ein bedeutender Qualitätsweizenproduzent. Qualitätsweizen wird in Österreich im pannonischen Trockengebiet produziert und die Ernte zu einem Großteil nach Italien exportiert. Die hohe Backqualität mit sehr hohen Proteinwerten wird bei einem mittleren Kornertrag von 4,9 t/ha (Mittel der Jahre 1980 bis 2015) durch die gezielte, qualitätsorientierte N-Düngung erreicht. Sie ist neben Optimierungsmaßnahmen im Besonderen durch den Einsatz von Qualitätssorten begründet (OBERFORSTER und WERTEKER, 1995).

Nach zahlreichen Untersuchungen sind bei Weizen in der Qualitätsweizenproduktion der Genotyp (Sorte) und das Stickstoffdüngungsmanagement die bedeutenden steuerbaren agronomischen Einflussgrößen. Die Stickstoffeffizienz sowie die Backqualität bei Weizen sind stark sortenabhängig (STOCK et al., 1999; OBERFORSTER, 2014). Die Erhöhung der Weizenqualität wird durch eine dem Produktionsziel und dem Standort angemessene Stickstoffmenge sowie die Teilung dieser Stickstoffdüngungsmenge erreicht (ГІРКА та ін., 2010; PAWELZIK, 2011). Eine weitere Voraussetzung für die Ausschöpfung des Ertragspotenzials einer Sorte ist eine sortenspezifische Bestandesführung, die unter anderem eine optimale Bestandesdichte erfordert. Die Bestandesdichte wird mit der Anpassung der Saatstärke gesteuert.

2.2. Problemstellung

Die negative Wirkung des Klimawandels mit Zunahme von längeren Trockenperioden und der Temperaturerhöhung, beeinflusst die Kornerträge in vielen Regionen Zentral- und Osteuropas künftig immer mehr (WEIGEL et al., 2007). Daher steht die Anpassungsfähigkeit der Sorten im Vordergrund.

Die jährlichen Reporte des Staatskomitees für Statistik der Ukraine, die über einen durchschnittlichen Kornertrag bei Winterweizen von ca. 27 dt/ha (Mittel der Jahre 1985 bis 2015) berichtet, weisen auf die Notwendigkeit von Intensivierungsmaßnahmen in der Weizenproduktion hin, es sollen nur standortangepasste und leistungsfähige Sorten angebaut werden.

Trotzt züchterischer Verbesserung wird die Ausschöpfung des genetischen Ertragspotenzials in der Praxis bei niedrigen Niederschlagsmengen, längeren Trocken- oder Hitzeperioden während der Vegetationszeit eingeschränkt. Auch ein optimales Stickstoffdüngungsmanagement wird bei ungünstiger Witterung nur beschränkt wirksam. Der negative Klimawandel führte in vielen Produktionsgebieten zu längeren Trockenperioden und höheren Ertragsschwankungen, wodurch der Einsatz der Sorten mit höherer Trocken- und Hitzeresistenz an Bedeutung gewinnt (FORMAYER, 2007; EITZINGER, 2010). Zahlreiche Arbeiten sowie Landessortenversuche weisen auf eine hohe Ertragssteigerung durch eine standortangepasste Sortenwahl hin (HÄNSEL, 1982; ЗНАСЬ, 2012; MACHOLDT, 2013; СОЛОДУШКО, 2014).

Die Qualität des in der Ukraine aktuell erzeugten Weizens weist deutliche Schwankungen auf und ist häufig, trotz den vorgegebenen günstigen Produktionsbedingungen, nicht ausreichend hoch. Nach den Daten des staatlichen landwirtschaftlichen Aufsichtsamts der Ukraine war die Qualitätsaufteilung der Weizenernte in den Jahren 1999 bis 2003 wie folgt: Qualitätsweizen 0,2 bis 1,1 %, Mahlweizenqualität 15 bis 33 %, Futterweizenqualität 32 bis 57 % und sonstiger Weizen 8 bis 52 % (ГУМЕНЮК et al., 2004). Den Anforderungen für die Brotherstellung geeigneter Ware entsprach in den Jahren 2008 bis 2010 nur knapp die Hälfte der gesamten Weizenerntemenge (СОКОЛЬСЬКА, 2008). Das Jahr 2012 war für die Weizenproduktion höherer Backqualität günstig, der Anteil des Qualitätsweizens lag bei 43 % und der Mahlweizenanteil erreichte 37 %. Der Futterweizenanteil konnte auf 12 % der gesamten Erntemenge vermindert werden. Im Jahr 2016 sind in der Ukraine ca. 200 Qualitätsweizensorten zugelassen. Eine höhere Erntemenge und hohe Backqualität kann nicht allein durch die Sorte gesichert werden. Eine Optimierung mehrerer Faktoren wie optimale Sorte und Saatstärke, standortangepasste

Bodenbearbeitung, standortangepasstes Stickstoffdüngungsmanagement kann im semiariden Produktionsgebiet erreicht werden (LIEBHARD et al., 1995).

Die Wahl einer dem Produktionsziel und dem jeweiligen Standort entsprechenden Sorte ist für den wirtschaftlichen Erfolg entscheidend. Für die Ausschöpfung des genetischen Potenzials einer neuen Sorte werden häufig in der Praxis weitere Entscheidungshilfen in Form von sortenspezifischen Bestandesführungsempfehlungen für den jeweiligen Standort benötigt. Unter den spezifischen Produktionsbedingungen des zentraleuropäischen Trockengebietes ist dies hochbedeutend.

2.3. Zielsetzung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Optimierung der Bestandesführung und die Ertragssicherung für eine Qualitätsweizenproduktion unter unterschiedlichen Klimabedingungen. Zu diesem Zweck erfolgte die Auswahl der drei Versuchsstandorte mit unterschiedlichen bodenklimatischen Bedingungen. Diese decken das Trockengebiet in Zentral- und Osteuropa zum großen Teil ab.

Der Genotyp (Sorte) als Basis für die Qualitätsweizenproduktion steht im Zentrum der vorliegenden Arbeit. Um die Frage der Erhöhung der Backqualität zu beantworten, wurde das Stickstoffdüngungsmanagement (unterschiedliche Mengen und Zeitaufteilung) als eine maßgebende steuerbare agronomische Einflussgröße bei der Qualitätsweizenproduktion herangezogen. Die Beurteilung der Weizenkornqualität der jeweiligen Sorten aus der Sicht des weltweiten Weizenhandels war ein weiteres Ziel.

Die Ausschöpfung des Ertragspotenzials unter unterschiedlichen Klimabedingungen erfordert eine standortangepasste sortenspezifische Bestandesführung. Die Ermittlung der sortenbezogenen Bestandesdichte, insbesondere an dem vom kontinentalen Klima geprägten Standort (Ukraine), wurde mit drei Saatstärken durchgeführt.

3. AUSGEWÄHLTE LITERATUR

3.1. Genetische und geografische Aspekte bei Weichweizen

Weizenarten haben weltweit eine hohe wirtschaftliche Bedeutung und zählen neben Reis und Mais zu den wichtigsten Getreidearten für die menschliche Ernährung. Im Jahr 2015 wurden auf einer weltweiten Anbaufläche von rund 224 Mio. ha insgesamt 736 Mio. t Weizen produziert. Dies entspricht einem Kornertrag von ca. 33 dt/ha.

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.

Der „Fruchtbare Halbmond“ mit dem Zentralraum im Zwischenstromland (Euphrat und Tigris) schließt aufgrund archäologischer Funde auf das Herkunfts- und Domestikationsgebiet des Weizens. Dieses sichelförmige Gebiet, welches im hügeligen Randbereich des östlichen Mittelmeerraums beginnt, über den südöstlichen Teil der Türkei, sich weiter in südöstlicher Richtung bis zum Persischen Golf erstreckt und das Zweistromland (Euphrat und Tigris) einschließt, wird als „Fruchtbarer Halbmond“ bezeichnet. Funde und Hinweise aus diesem Raum gehen bis ca. 10.000 v. Chr. zurück (GEISLER, 1988). Es gibt aber 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 Basenpaare und ca. 95.000 Gene hat (BRENCHLEY et al., 2012). Das hybride Weizengenom setzt sich aus einer Kombination von drei verschiedenen Gräsern zusammen. Jedes der ursprünglichen diploiden Genome trägt mit 14 Chromosomen zum Genom des hexaploiden Weizens bei (FRANKE, 1992). Das Weizengenom hat im Laufe seiner Evolution einzelne Gene verloren, ohne dass bis heute der genaue Zeitpunkt oder der Grund dafür bekannt ist (MATSUOKA, 2011). Es wird 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* (MATSUOKA, 2011).

Neueste 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 Jahren differenzierte 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 (MARCUSSEN et al., 2014; MATSUOKA, 2011). Erst in einer dritten Kreuzung vor zirka 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).

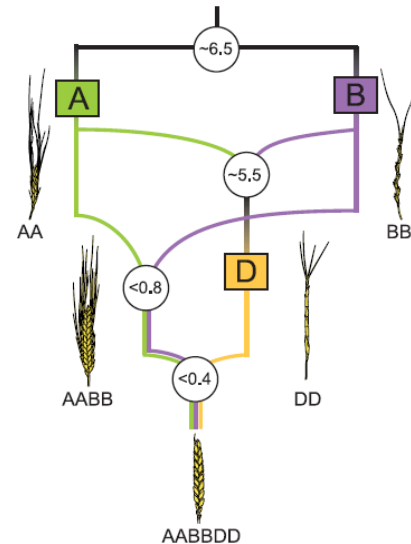


Abbildung 1: Entstehung von Weizen (MARCUSSEN et al., 2014)

Figure 1: Development of wheat (MARCUSSEN et al., 2014)

3.2. Weizen als weltweite Brotfrucht

Getreide hat eine herausragende Bedeutung als Grundnahrungsmittel, die auf mehreren Ursachen basiert (FRANZKE, 1998; SEIBEL, 2005). Nach KLINGLER (2010) zählen dazu die beträchtliche Substanzvermehrung aus einem Korn, relativ problemlose zeitlange Lagerfähigkeit, die ausgewogene Nährstoffzusammensetzung und die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten im Lebensmittelsektor. Getreide ist kulturgeschichtlich eine der ältesten Nutzpflanzen, der Getreideanbau wurde bereits bis ca. 10.000 v. Chr. nachgewiesen.

Die hohe Bedeutung der verschiedenen Getreidearten und vor allem des Weizens für die menschliche Ernährung zeigt sich an der aktuellen weltweiten Produktion. Der globale Flächenanteil bei Weizen beträgt ca. 224 Mio. ha, das sind ca. 90 % der Getreidefläche (ausschließlich Mais). Die Weizenanbaufläche in der Ukraine lag bei 6,5 Mio. ha (20 % der

gesamten Ackerfläche) und in Österreich bei 0,3 Mio. ha (20 % der gesamten Ackerfläche). Die weltweiten Aufbringungsmenge bei Weizen lag bei ca. 724 Mio. t, in der Ukraine werden 20 Mio. t und in Österreich 1,6 Mio. t produziert (IGC, 2016; STATISTIK AUSTRIA, 2016; ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СТАТИСТИКИ УКРАЇНИ, 2016). Nach den Berechnungen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft wird der Verbrauch von Weizen als Nahrungsmittel von ca. 439 Mio. t im Jahr 2007 auf ca. 617 Mio. t im Jahr 2050 weiter ansteigen (LFL, 2012). Die Ukraine zählt zu den 15 weltweit größten Getreideerzeugern, die insgesamt bis zu 80 % der globalen Getreideaufbringungsmengen produzieren, und hat noch ein wesentliches Erweiterungspotenzial für die Erhöhung der Getreideproduktion.

Die weltweite Getreideernte wird zum überwiegenden Teil für die menschliche Ernährung verwendet, bei Weizen sind das rund zwei Drittel der Aufbringungsmenge (KLINGLER, 2010). Für die Ernährung der Weltbevölkerung ist Getreide und vor allem Weizen unter allen Agrarprodukten der wichtigste Kalorien-, Kohlenhydrat-, Vitamin- sowie Eiweißlieferant.

Für die Inhaltsstoffe eines Weizenkorns werden folgende Gehalte angegeben: 14 % Wasser, etwa 70 % Kohlenhydrate, 8 bis 12 % Rohprotein, 1,5 bis 5 % Fett, etwa 2,0 % Mineralstoffe (BALTES, 2007). Aufgrund seines relativ hohen Klebereiweißanteiles im Korn und der Fähigkeit einiger Proteingruppen zur Kleberbildung, ist der Weizen für die Brotherstellung außerordentlich gut geeignet. Ein hoher Protein- und Klebergehalt sowie weitere Qualitätskriterien des Weizenkornes sind für die Erzeugung des hochwertigen Brots und der Backwaren entscheidend.

3.3. Entwicklung der Anbaufläche und der Erträge bei Weizen in Österreich

In Österreich ist Weizen mit 20 % Flächenanteil die meistangebaute Frucht. Vor dem Zweiten Weltkrieg lag die Weizenanbaufläche in Österreich bei ca. 273.000 ha, 1944 bis 1954 war die Anbaufläche rückläufig bei 208.000 ha (HÄNSEL, 1958). Nach den Ernteerhebungen der Statistik Austria schwankte die Weizenanbaufläche (ab dem Jahr 1995 einschließlich Dinkel) in den letzten 60 Jahren größtenteils im Bereich von 270.000 bis 300.000 ha (Abb. 2).

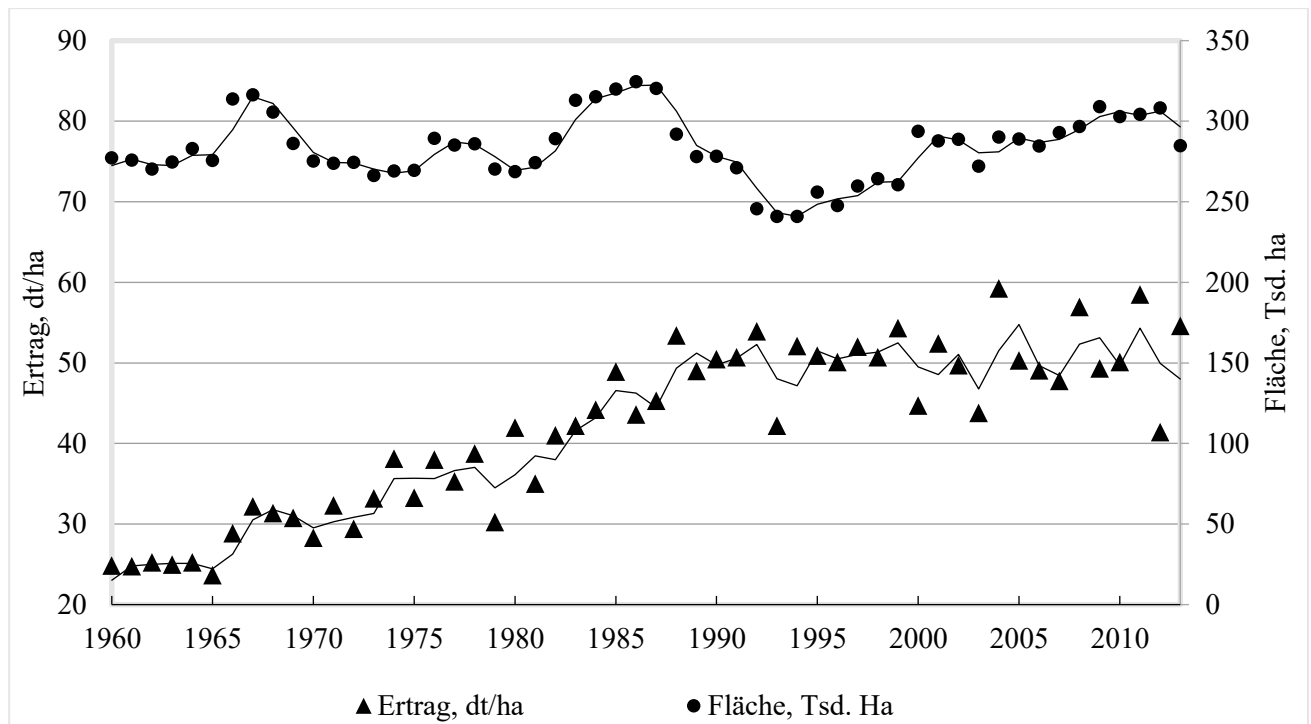


Abbildung 2: Entwicklung der Anbaufläche und der Erträge bei Weizen in Österreich in den Jahren 1960 bis 2015 (BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT; STATISTIK AUSTRIA)

Figure 2: Development of crop area and yields of wheat in Austria in the years 1960 until 2015 (BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT; STATISTIK AUSTRIA)

Vor dem Ersten Weltkrieg und in der Zwischenkriegszeit lag der durchschnittliche Kornertrag weit unter 20 dt/ha (HRON, 1981). Im Zeitraum von 1950 bis 2015 gab es eine bedeutende Ertragserhöhung bei Weizen. Eine permanente Ertragssteigerung bis Ende der 80er Jahre erfolgte durch den züchterischen und produktionstechnischen Fortschritt. So lag der Weizenertrag zu Beginn der 50er Jahre bei 17,6 dt/ha und die Aufbringungsmenge bei 400.000 to, zu Beginn der 90-er Jahre lag der Ertrag bei rund 50 dt/ha und die Aufbringungsmenge bei 1.400.000 to. Im Zeitraum von 1995 bis 2015 lag der durchschnittliche Kornertrag bei Weizen bei 51,7 dt/ha.

Die Zunahme des Weizenertrages bewegt sich in einem Bereich von wenigen Prozenten und kommt bei der statistischen Datenerhebung in den letzten zwei Jahrzehnten nicht explizit zum Ausdruck. Der durchschnittliche Kornertrag blieb praktisch gleich, einschließlich von Bio-Weizen, welcher im Ertrag niedriger liegt.

3.4. Entwicklung der Anbaufläche und der Erträge bei Weizen in der Ukraine

In der Ukraine wiesen die Anbaufläche und die Erntemengen bei Weizen nach dem 2. Weltkrieg bis zum Jahr 1990 eine deutliche Steigerung auf (Abb. 3). In der Ukraine stieg die Weizenproduktion von 2,8 Mio. to im Jahr 1945 auf 30,3 Mio. to im Jahr 1990 an. Die Ertragssteigerungen waren in den Jahren 1955 bis 1990 jahresbezogen unterschiedlich hoch. Die Weizenanbaufläche wurde bis 1950 erhöht, im Jahr 1955 betrug die Anbaufläche 8,44 Mio. ha, beinahe die dreifache Fläche im Vergleich zum Jahr 1913. Bis 1990 blieb die Weizenanbaufläche mit einigen Schwankungen beinahe konstant auf einer Höhe von rund 8 Mio. ha (СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ УКРАЇНСЬКОЇ РСР, 1969, 1972, 1980, 1994; ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СТАТИСТИКИ УКРАЇНИ, 2012, 2013).

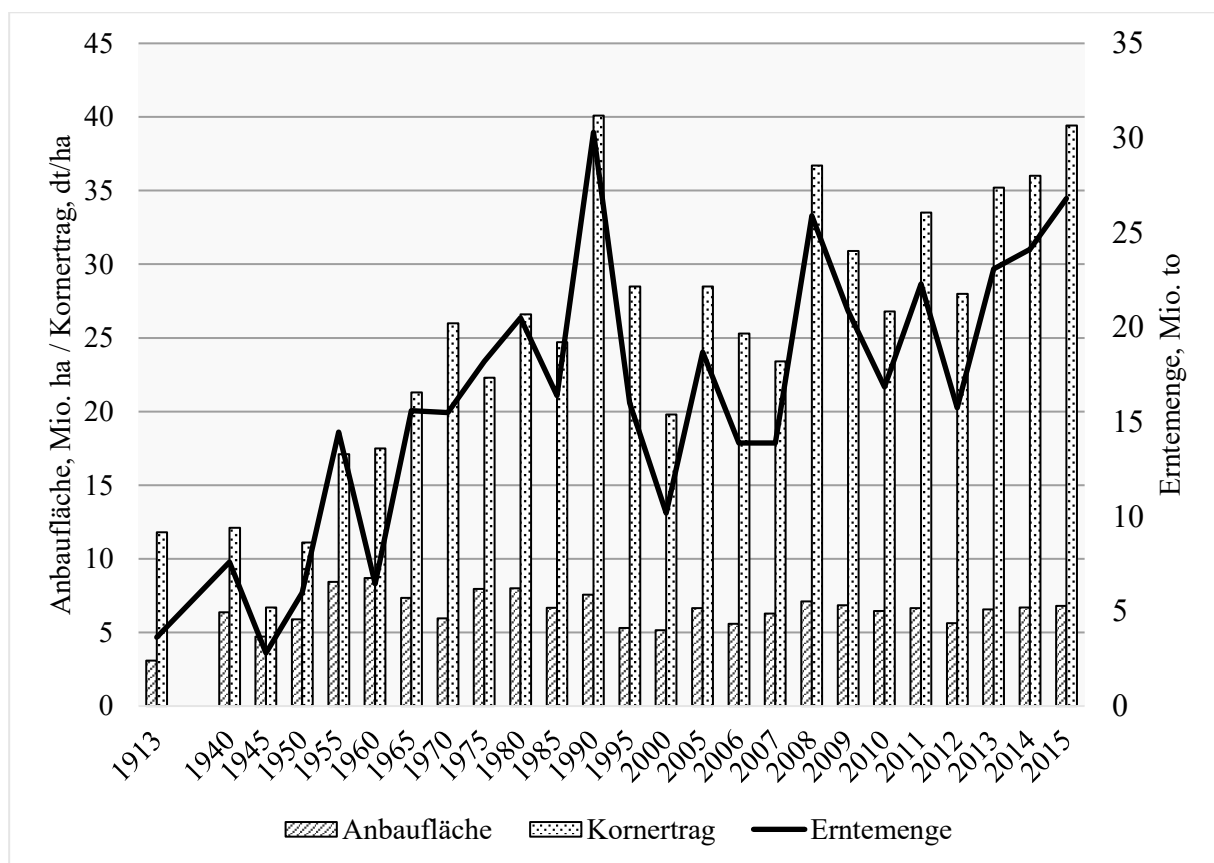


Abbildung 3: Entwicklung der Anbaufläche und der Erträge bei Weizen in der Ukraine in den Jahren 1913 bis zum Jahr 2015 (СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ УКРАЇНСЬКОЇ РСР; ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СТАТИСТИКИ УКРАЇНИ)

Figure 3: Development of crop area and yields of wheat in Ukraine in the years 1913 until 2015 (СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ УКРАЇНСЬКОЇ РСР; ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СТАТИСТИКИ УКРАЇНИ)

Im Zeitraum von 1950 bis 1990 gab es einen Anstieg der Erntemenge sowohl durch den züchterischen Fortschritt als auch durch die Verbesserung des Produktionsverfahrens. Im 1990 kam es zum Zusammenbruch der Wirtschaft und auch zu einem deutlichen Rückgang der landwirtschaftlichen Produktion, bei der Weizenproduktion war sie am höchsten. Ein ausgeprägter Mangel an Betriebsmitteln, die allgemeine kritische Wirtschaftslage im Land und folglich die extensive Kulturführung, führten zur Verringerung der Weizenanbaufläche von 7,57 Mio. ha und der Weizenproduktionsmenge von 30,3 Mio. to im Jahr 1990 auf 5,16 Mio. ha und 10,2 Mio. t im Jahr 2000 (ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СТАТИСТИКИ УКРАЇНИ, 2013). Im Jahr 2015 lag die Weizenfläche in der Ukraine bei 6,8 Mio. ha und der durchschnittliche Kornertrag lag wieder bei 39 dt/ha.

3.5. Produktionstechnische Maßnahmen bei Weizen

3.5.1. Standortanforderungen

Der Ertrag bei Weizen am jeweiligen Standort wird wesentlich von der Jahreswitterung geprägt. Die Auswahl standortangepasster und leistungsfähiger Sorten sowie ein optimiertes Produktionsverfahren ermöglichen eine nachhaltige wirtschaftlich erfolgreiche Weizenproduktion.

Weizen stellt hohe Standortansprüche, vor allem an einen ausgeglichenen Wasser- und Lufthaushalt sowie an ein hohes Nährstoffnachlieferungsvermögen des Bodens. Bevorzugt werden tiefgründige, nährstoffreiche Böden mit ausgeglichener Wasserversorgung, wie Löss-, Lehm Böden, kalkreiche Böden der Flussauen, Marschen und Verwitterungsböden mit neutralem bis alkalischem pH Wert (6,5 bis 7,5). Günstige Wachstumsbedingungen sind durch wintermildes, sommerwarmes und strahlungsintensives Klima gegeben (OEHMICHEN, 1986; BROUWER, 1972). DENNERT und FISCHBECK (1999) führen die Ertragsleistung des Bodens und die Wasserversorgung als ertragsbegrenzende Faktoren an. Als optimale Jahresniederschlagsmenge werden 500 bis 600 mm angeführt, hierbei spielt die Verteilung des Niederschlages eine besondere Rolle. Zu bestimmten Wachstumsphasen reagiert Weizen besonders sensibel auf Trockenheit. DIEPENBROCK et al. (2012) gehen von einem täglichen Wasserbedarf von bis zu 5 mm während der Hauptwachstumsphase Schossen aus.

Neben der optimalen Saatbettvorbereitung ist der standortangemessene Saattermin von Bedeutung. Im pannonischen Trockengebiet Österreichs hat sich die Saatzeit zwischen 10. und 25. Oktober bewährt, während für höhere Lagen im Wald- und Mühlviertel Empfehlungen für Ende September oder Anfang Oktober gegeben werden. Die Pflanzen sollen bis Anfang Dezember das 4-Blatt Stadium beziehungsweise den Bestockungsbeginn (BBCH 21) erreichen, damit noch im Herbst ein effizientes Wurzelsystem ausgebildet wird, dies ermöglicht eine bessere Nutzung der Winterfeuchte. In der Ukraine wird Winterweizen aufgrund einer kürzeren Übergangszeit im Herbst bereits ab Mitte September angebaut. Der Weizenbestand soll in der Bestockungsphase überwintern (КАЛЕНСЬКА et al., 2005).

Die optimale Kornablagentiefe von 2 bis 4 cm soll gewährleistet werden. BROUWER (1972) weist darauf hin, dass eine tiefere Aussaat tiefe die Keimpflanze schwächt und eine flachere Ablage eine Gefährdung für das Auflaufen darstellt.

Weizen weist generell auf fruchtbaren Ackerböden eine bevorzugte Stellung auf, da er die Vorfruchtwirkung optimal nützt, er reagiert aber auch stark auf die Fruchtfolgestellung. Als Vorfrüchte für Weizen werden Feldfutter, Raps, Rüben, Leguminosen und Kartoffeln empfohlen (DACHLER und KÖCHL, 2003; КУЗНЕЦОВА, 2012; ПАЛАМРЧУК, 2015).

3.5.2. Sorte

Aufgrund der unterschiedlichen Anbaueignung sowie der Ertrags- und Qualitätseigenschaften hat die Wahl der Sorte einen erheblichen Einfluss auf den Kornertrag und die Qualität des Erntegutes. Im weiteren sind die Ausbildung des Wurzelsystems, das Nährstoffaneignungsvermögen, das genetische Proteinbildungs- und Proteinumlagerungsvermögen sowie die Stresstoleranz sortenabhängig (SIELING und HANUS, 1997; OBERFORSTER und WERTEKER, 2010; SCHÄFER und MERKER, 2012; MACHOLDT et al., 2013; ZHELEZOVA et al., 2014).

Der Entwicklungsverlauf eines Weizenbestandes ist wesentlich von der Witterung und der Sorte abhängig und wird durch die produktionstechnischen Maßnahmen Saatzeitpunkt und Saatstärke beeinflusst. In der österreichischen beschreibenden Sortenliste des Bundesamtes für Ernährungssicherheit sind zurzeit 82 Winterweizen registriert. Diese Sorten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer agronomisch relevante Merkmale wie Reifezeit, Standfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Witterungsbelastungen, Krankheiten und Schädlinge und der Qualität bzw. des Verarbeitungswertes des Ernteproduktes. Des Weiteren wird die Sorteneignung für bestimmte Boden- und Klimaverhältnisse oder Verwendungszwecke angeführt (AGES, 2016).

3.5.3. Saatstärke

Die Saatstärke ist eine wichtige Einflussgröße zur Optimierung der Bestandesdichte und folglich des Kornertrages. Aus der Saatstärke ergibt sich die Standraumzuteilung der Einzelpflanze und somit auch die intraspezifische Konkurrenz im Bestand um Wasser und Nährstoffangebot (GRUBER et al., 2003; MERKER et al., 2011; SCHÄFER and MERKER, 2012; ТИЩЕНКО et al., 2014). In Österreich wird bei Winterweizen meist eine Saatstärke von 280 bis 300 Korn/m² empfohlen. In der Ukraine wird Winterweizen mit einer Saatstärke von 400 bis 550 Korn/m² angebaut. Das ist einerseits mit dem kurzen Zeitraum für die Herbst- und Frühjahrsbestockung bei kontinentalem Klimaeinfluss und andererseits mit der mittleren Bestockungsfähigkeit der ukrainischen Sorten vorgegeben.

3.5.4. N-Düngungsmanagement

Für ein gesundes Pflanzenwachstum ist eine bedarfsgerechte Ernährung der Pflanzen mit allen Nährstoffen eine wichtige Voraussetzung. Nur bei einer ausgewogenen Pflanzenernährung mit allen Einzelnährstoffen bietet die Gestaltung der N-Düngung eine Möglichkeit zur Ertrags- und Qualitätsoptimierung. Eine Empfehlungsgrundlage für die Stickstoffdüngung bei einer mittleren Ertragserwartung liegt bei 110 bis 130 kg N/ha (BMLFUW, 2006). Für die Erzielung von höheren Erträgen sowie auch hoher Qualität muss die N-Menge entsprechend erhöht werden. Generell wird die dem Weizenertrag angemessene N-Düngung in zwei bis drei Gaben aufgeteilt. Dadurch wird die Stickstoffmenge der witterungsbedingt unterschiedlichen Entwicklung der Bestände angepasst. Besonders in den Trockengebieten ist die N-Aufteilung für eine optimale Bestandesdichte und einen effizienten Wasserverbrauch bei der Ertragsbildung vorteilhaft (STICKSEL et al., 1996; FISCHBECK und DENNERT, 1998; SCHÖNBERGER und BAUER, 2012; СУХОМУД and ЛЮБИЧ, 2013). In der Ukraine erfolgt aufgrund der kürzeren Wachstums- und Entwicklungszeit im Herbst, bedingt durch das kontinentale Klima, häufig eine Herbstdüngung von 30 kg N/ha, dies dient der Förderung der Herbstentwicklung (ГОРОДНИЙ et al., 2013; ЧЕРЕПНОВ et al., 2014).

3.5.5. Generelle Maßnahmen zur Ertragssicherung bei Weizen

Für die Ertragssicherung der Ernte mit intensiveren Produktionsverfahren ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln notwendig. Das ergibt für den Landwirt eine „gewisse Ertragssicherheit“ und für den Konsumenten eine stabile Versorgungssicherheit. Weitere Maßnahmen zur Vermeidung von Ertragseinbußen und zur Ertragssicherung sind die Erhöhung der Standfestigkeit sowie die Gesunderhaltung des Weizenbestandes. Dieses Ziel wird zum Teil durch die Wahl einer geeigneten Sorte, aber hauptsächlich mit dem Einsatz von Wachstumsreglern bzw. von Pestiziden erreicht. Nur durch vernetzte Produktionsmaßnahmen ist eine nachhaltige Weizenproduktion gewährleistet.

3.5.6. Ertrag und Ertragssicherung

3.5.6.1. Bestandesdichte

Die angestrebte Ertragsstruktur hat einen wesentlichen Einfluss auf die Maßnahmen in der optimalen Bestandesführung. Bestandesdichtetypen sichern den Ertrag überwiegend über die

hohe Bestandesdichte ab. Mittlere Kornzahlen pro Ähre, mittleres Tausendkorngewicht und niedrige Einzelährenerträge werden durch die höhere Ährenzahl/m² ausgeglichen.

Korndichtetypen bilden eine hohe Zahl Körner/Ähre und durch diese hohen Kornzahlen pro Ähre wird der Ertrag gesichert. Das Tausendkorngewicht ist bei diesen Sorten meist gering bis mittel. Vertreter dieser Gruppe benötigen zur Ausschöpfung ihres Ertragspotenzials meist höhere Bestandesdichten, da eine niedrige Ährenzahl nur begrenzt durch ein höheres Tausendkorngewicht und höhere Kornzahlen pro Ähre kompensiert werden können.

Einzelährentypen erzielen ihren Ertrag über hohe Kornzahlen pro Ähre und ein hohes Tausendkorngewicht bei geringerer Ährendichte/m².

Die Kompensationstypen können niedrige Bestandesdichten, z.B. aufgrund von Frühjahrstrockenheit, durch höhere Kornzahlen pro Ähre oder ein hohes Tausendkorngewicht ausgleichen. Durch ihr hohes Kompensationsvermögen haben sie eine große ökologische Streubreite und sind für die unterschiedlichsten Anbausysteme und Klimaverhältnisse gut geeignet (AGES, Österreichische beschreibende Sortenliste, 2016). Die Zuteilung der Sorten in die Typen ist meist nicht eindeutig und der Übergang ist fließend.

3.5.6.2. Strohertrag und Harvestindex

Der Harvestindex ist das Verhältnis von Korngewicht zur gesamten Spross-Biomasse in der Vollreife. Ziel der Weizenzüchtung ist ein hoher Kornertrag und dadurch hat sich in den letzten Jahren, bei nahezu gleichbleibender oberirdischer Gesamtbiomasse, der Ernteindex von 0,33 bis auf 0,56 verschoben.

3.6. Qualitätsweizenproduktion

Wie aus zahlreichen Studien bekannt, ist die Qualität des Weizenkorns stark sortenabhängig (FISCHBECK et al., 1992; DIEKMANN, 2002; КАЛЕНСЬКА, 2002; КОЗЕЧКО, 2014). Die Produktion von Qualitäts- und Premiumweizen ist in Österreich nur mit Sorten der Backqualitätsgruppe 7 bis 9 möglich.

Das österreichische Qualitätsweizenproduktionsgebiet beschränkt sich auf Niederösterreich, insbesondere auf das westliche und östliche Weinviertel und das Wiener Becken sowie das nördliche und mittlere Burgenland. Speziell im pannonischen Trockengebiet wird bei Weizen eine sehr hohe Backqualität erzielt. Im westlichen Niederösterreich, in Oberösterreich und den übrigen Anbauregionen Österreichs sind die Qualitätseigenschaften des Erntegutes meist niedriger als im pannonischen Raum. In der Ukraine sind die Steppe und Waldsteppe (ca. 4 Mio. ha Weizenfläche = 60 % der gesamten Weizenanbaufläche der Ukraine) für eine Qualitätsweizenproduktion geeignet. Die Boden- und Klimabedingungen sind für den Weizenanbau optimal.

3.6.1. Rohproteingehalt

Der Rohproteingehalt im Korn ist für die Backqualität des Weizens im hohen Ausmaß verantwortlich. Der Rohproteingehalt wird durch die Höhe der Stickstoffgesamtdüngung, aber im Besonderen durch den Zeitpunkt der N-Düngung beeinflusst. Mit zunehmendem N-Angebot wird der Gehalt an Stickstoffverbindungen in der Pflanze erhöht. Mit einer späten N-Düngung erfolgt eine gezielte Wirkung auf den höheren Rohproteingehalt im Korn. Bei Winterweizen wird zur Erzielung hoher Kornqualitäten (Qualitätsweizens mind. 14,0 % Rohprotein; Premiumweizens mind. 15,0 % Rohprotein) eine Aufteilung der Stickstoffdüngungsmenge auf drei Termine (zu Vegetationsbeginn, vor dem Schossen, vor dem Ährenschieben) empfohlen (FISCHBECK et al., 1997; OSMAN, 2000; SCHÖNBERGER und BAUER, 2012; ELLERT und REICHERT, 2014; OBERFORSTER, 2014; КОЗЕЧКО, 2014).

3.6.2. Hektolitergewicht

Das Hektolitergewicht dient überwiegend der Vorausbestimmung der Mahlfähigkeit. Obwohl keine enge Korrelation zwischen dem Hektolitergewicht und der Mehlausbeute oder der Mehqualität innerhalb der Art vorliegt, wird das Hektolitergewicht seit mehr als einhundert Jahren als eine einfache und indirekte Methode als Qualitätsmaß für Getreide ermittelt. Das

Hektolitergewicht ist aufgrund der Kornoberfläche, der Kornform und der Kornzusammensetzung art- und sortenspezifisch. Neben der Sorte haben Witterung, Saatstärke und Bestandesführung Einfluss auf die Höhe des Wertes.

3.6.3. Fallzahl, Sedimentationswert, Feuchtklebergehalt

Die **Fallzahl**bestimmung erfolgt meistens nach der Methode ICC 107/1. Die Fallzahl ist die Zeit in Sekunden, die zum Rühren benötigt wird und die Zeit in der ein Rührer in der Viskosimeter-Röhre eine definierte Entfernung durch ein heißes Wasser, Schrot-, Mehl- oder Stärke-Gel, das sich in der Verflüssigung befindet, sinkt. Die Fallzahlmethode bestimmt die Alpha-Amylaseaktivität unter Verwendung der Stärke der Probe als Substrat. Die Methode beruht auf der raschen Verkleisterung einer wässrigen Suspension aus Mehl oder Schrot im kochenden Wasserbad und der nachfolgenden Messung der Verflüssigung des Stärke-Gels durch die Alpha-Amylase in der Probe.

Der **Sedimentationswert** ist ein Maß für die Proteinqualität, wird aber auch von der Proteinmenge und der Kornhärte beeinflusst. Gemessen wird er als Absetzvolumen des in verdünnter Milchsäure gequollenen Mehles. Der Sedimentationswert ist wesentlich stärker genetisch fixiert als der Proteingehalt. Premiumweizenpartien weisen Werte von mindestens 55 ml, Qualitätsweizenpartien von mindestens 50 ml auf, bei Mahlweizen werden die in den meisten Verträgen geforderten 35 ml oft nicht erreicht. Von einer Sorte mit niedriger Proteinqualität kann keine Qualitätsweizenpartie erzeugt werden, selbst wenn der Proteingehalt die 14,0 %-Grenze überschreiten sollte. Parteien unter 22 ml sind nicht mehr interventionsfähig (AGES, Österreichische beschreibende Sortenliste, 2016).

Feuchtkleber (Gluten) bildet sich im Getreide aus den wasserunlöslichen, aber quellfähigen Eiweißstoffen Gliadin und Glutenin. Die Bildung des Kleberstoffes erfolgt während des Knetens. Bei der Bestimmung des Feuchtklebergehaltes wird der Teig mit Kochsalzlösung behandelt, wobei die Stärke gewegewaschen wird. Der Kleber wird in der Zentrifuge getrocknet und der Feuchtklebergehalt in % bestimmt.

3.6.4. Alveogramm

Eine steigende Bedeutung bei der Beurteilung der Weizenqualität hat die Untersuchung mit dem Chopin Alveograph. Das Alveogramm wird oft für den Exportmarkt nach Italien verlangt. Die Messung erfolgt nach einer Teigruhe von 20 Minuten durch Aufblasen einer Teiglamelle bis zum Platzen. Dabei werden die Druckvorgänge während der Teiggärung, die Elastizität der

Teigblase und somit das Gashaltvermögen erfasst. Das Alveogramm stellt den Druckverlauf beim Aufblasen des Teiges dar.

3.6.5. Backqualität in Österreich und in der Ukraine

3.6.5.1. Backqualität in Österreich

Unter einer guten Backfähigkeit versteht man die Fähigkeit des Mehles, ein lockeres, voluminöses und äußerlich ansprechendes Gebäck auszubilden. Das Österreichische Backqualitätsschema '94 differenziert neun Backqualitätsgruppen (BQG), wobei die Sorten der BQG 9 eine sehr hohe und die Sorten der BQG 1 eine sehr niedrige Backfähigkeit aufweisen (umgekehrte Skalenrichtung!). Die Einstufung erfolgt aufgrund von zwei Merkmalen aus dem Semmelbackversuch mit Rapid-Mix-Teigbereitung (Modifizierter RMT-Backversuch), vier indirekten Parametern und drei Kennzahlen aus teigrheologischen Untersuchungen (Farinogramm, Extensogramm). Für die Merkmale sind Mindestausprägungen festgelegt, eine zu geringe Ausprägung einzelner Merkmale kann durch eine verbesserte Ausprägung anderer rechnerisch teilweise ausgeglichen werden. Eine zu geringe Ausprägung des Backvolumens ist jedoch ebenso wenig kompensierbar, wie Mängel in der Verarbeitungseignung der Teige (AGES, Österreichische beschreibende Sortenliste, 2016).

Der modifizierte Rapid-Mix-Test (Semmelbackversuch) ist dem hoch mechanisierten Bäckereibetrieb mit schnell arbeitenden Knetmaschinen nachempfunden.

Für die Vermarktung und Verwertung ist die Einstufung in eine Backqualitätsgruppe von Bedeutung. Diese werden in Österreich in drei Gruppen 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 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 und 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 Ethanolherzeugung und die Weizenstärkeproduktion. Kleinere Mengen werden als Brauweizen vermälzt oder als Nahrungsmittel für die Herstellung von Flocken, Graupen, Grieß, Speisekleie benötigt. Seit dem Jahr 2013 werden große Mengen Weizenstärke erzeugt (Tab. 4).

Tabelle 1: Qualitätskriterien bei Weizen in Österreich (AGES, Österreichische beschreibende Sortenliste, 2016)

Table 1: Quality criteria for wheat in Austria (AGES, Österreichische beschreibende Sortenliste, 2016)

Kriterium	Premiumweizen	Qualitätsweizen	Mahlweizen	Futterweizen
BQG der Sorte	7 - 9	7 - 9	7-9, 3-6	–
Hektolitergewicht, kg	Basis 80, mind. 78	Basis 80, mind. 76	Basis 78	Basis 70
Fusarium Körner, %	max. 1,0	max. 1,0	max. 1,0	max. 1,0
Auswuchs, %	max. 2,5	max. 2,5	max. 2,5	max. 10,0
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, s	mind. 280	mind. 250	mind. 220	
DON/ZEA, µg kg	≤1250/100	≤1250/100	≤1250/100	≤1250/100

3.6.5.2. Backqualität in der Ukraine

Die Einstufung der Weizensorten hinsichtlich der Backqualität in der Ukraine erfolgt aufgrund der dreijährigen amtlichen Sortenprüfung. Für die Qualitätsbeurteilung werden indirekte Qualitätsparameter (Rohprotein- und Feuchtklebergehalt, Index der Kleberelastizität (IDK), Glasigkeit, Fallzahl) und direkte technologischen Qualitätsgrößen (Index der Kornhärte, Teig- und Backeigenschaften) herangezogen.

Die Weizensorten werden in vier Qualitätsgruppen eingeteilt: Qualitätsweizen (mit Aufmischcharakter), Mahlweizen, Füllweizen und Weizen minderer Backqualität (Tab. 2).

Die für den Weizenhandel grundlegenden Qualitätsanforderungen sind im nationalen Standard der Ukraine DSTU 3768:2010 „Weizen. Spezifikation“ festgelegt. Gemäß diesem wird Weichweizen (*Triticum aestivum*) nach Qualitätseigenschaften in 6 Handelsklassen eingeteilt: die Klassen 1-3 (Gruppe A), die Klassen 4-5 (Gruppe B) und die Klasse 6. Der Weizen der Gruppe A wird ausschließlich als Brotweizen und der Gruppe B sowie der Klasse 6 für menschliche und tierische Ernährung verwendet.

Tabelle 2: Qualitätskriterien bei Weizen in der Ukraine (ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2010; СОРОКА, В; АНДРЮЩЕНКО et al., 2011)

Table 2: Quality criteria for wheat in Ukraine ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2010; СОРОКА, В; АНДРЮЩЕНКО et al., 2011)

Qualitätsparameter	Qualitätsgruppen und Klassen					
	Gruppe A			Gruppe B		-
	Kl. 1	Kl. 2	Kl. 3	Kl. 4	Kl. 5	Kl. 6
Litermasse, min. g/l	760	740	730	710	690	unbegrenzt
Glasigkeit, min. %	50	40	unbegrenzt			
Fusarium	im Rahmen der Menge beschädigter Körner					
Proteingehalt (i.TS), %	14,0	12,5	11,0	12,5	10,5	unbegrenzt
Feuchtklebergehalt, mind. %	28,0	23,0	18,0	unbegrenzt		
Kleberqualität: Gruppe Einheiten IDK	I – II 45-100	I – II 45-100	I – II 20-100	unbegrenzt		
Fallzahl, min. s	220	180	150	150	130	unbegrenzt

4. MATERIAL UND METHODE

4.1. Großraum und Klima

Die dreijährigen Parzellenfeldversuche (2012 bis 2014) wurden in Österreich auf zwei Versuchsstandorten (Kautzen und Leopoldsdorf i.M.) und an einem in der Ukraine (Kiew) durchgeführt, sie repräsentieren die bedeutenden Weizenproduktionsgebiete in Zentral- und Osteuropa (Abb. 4). Der Standort Leopoldsdorf i.M. im österreichischen Trockengebiet, sollte den Standort mit einer höheren, der Standort Kiew mit einer mittleren, aber durch das kontinentale Klima erheblich schwankenden, Ertragslage repräsentieren. Kautzen im Waldviertel mit einer niedrigeren Jahresmitteltemperatur war optimal für einen kühleren und weniger günstigen Standort. Die drei Standorte unterscheiden sich wesentlich durch die mittlere Jahrestemperatur, in der Niederschlagsverteilung sowie im Bodentyp und der Bodenart (Tab. 3).

Tabelle 3: Klima und Boden der Versuchsstandorte in Österreich und der Ukraine

Table 3: Climate and soil conditions at the trial sites in Austria and Ukraine

Standortfaktor	Standort		
	Kautzen	Leopoldsdorf i.M.	Kiew
Mittlere Jahrestemperatur, °C	7,1°C	9,8 °C	8,1 °C
Mittlere jährliche Niederschlagssumme	616 mm	520 mm	510 mm
Klima	semiarid-baltisch	semiarid-pannonisch	semiarid-gemäßigt kontinental
Bodentyp	Reliktpseudogley	Tschernosem	Tschernosem
allgemeine Bodenbewertung*	mittelwertiges Ackerland	hochwertiges Ackerland	hochwertiges Ackerland

* Bodenbewertung: minder-, mittel- und hochwertiges Ackerland



Abbildung 4: Versuchsstandorte in Österreich und in der Ukraine

Figure 4: Trial sites in Austria and Ukraine

4.1.1. Versuchsstandort Kautzen

Der Standort Kautzen befindet sich im Norden Niederösterreichs, im östlichen Teil der Mittellage des Waldviertels im Produktionsgebiet „Wald- und Mühlviertel“ (www.statistik.at). Der Bodentyp ist ein mittelhumoser, wechsel-feuchter Reliktpseudogley mit geringer Durchlässigkeit und hoher Speicherkraft. Die Versuchsfläche am Standort Kautzen befindet sich am landwirtschaftlichen Betrieb Scherner GmbH, Illmauerstraße 1, 3851 Kautzen.

4.1.2. Versuchsstandort Leopoldsdorf im Marchfeld

Der Versuchsstandort Leopoldsdorf im Marchfeld (nachfolgend Leopoldsdorf i.M.) liegt östlich von Wien und nördlich der Donau, er befindet sich im westlichsten Teil des pannonischen Großraumes, im Hauptproduktionsgebiet „Nordöstliches Flach- und Hügelland“ (NESTROY, 1979). Das Klima ist semiarid und trocken, der Standort ist windreich. Am Standort Leopoldsdorf i.M. beträgt die langjährige mittlere Niederschlagssumme 520 mm, die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 9,8 °C, wobei ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur um ca. 1 °C durch den Klimawandel berichtet wird (MÜLLER, 1993; FORMAYER, 2007).

Die Versuchsdurchführung am Standort Leopoldsdorf i.M. im Marchfeld erfolgte am landwirtschaftlichen Betrieb Prosoroff'sche Gutsverwaltung KG, Hauptstraße 45, 2285 Leopoldsdorf im Marchfelde.

4.1.3. Versuchsstandort Kiew

Der Versuchsstandort Kiew liegt in der Zentralukraine, 30 km südlich von Kiew und wird dem Großraum „Rechtsufrige Waldsteppenzone“, dem gemäßigt kontinentalen Klimaraum zugeordnet. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge beträgt 510 mm, weist aber große jährliche Schwankungen im Bereich von 250 mm bis 730 mm auf. Der Niederschlag verteilt sich innerhalb des Jahres ungleichmäßig – im warmen Zeitraum von April bis Oktober fällt eine Niederschlagsmenge von ca. 300 mm.

Die langjährigen Mittelwerte bei Monatstemperatur und Niederschlag (Abb. 2) weisen auf die deutlich niedrigeren Winter- und höheren Frühjahrs- und Sommertemperaturen am Standort Kiew im Vergleich zu den Standorten in Österreich hin. Der extrem kurzzeitige Übergang in den Winter und der schnelle Temperaturanstieg im Frühjahr sind für den ukrainischen Standort ein spezielles Charakteristikum.

4.2. Boden und Witterung an den Versuchsstandorten

Die drei Versuchsstandorte zeichnen sich durch deutlich unterschiedliche Klimabedingungen aus, die eine standortsbezogene optimierte sortenspezifische Bestandesführung für die Qualitätsweizenproduktion ermöglicht. Eine Übersicht über die langjährigen Mittelwerte bei Monatstemperatur und Niederschlag gibt Abb. 5.

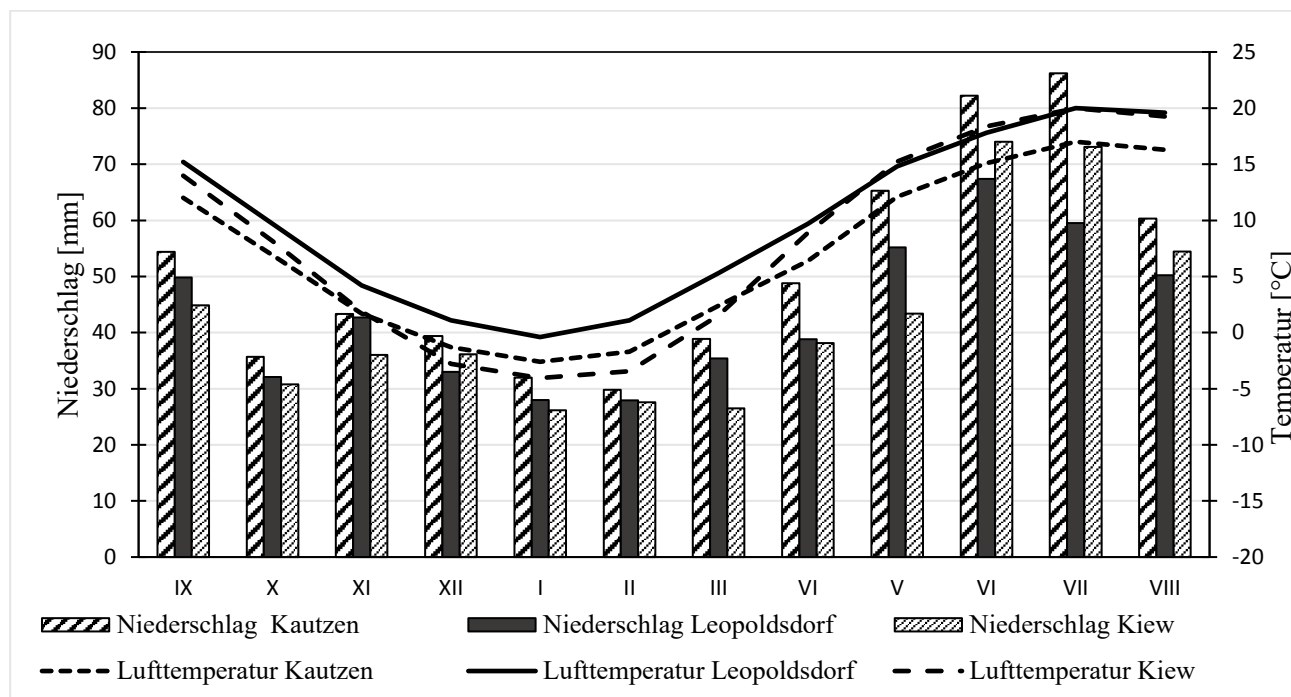


Abbildung 5: Niederschlag [mm] und Temperatur [°C] im langjährigen Monatsmittel (1971 bis 2000) nach Monaten an den Versuchsstandorten Kautzen, Leopoldsdorf i.M. und Kiew

Figure 5: Precipitation [mm] and temperature [° C] in the long-term monthly average (1971 until 2000) at the trial sites Kautzen, Leopoldsdorf i.M. and Kiew

4.2.1. Boden und Witterung am Versuchsstandort Kautzen

Der Bodentyp am Versuchsstandort Kautzen ist ein Reliktpseudogley und wird in der österreichischen Bodenkartierung als mittelhumos, wechselfeucht mit geringer Durchlässigkeit, hoher Speicherkraft, beschrieben. Die Dichtlagerung verursacht kurzzeitig Tagwasserstau und örtlich oberflächliches Abfließen des Niederschlagswassers. Das Bodenprofil besteht aus drei Horizonten: A_p (20-30) - sandiger Schluff oder sandiger Lehm ohne oder mit geringem Grobanteil; E (40-55) - lehmiger Schluff oder sandiger Lehm ohne oder mit geringem Grobanteil; SC_{vrel} (100) - schluffiger Lehm oder sandiger Lehm ohne oder

mit geringem Grobanteil (Grus, Steine) (BFW, 2008). Der Boden wird als mittelwertiges Ackerland bewertet (NESTROY et al., 2011).

Den Witterungsverlauf am Standort Kautzen zeigt Tab. 4. Im Vegetationsjahr 2012 gab es über dem langjährigen Durchschnitt liegend hohe Niederschlagsmengen im Juni, Juli und August. Die mittlere Februaratemperatur von -6,5° C lag weit unter dem langjährigen Mittel. Im Jahr 2013 gab es in den Monaten Mai und Juni hohe Niederschlagsmengen, mit einer Niederschlagssumme von 385 mm. Überdurchschnittlich hohe Lufttemperaturen und Niederschläge gab es im Jahr 2014. Der Monat Mai mit insgesamt 255 mm war der niederschlagsreichste Monat. Die hohen Niederschlagsmengen im Juli und August 2014 verzögerten den optimalen Erntetermin.

Tabelle 4: Niederschlag [mm] und Temperatur [°C] im Monatsmittel von September bis August in den Vegetationsjahren 2012, 2013 und 2104 im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel (1971 bis 2000), Standort Kautzen

Table 4: Precipitation [mm] and temperature [° C] in the monthly average from September to August in the vegetation years 2012, 2013 and 2104 compared to the long-term monthly average 1971 until 2000), trial site Kautzen

Erfassungszeitraum	Vegetationsperiode Monat											
	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug
LJM, 1971-2000												
Niederschlag mm	54	36	43	39	32	30	39	49	65	82	86	60
Temperatur °C	12,0	6,9	1,7	1,3	-2,6	-1,7	2,4	6,4	12,1	15,1	17,0	16,3
2011/2012												
Niederschlag mm	77	69	1	27	93	40	17	51	57	118	192	126
Temperatur °C	14,1	6,9	1,7	1,4	-0,7	-6,5	4,3	7,5	13,9	16,9	17,9	17,7
2012/2013												
Niederschlag mm	71	47	30	58	100	44	31	12	156	229	74	61
Temperatur °C	12,5	6,8	3,9	-1,5	-2,1	-2,1	-0,7	7,8	11,8	15,6	19,4	17,5
2013/2014												
Niederschlag mm	82	38	31	19	32	12	33	24	225	50	90	95
Temperatur °C	11,8	8,2	3,3	0,5	-0,2	0,8	5,4	9,0	11,6	16,2	18,8	15,3

4.2.2. Boden und Witterung am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M.

Der Bodentyp am Versuchsstandort ist nach der österreichischen Bodenkartierung ein tiefgründiger mittelhumoser Tschernosem aus kalkhaltigen Feinsedimenten, mäßig trocken mit mäßiger Speicherkraft und mittlerer Durchlässigkeit. Die Horizonte A_{1p} (30), A₂ (50) und AC (60) bestehen aus feinsandigem Lehm oder lehmigem Schluff und der C Horizont (100) aus

lehmigem Sand oder lehmigem Schluff. Der Boden wird als hochwertiges Ackerland bewertet (BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT, 1993; BFW, 2008).

Am Standort Leopoldsdorf i.M. (Tab. 5) gab es im Vegetationsjahr 2012 äußerst ungünstige Witterungsbedingungen, eine lange Trockenperiode im März und wenige Niederschläge im Frühjahr, die sich negativ auf den Kornertrag auswirkten. Die mittlere Lufttemperatur blieb im gesamten Jahr überdurchschnittlich hoch, besonders im Juni lag sie um 3,2° C über dem langjährigen Mittel. Im Jahr 2013 war der Mai und der Juni besonders niederschlagsreich, die Monate April und Juli waren hingegen trocken. Das Vegetationsjahr 2014 war geprägt von einem milden und trockenen Winter. Die Monate April, Mai und Juli 2014 waren sehr feucht und die Lufttemperatur lag konstant überdurchschnittlich hoch.

Tabelle 5: Niederschlag [mm] und Temperatur [°C] im Monatsmittel von September bis August in den Erntejahren 2012, 2013 und 2014 im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel (1971 bis 2000), Standort Leopoldsdorf i.M.

Table 5: Precipitation [mm] and temperature [° C] in the monthly average from September to August in the vegetation years 2012, 2013 and 2014 compared to the long-term monthly average (1971 until 2000), trial site Leopoldsdorf i.M.

Erfassungszeitraum	Vegetationsperiode Monat											
	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug
LJM, 1971-2000												
Niederschlag mm	50	32	43	33	28	28	35	39	55	67	60	50
Temperatur °C	15,2	9,7	4,2	1,1	-0,4	1,1	5,3	9,7	14,8	17,8	20,0	19,6
2011/2012												
Niederschlag mm	25	51	0	11	34	10	16	26	27	47	140	42
Temperatur °C	17,8	9,8	3,2	3,6	2,6	-2,3	8,0	11	16,9	21,0	21,9	21,7
2012/2013												
Niederschlag mm	37	45	20	31	44	35	26	11	88	104	12	56
Temperatur °C	16,7	10,1	6,9	0,5	0,4	1,1	2,9	11,7	15,4	18,8	22,6	21,1
2013/2014												
Niederschlag mm	84	26	40	7	4	28	10	126	105	52	109	116
Temperatur °C	15,2	10,9	6,2	3,2	2,3	3,7	8,8	12,0	14,9	19,2	21,8	19

4.2.3. Boden und Witterung am Versuchsstandort Kiew

Der Bodentyp ist ein typischer Tschernosem, er ist tiefgründig, mittelhumos und feinsandig-lehmig und besteht aus 39 % Ton und 61 % Sand. Der Humusgehalt im gepflügten Oberboden im Horizont A_p, bis 25 cm Bodentiefe, beträgt 4,6 %. Im Unterboden von 25 bis 50 cm Bodentiefe liegt er bei 4,2 %. Das Grundwasser befindet sich in 3 bis 4 m Tiefe. Der Boden des

Versuchsstandort Kiew ist für den Großraum Waldsteppenzone der Ukraine repräsentativ. Der Anteil der Waldsteppenzone an der Gesamtbodenfläche in der Ukraine liegt bei ca. 55 %. Die Witterungsdaten am Standort Kiew zeigt Tab. 6. Im Vegetationsjahr 2011/12 gab es günstige Aufgangsbedingungen. Von September bis Ende November gab es wenig Niederschlag sowie überdurchschnittlich hohe Temperaturen von April bis zur Ernte (Juli 2012). Im Vegetationsjahr 2012/13 gab es einen extrem warmen Herbst (das Temperaturmittel lag im November 2,5 °C über dem langjährigen Mittelwert). Dies führte zu einer ungewöhnlich langen Vegetationszeit im Herbst. Die besonders tiefen Temperaturen im März 2013 verkürzten nachfolgend den Zeitraum bei der Frühjahrsbestockung. Das Jahr 2014 zeichnete sich durch hohe Temperaturen im März aus (3,9° C über dem langjährigen Monatsmittel), wodurch eine optimale Frühjahrsentwicklung des Weizenbestandes gegeben war.

Tabelle 6: Niederschlag [mm] und Temperatur [°C] im Monatsmittel von September bis August in den Erntejahren 2012, 2013 und 2014 im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel (1971 bis 2000), Standort Kiew

Table 6: Precipitation [mm] and temperature [°C] in the monthly average from September to August in the vegetation years 2012, 2013 and 2014 compared to the long-term monthly average (1971 until 2000), trial site Kiev

Erfassungszeitraum	Vegetationsperiode Monat											
	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug
LJM, 1971-2000												
Niederschlag mm	45	31	36	36	26	28	26	38	43	74	73	54
Temperatur °C	14,0	8,2	1,9	-2,8	-4,1	-3,4	1,5	8,9	15,2	18,4	20,0	19,3
2011/2012												
Niederschlag mm	15	69	2	33	88	54	47	46	48	64	83	57
Temperatur °C	15,8	7,6	2,7	2,1	-4,6	-11,9	1,1	11,4	17,9	20,8	23,2	20,6
2012/2013												
Niederschlag mm	34	58	41	78	78	80	12	49	53	53	23	53
Temperatur °C	16,2	10,2	4,4	-6,1	-5,5	-0,9	-1,7	10,8	19,7	21,5	20,8	20,9
2013/2014												
Niederschlag mm	24	11	69	19	49	11	16	29	40	42	144	44
Temperatur °C	13,4	10,2	7,0	-0,7	-5,5	-0,8	5,4	9,2	16,4	17,4	21,1	20,0

4.3. Methode

4.3.1. Versuchsanlage - Varianten

Die Parzellenfeldversuche wurden an allen drei Standorten nach einem einheitlichen Schema durchgeführt.

Die Wirkung der Faktoren Sorte, Standort, Stickstoffdüngungsmanagement und unterschiedliche Saatstärke wurde auf Kornertrag und Kornqualität beurteilt. Für den Faktor **Sorte** gab es sechs Stufen (=Sorten). Die Sortenwahl umfasste vier Qualitätsweizensorten Capo, Josef, Midas (Österreich) und Lybid (Ukraine) sowie zwei Mahlweizensorten Balaton (Österreich) und Poliska 90 (Ukraine). Im unterschiedlichen **N-Düngungsmanagement** gab es vier N-Düngungsvarianten mit N-Aufteilung: N_1 = ohne Düngung, N_2 = 120 kg N/ha (Frühjahrsbestockung 60 kg/ha, Schossen 60 kg/ha), N_3 = 180 kg N/ha (Frühjahrsbestockung 60 kg/ha, Schossen 60 kg/ha, Ährenschieben 60 kg/ha), N_4 = 150 kg/ha (Herbstgabe 30 kg/ha, Frühjahrsbestockung 60 kg/ha, Schossen 60 kg/ha). Als weiteren Faktor gab es die unterschiedlichen **Saatstärken** mit drei Stufen 300, 400 und 500 Korn/m².

Der Versuch wurde als dreifaktorielle Streifen-Spaltanlage mit drei Wiederholungen angelegt (Abb. 6). Die Nettoparzellengröße war 25 m², die Nettoversuchsfläche an jedem Standort und in jedem Jahr betrug 5400 m². Der Versuch bestand aus 72 Prüfglieder (6 Sorten x 4 N-Düngungsvarianten x 3 Saatstärken), die gesamte Parzellenzahl lag bei 216 (72 Prüfglieder x 3 Wiederholungen) pro Standort und Jahr. Die Faktoren Sorte und Düngungsvariante wurden in den Wiederholungen randomisiert. Eine Übersicht über den Versuch am Beispiel des Standortes Leopoldsdorf i.M. im Jahr 2012 gibt Abb. 7.

N3	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	Wiederholung 3
N2	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	
N4	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	
N1	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	
	Lybid			Josef			Midas			Balaton			Capo			Poliska 90			
N3	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	Wiederholung 2
N2	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	
N4	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	
N1	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
	Midas			Poliska 90			Capo			Lybid			Josef			Balaton			
N4	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	Wiederholung 1
N2	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
N1	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
N3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	Capo			Balaton			Josef			Poliska 90			Midas			Lybid			
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	

Nettoparzellengröße: 25 m²

Nettoversuchsfläche: 5.400 m², Bruttoversuchsfläche: 8.000 m²

Winterweizensorten: Balaton, Capo, Josef, Lybid, Midas, Poliska 90

N-Düngungsvarianten: N₁ (0 kg/ha N); N₂ (120 kg/ha N); N₃ (180 kg/ha N); N₄ (150 kg/ha N)

Saatstärken: 300 Korn/m²; 400 Korn/m²; 500 Korn/m²

1-216: laufende Parzellennummerierung

Abbildung 6: Versuchsanlage-Skizze der drei Versuchsstandorte in den Jahren 2012 bis 2014

Figure 6: Experimental facility layout at three trial sites in the years 2012 until 2014



Abbildung 7: Versuch am Standort Leopoldsdorf i.M., Jahr 2012
Figure 7: Trial at the site Leopoldsdorf i.M., year 2012

4.3.2. Sortenbeschreibung

Balaton

Die Sorte Balaton ist ein sehr früher (APS 2), kurzalmiger (APS 2) Kolbenweizen mit einer sehr guten Standfestigkeit (APS 2). Das Zulassungsjahr war 2008. Die Sorte zeichnet sich durch ein hohes Ertragspotenzial in allen Gebieten Österreichs, eine gute Resistenz gegenüber Mehltau (APS 4) und Ährenfusarium (APS 5) aus. Die Sorte Balaton wurde als schwacher Mahlweizen (BQG 3) eingestuft und weist ein mittleres Hektolitergewicht (APS 5) auf.

Capo

Die Sorte Capo, ein begannter Qualitätsweizen, wurde bereits 1989 in die österreichische Sortenliste eingetragen. Er weist eine rasche Jugendentwicklung, eine gute Unkrautunterdrückung sowie eine frühe Abreife (APS 3) auf. Die Sorte Capo zeichnet sich durch eine hohe ökologische Streubreite und eine hohe Ertragsstabilität aus, vor allem im Trockengebiet. Die Sorte Capo verfügt über eine hohe Bestockungsfähigkeit und überdurchschnittlich hohe Wuchshöhe (APS 7). Die mittlere Standfestigkeit wurde mit Ausprägungsstufe (APS) 6,5 eingestuft. Bei der Sorte Capo ist eine Halmverkürzung empfehlenswert. Durch die hohe Krankheitsresistenz, insbesondere gegen Braunrost (APS 5), Ährenfusarium (APS 4), Gelbrost (APS 3) und Mehltau (APS 5) wird die Sorte Capo europaweit auch in der biologischen Produktion angebaut. Ein hohes Hektolitergewicht (APS 2) und eine sehr hohe Backqualität (BQG 7) sind ein weiteres Charakteristikum. Die empfohlene Saatstärke liegt bei ca. 300 Korn/m².

Josef

Die Sorte Josef ist ein Grannenweizen mit früher Abreife (APS 3). Die Eintragung der Sorte in die österreichische Sortenliste erfolgte im Jahr 1993.

Die Sorte Josef ist eine im Trockengebiet relativ ertragssichere Sorte mit einem hohen Hektolitergewicht (APS 3). Die Sorte zeigt eine ausreichende Resistenz gegenüber den bedeutendsten Blattkrankheiten wie Mehltau (APS 5), Braunrost (APS 6) und Ährenfusarium (APS 4). 2014 erfolgte die Umstufung der Sorte Josef hinsichtlich der Gelbrostanfälligkeit in die Ausprägungsstufe 7. Die Sorte ist in der Wuchshöhe mittelhoch mit mittlerer Standfestigkeit (APS 5).

Die Sorte Josef ist eine Qualitätsweizensorte der BQG 7 und zeichnet sich durch einen hohen Proteingehalt aus. Die empfohlene Saatstärke liegt bei ca. 300 Korn/m².

Midas

Die Sorte Midas, ein Grannenweizen, wurde im Jahr 2008 in Österreich zugelassen. Sie zeichnet sich durch eine gute Winterfestigkeit (APS 4), frühe Abreife (APS 4) und relativ gute Standfestigkeit (APS 5) bei einer mittleren Wuchshöhe (APS 5) aus. Midas weist eine sehr hohe Ertragsleistung (APS 2) und eine gute Anpassungsfähigkeit an die unterschiedlichen Witterungsbedingungen im semiariden Produktionsgebiet auf. Die Sorte verfügt über eine sehr gute Resistenz gegen Mehltau (APS 3) und Ährenfusarium (APS 3), die Kornausbildung ist gut.

Die Sorte Midas ist eine Qualitätsweizensorte (BQG 7). Durch die sehr hohe Kornertragsleistung (APS 2 im semiariden Trockengebiet) benötigt sie aber eine hohe N-Ährengabe zur Erreichung des hohen Rohroteingehaltes. Die empfohlene Saatstärke liegt bei ca. 300 Korn/m².

Poliska 90

Die Sorte Poliska 90 ist eine stabile Grannenweizensorte, die 1994 in der Ukraine zugelassen wurde. Sie war relativ lang die Vergleichssorte für die Sortenwertprüfung in den Produktionsgebieten Waldzone und Waldsteppenzone der Ukraine.

Die Sorte ist langhalmig bei mittlerer Standfestigkeit. Die Sorte Poliska 90 verfügt über eine hohe Winterfestigkeit und Trockenresistenz, zeigt eine sehr gute Resistenz gegenüber Auswuchs. Bei der Qualitätsbewertung liegt Poliska 90 im Bereich Mahlweizensorte. Die empfohlene Aussaatdichte liegt bei 400 bis 500 Korn/m².

Lybid

Die Sorte Lybid, ein Kolbenweizen, wurde in der Ukraine im Jahr 2006 eingetragen. Die Sorte ist frühreif, mittellang und ausreichend standfest. Die Sorte Lybid zeichnet sich durch sehr gute Winterfestigkeit sowie eine ausreichende Krankheitsresistenz aus. Die Sorte Lybid ist in der Ukraine als Qualitätsweizensorte eingestuft. Die empfohlene Saatstärke liegt bei 400 bis 500 Korn/m².

4.3.3. Bestandesgründung und Bestandesführung bei Weizen

Auf allen Standorten und Jahren war einheitlich Winterkörnerraps die Vorfrucht. Die Bodenbearbeitung wurde nach guter fachlicher Praxis und standortsüblich durchgeführt. Die Kornablagertiefe von 3-4 cm wurde auf den Versuchsstandorten gewährleistet.

4.3.3.1. Saat und Sätermin

Auf allen Versuchsstandorten und Jahren erfolgte nach der Saatbeetvorbereitung die Saat mit einer Parzellensämaschine. Am Versuchsstandort Kautzen erfolgte die Aussaat in den Versuchsjahren am 05.10.2011, am 04.10.2012 und am 09.10.2013. Je nach Sorte (TKG und Keimfähigkeit) und Variante der Saatstärke kam die eingewogene Saatgutmenge zur Aussaat. Der Sätermin am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. war am 18.10.2011, am 22.10.2012 und am 15.10.2013. Am Versuchsstandort Kiew erfolgte die Aussaat am 22.09.2011, am 19.09.2012 und am 03.10.2013.

4.3.3.2. Düngung und Pflanzenschutz

Die Grunddüngung mit Kalium und Phosphor erfolgte auf der Versuchsfläche ortsüblich. Der Stickstoff wurde in mineralischer Form (Kalkammonsalpeter) gedüngt. Die faktorunabhängigen Maßnahmen waren Bodenbearbeitung, Grunddüngung, Fungizideinsatz und Insektenbekämpfung, sie wurden nach guter fachlicher Praxis und standortsüblich durchgeführt. Es wurde generell kein Wachstumsregler (=Halmverkürzer) eingesetzt.

An den drei Versuchsstandorten wurde eine Herbizidbehandlung durchgeführt. Die Fungizidbehandlung erfolgte einmalig im Stadium des Ährenschiebens an den Versuchsstandorten in Österreich und zweimalig am Versuchsstandort Kiew. Die erste Behandlung erfolgte am ukrainischen Versuchsstandort zum Zeitpunkt des Fahnenblattstadiums. Die zweite Fungizidbehandlung gegen Fusarium wurde in Kombination mit einem Insektizid für die Wanzenbekämpfung in der Blüte durchgeführt.

4.3.4. Ernte und Ertragserhebung

4.3.4.1. Kleinparzellenernte

Für die Ermittlung der Zahl an ährentragenden Halmen und weiterer Ertragsstrukturparameter wurde von jeder Variante je Standort und Erntejahr eine Kleinparzelle von 1,0 m² geerntet. Die erntereifen Pflanzen wurden bodennahe, auf Stoppelhöhe von ca. 5 cm händisch geschnitten. Das Gewicht der erntereifen oberirdischen Biomasse, die Wuchshöhe und die Zahl ährentragender Halme wurden aus dem Erntegut der 1,0 m² Kleinparzelle ermittelt. Für die Bestimmung des Harvestindex wurde der Kornertrag (i. TS) durch das Gewicht der gesamten oberirdischen Biomasse (i. TS) dividiert. Der Strohertrag der oberirdischen Biomasse ohne Körner wurde auf 18 % Feuchtigkeit bezogen.

4.3.4.2. Parzellenernte

Die Ernte der Versuchspartzen erfolgte mit einem Partzenmähdrescher. Der Kornertrag wurde auf 14 % Kornwassergehalt (Kornfeuchte) normiert.

4.3.5. Beurteilte Qualitätsparameter bei Weizen

Die Aufbereitung aller Proben (Versuchsstandorte Kautzen, Leopoldsdorf i.M. und Kiew und der Erntejahre 2012, 2013 und 2014) und die Bestimmung des Rohproteingehaltes, der Fallzahl, des Hektolitergewichts erfolgten im Labor der Firma Probstdorfer Saatzucht in Probstdorf, Saatzuchtstraße 11, 2301 Probstdorf, Österreich.

Die Ermittlung der Backeigenschaften nach dem standardisierten österreichischen Semmelbackversuch, der Sedimentationswert sowie die Untersuchung mit dem Chopin Alveograph erfolgten in der „Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung“, Prinz Eugen-Straße 14, 1040 Wien, Österreich.

Der Feuchtklebergehalt wurde im „Ukrainischen Labor der Qualität und der Sicherheit der landwirtschaftlichen Produkte“ (vul. Maschinobudivnykiv 7, 08162 Tschabany, Kiew, Ukraine) bestimmt.

4.3.5.1. Rohproteingehalt

Die Schnellbestimmung des Rohproteingehaltes erfolgte 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 Absorptionswerten sind entsprechende qualitative Werte der Korninhaltsstoffe zugeordnet.

Zur Ermittlung des Rohproteingehaltes wurde eine Mischprobe von der Parzellenmähdrescherernte (3 Wiederholungen) entnommen.

4.3.5.2. Hektolitergewicht

Die Messung erfolgte mittels Viertelliterprober. 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 Hektolitergewicht hochgerechnet.

4.3.5.3. Fallzahl, Sedimentationswert, Feuchtklebergehalt

Zur Ermittlung der Qualität wurden folgende ICC-Standardmethoden herangezogen: Fallzahl (ICC Nr. 107/01), Sedimentationswert nach Zeleny (ICC Nr. 116/1), Feuchtklebergehalt (ICC Nr. 155).

Zur Ermittlung der **Fallzahl** wurde das gereinigte Erntegut einer Kleinprobe mit einer Hammermühle vermahlen. 6,76 g des Mehles wurden mit destilliertem Wasser zu einer Suspension verschüttelt. Anschließend erfolgte die Messung mit einer Falling Number 1800 der Fa. Perten.

Zur Bestimmung des **Sedimentationswertes** wurden die Eiweißstoffe der Weizenmehle mit einer Indikatorlösung sichtbar gemacht. Durch weiteres Hinzufügen von verdünnter Milchsäure wurde der Kleber zum Quellen und weiterhin zur Sedimentation zu einem deutlich sichtbaren Bodensatz gebracht. Das Bodensatzvolumen wurde gemessen und als Sedimentationswert in Milliliter angegeben.

Für die Bestimmung des **Feuchtklebergehaltes** wurde der Feuchtkleber aus dem Weizenmehl mit Kochsalzlösung ausgewaschen und anschließend abgewogen.

4.3.5.4. Alveogramm

Zur Ermittlung der Chopin Alveograph-Werte wurde die international standardisierte Methode ICC Nr. 121 herangezogen. Beim Alveogramm wurden der W-Wert (Deformationsenergie), die Höhe P (Teigstabilität) und die Länge L (Dehnbarkeit) der Kurve sowie das Verhältnis P/L zwischen Widerstand und Länge der Kurve zur Beschreibung des Dehnwiderstandes und der Dehnbarkeit der Teigproben gemessen.

4.3.5.5. Backvolumen

Das Backvolumen wurde im standardisierten österreichischen Semmelbackversuch der „Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung“ in Wien mit Mehl Type 700 (modifizierter Rapid-Mix-Test) ermittelt.

4.4. Mathematische und statistische Auswertung der Ergebnisse

Die statistische Auswertung erfolgte bei einer Anordnung der vorliegenden Versuchsergebnissen in drei Teilen entsprechend der Fragestellung. Die Daten wurden mit Hilfe des Programmpaketes SAS 9.4 ausgewertet.

Zur Beurteilung des Einflusses der Sorte und des Standortes auf den Kornertrag und den Proteingehalt erfolgte die Auswertung der ausgewählten Daten mittels Varianzanalyse nach einem gemischten Modell für eine Blockanlage mit drei Wiederholungen. Die Wiederholung wurde als zufälliger Faktor bewertet. Der Faktor Standort wurde als zweiter Schritt und nachfolgend der Faktor Jahr in die Auswertung miteinbezogen. Die angeführten Werte beziehen sich auf die N-Variante N_1 und N-Variante N_3 . Bei den mehrfachen Gruppenvergleichen wurde der Tukey-Test angesetzt.

Zur Beurteilung des Einflusses der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements (alle vier Stickstoffdüngungsvarianten N_1 , N_2 , N_3 , N_4 wurden miteinbezogen) auf den Kornertrag und die beurteilten Qualitätskriterien wurde die statistische Auswertung der ausgewählten Daten mittels Varianzanalyse nach einem gemischten Modell für eine Streifenanlage (A+B-BI) mit drei Wiederholungen mit Hilfe des Programmpaketes SAS 9.4 für alle Einzeljahre durchgeführt. Die Wiederholung wurde als zufälliger Faktor, die Orte als fixer Faktor bewertet. Der Faktor Jahr wurde als zweiter Schritt in die Auswertung miteinbezogen (Auswertung mehrjährig). Bei den mehrfachen Gruppenvergleichen wurde der Tukey-Test eingesetzt.

Die statistische Auswertung der ausgewählten Daten zur Beurteilung des Einflusses der Sorte, des Standortes und der Saatstärke auf den Kornertrag und die Qualitätskriterien wurde mittels Varianzanalyse nach einem gemischten Modell für eine Spaltanlage (A/B-BI) mit drei Wiederholungen mit Hilfe des Programmpaketes SAS 9.4 durchgeführt. Die Wiederholung wurde als zufälliger Faktor bewertet. Die Auswertung erfolgte für ausgewählte Stickstoffdüngungsvarianten (N_1 , N_3) getrennt nach den jeweiligen Standorten und Jahren. Für die Parameter „Harvestindex“ und „Strohertrag“ wurde mangels echter Wiederholungen im Feld die Kombination Jahr x Standort als Wiederholung in die Auswertung miteinbezogen. Bei den mehrfachen Gruppenvergleichen wurde der Tukey-Test eingesetzt.

5. ERGEBNISSE

5.1. Einfluss der Sorte, des Standortes, des N-Düngungsmanagements und der Saatstärke auf den Wachstums- und Entwicklungsverlauf und auf die Zahl ährentragender Halme

In den drei Vegetationsjahren 2011/2012, 2012/2013 und 2013/2014 wurden Unterschiede im Wachstums- und Entwicklungsverlauf sowohl zwischen den drei Versuchsstandorten (in Österreich und in der Ukraine) als auch zwischen den jeweiligen Sorten festgestellt.

Die geographische Lage des Versuchsstandortes wurde vom Temperaturverlauf beeinflusst, wodurch das Datum des Ährenschiebens und das Datum der Gelbreife in einen Zeitraum bis zu 10 Tage verschoben war. Auch die Dauer der Kornfüllungsphase der jeweiligen Weizensorten war je nach Versuchsjahr und Standort unterschiedlich lang (Tab. 7).

Tabelle 7: Entwicklungsstadien bei Winterweizen an drei Versuchsstandorten in den Jahren 2012 bis 2014

Table 7: Growth stages of wheat at three trial sites in the years 2012 until 2014

Standort	Mittlere Jahres-temperatur, ° C	Datum Ähren-schieben (BBCH 51)	Datum Gelbreife (BBCH 87)	Erntezeit Zeitraum	Einkörnungs-dauer, Tage
Kautzen	7,1	1.6. bis 10.6.	10.7. bis 25.7.	20.7. bis 30.7.	40 bis 45
Leopoldsdorf i.M.	9,8	20.5. bis 5.6.	25.6 bis 10.7.	10.7. bis 20.7.	35 bis 40
Kiew	8,1	25.5. bis 5.6.	1.7. bis 10.7.	10.7. bis 20.7.	35 bis 40

Im Feldaufgang und im Jugendwachstum unterschieden sich die Sorten unbedeutend. Beginnend beim Datum des Ährenschiebens und im Weiteren in der Einkörnungsdauer sowie bei der Abreife wurden Sortenunterschiede festgestellt. Die Sorte Balaton war beim Datum des Ährenschiebens jeweils die früheste. Es folgten die Sorten Josef und Lybid nach 2 Tagen. Die Sorten Poliska 90 und Capo waren nochmals im Ährenschieben drei Tage später (im Vergleich zur Sorte Balaton). Die Sorte Midas war beim Ährenschieben vier Tage später als die Sorte Balaton.

Unterschiede in der Abreife gab es zwischen der ungedüngten N-Nullvariante N₁ und den N-gedüngten Varianten. Die N-ungedüngte Variante reifte zwei bis sechs Tage früher ab. Bei der niedrigeren Saatstärke von 300 Korn/m² kam es aufgrund der höheren Zahl von Nebentrieben im Vergleich zur Saatstärke von 500 Korn/m² zu einer späteren Abreife von ein bis drei Tagen.

Im Jahr 2012 wurde am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. durch die überdurchschnittlich hohen Temperaturen im Mai und Juni neben der Trockenheit die Pflanzenentwicklung deutlich beeinträchtigt und dadurch verminderten sich die Kornerträge. Abb. 7 und Abb. 8 zeigen die Unterschiede in der Bestandesdichte und der Wuchshöhe am Beispiel der Sorte Lybid in den Jahren 2012 und 2013. Die Unterschiede hinsichtlich der Standfestigkeit am Beispiel der Sorten Balaton (keine Lagerung) und Capo (starke Lagerung) zeigen Abb. 9 und Abb. 10.



Abbildung 8: Sorte Lybid bei der N-Düngungsvariante N_3 und Saatstärke 400 Korn/m², Standort Leopoldsdorf i.M., Jahr 2012

Figure 8: Variety Lybid at N-fertilizer application level N_3 and seeding rate 400 seeds/m², trial site Leopoldsdorf i.M., year 2012



Abbildung 9: Sorte Lybid bei der N-Düngungsvariante N_3 und Saatstärke 400 Korn/m², Standort Leopoldsdorf i.M., Jahr 2013

Figure 9: Variety Lybid by N-fertilizer application level N_3 and the seeding rate 400 seeds/m², trial site Leopoldsdorf i.M., year 2013



Abbildung 10: Sorte Balaton bei N-Düngungsvariante N_3 und Saatstärke 400 Korn/m², Standort Kautzen, Jahr 2014

Figure 10: Variety Balaton by N-fertilizer application level N_3 and seeding rate 400 seeds/m², trial site Kautzen, year 2014



Abbildung 11: Sorte Capo bei N-Düngungsvariante N_3 und Saatstärke 400 Korn/m², Standort Kautzen, Jahr 2014

Figure 11: Variety Capo by N-fertilizer application level N_3 and seeding rate 400 seeds/m², trial site Kautzen, year 2014

5.1.1. Einfluss der Sorte, des Standortes, des N-Düngungsmanagements und der Saatstärke auf die Zahl ährentragender Halme

Im Jahr 2012 war am Standort Kautzen bei der N₃-Düngungsvariante die Zahl ährentragender Halme bei 500 Korn/m² deutlich höher, als bei den niedrigeren Saatstärken 400 Korn/m² und 300 Korn/m² (Tab. 8). Im Jahr 2013 war die Differenz zwischen den einzelnen Saatstärken ähnlich hoch. Die Zahl ährentragender Halme bei den Saatstärken 400 und 500 Korn/m² unterschied sich bei den Sorten Capo, Balaton und Midas im Jahr 2012 geringfügig. Im Jahr 2013 erzielte nur die Sorte Capo bei allen Saatstärken eine höhere Ährenzahl.

Tabelle 8: Zahl ährentragender Halme je m² bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2013

Table 8: Number of ears per m² for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2013

Sorte	2012						2013					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	398	436	510	429	505	506	395	433	525	507	537	567
Capo	364	407	519	442	489	508	465	488	509	540	557	570
Josef	317	406	489	387	423	518	432	501	524	436	519	569
Lybid	346	418	503	422	494	538	306	412	552	414	499	507
Midas	409	437	468	402	489	503	401	424	515	362	447	563
Poliska 90	388	435	498	416	532	527	369	413	505	426	466	521
Mittel	370	423	498	403	489	517	378	445	522	448	504	550

Am Standort Leopoldsdorf i.M. kam es bei der Zahl ährentragender Halme zu einer starken witterungsbedingten Schwankung, insbesondere in der Düngungsvariante N₃ (Tab. 9). Im Trockenjahr 2012 war die Zahl ährentragender Halme bei der Variante N₃, der ungedüngten Variante (N₁), ähnlich hoch. Bei den günstigen Witterungsbedingungen im Jahr 2013 wurden bei allen Sorten höhere Bestandesdichten erreicht. Die Sorten Capo und Balaton zeigten sich bestockungsfreudiger und bildeten bei der Saatstärke 300 Korn/m² die höchste Ährenzahl je Pflanze.

Tabelle 9: Zahl ährentragender Halme je m² bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2013

Table 9: Number of ears per m² for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2013

Sorte	2012						2013					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	371	448	504	436	495	542	407	472	636	782	770	724
Capo	353	437	485	428	484	494	522	530	537	637	634	633
Josef	401	421	415	373	421	444	482	520	645	564	605	675
Lybid	279	407	397	347	386	476	551	520	514	542	617	688
Midas	305	372	405	360	417	473	434	477	593	548	579	668
Poliska 90	319	395	451	381	414	445	313	405	462	561	584	608
Mittel	338	413	443	388	436	479	452	487	565	606	632	666

Durch die unterschiedliche Saatstärke wurde am Standort Kiew die Zahl ährentragender Halme besonders stark verändert (Tab. 10). Die unterschiedliche Stickstoffdüngung hingegen veränderte kaum die Ährenzahl/m². Die Sorten Capo und Balaton, gefolgt von der Sorte Josef, wiesen die höchste, die Sorten Poliska 90 und Lybid die geringste Ährenzahl/m² auf.

Tabelle 10: Zahl ährentragender Halme je m² bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2013

Table 10: Number of ears per m² for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2013

Sorte	2012						2013					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	472	484	544	444	516	528	292	386	423	385	424	502
Capo	424	448	581	404	428	544	282	390	442	361	431	499
Josef	391	424	522	384	508	536	280	376	412	358	432	512
Lybid	356	428	541	392	477	562	233	329	384	319	424	456
Midas	336	489	572	316	456	548	294	380	441	340	413	469
Poliska 90	352	476	512	368	441	566	264	314	417	314	375	440
Mittel	389	458	545	385	471	547	274	363	420	346	417	480

5.2. Einfluss der Sorte, des Standortes und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Kornertrag und den Proteingehalt bei Weizen

5.2.1. Einfluss der Sorte, des Standortes und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Kornertrag

Die Kornerträge am Standort Kautzen zeigt Tab. 11. In allen drei Jahren gab es auf den Null-Düngungsparzellen N_1 relativ hohe Kornerträge. Auf den Parzellen mit optimiertem N-Düngungsangebot (N_3 -Variante) kam es bei den Sorten Midas, Balaton und Lybid zu einer deutlichen Ertragssteigerung. Die hohe Streubreite im Jahr 2014 war auf die verspätete Ernte durch die kurz vor der Ernte langandauernde Regenperiode zurückzuführen. Bei den Sorten Josef, Capo und Poliska 90 kam es zu einer starken Lagerung (Ausnahme Null-Düngungsvariante). Zu einer geringeren Lagerung kam es bei der Sorte Lybid, keine Lagerung gab es bei den Sorten Midas und Balaton. In allen drei Versuchsjahren erreichte die Sorte Midas den höchsten Kornertrag, im Mittel 7479 kg/ha, gefolgt von den Sorten Balaton, Lybid und Capo. Bei der Null-Düngungsvariante erzielten die Sorten Midas und Poliska 90 die höchsten Erträge (nicht signifikant).

Tabelle 11: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und zwei N-Düngungsvarianten, Standort Kautzen, 2012 bis 2014

Table 11: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Kautzen, 2012 until 2014

Sorte	Erntejahre und N-Düngungsvarianten						Mittel	
	2012		2013		2014			
	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃
Balaton	6170 ^a	7413 ^a	5323 ^a	6393 ^b	4183 ^b	8247 ^{ab}	5226 ^a	7351 ^a
Capo	5287 ^a	6097 ^{bc}	5140 ^a	7060 ^{ab}	4847 ^{ab}	8067 ^{ab}	5091 ^a	7074 ^{ab}
Josef	4833 ^a	5683 ^c	4737 ^a	6500 ^b	4353 ^b	5010 ^c	4641 ^a	5731 ^c
Lybid	5357 ^a	6510 ^b	5770 ^a	7530 ^a	4360 ^b	7563 ^b	5162 ^a	7201 ^a
Midas	5747 ^a	6353 ^{bc}	5847 ^a	7190 ^{ab}	4497 ^b	8893 ^a	5363 ^a	7479 ^a
Poliska 90	5337 ^a	5707 ^c	4980 ^a	6493 ^b	5613 ^a	7117 ^b	5310 ^a	6439 ^b
Sortenmittel	5455	6294	5299	6861	4642	7483	5132	6879

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Sorten in einer Spalte sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet

Tab. 12 zeigt die Kornerträge am Standort Leopoldsdorf i.M.. Aufgrund der extrem langen Trockenperiode im gesamten Frühjahr und im Frühsommer im Jahr 2012 konnte bei allen

Weizensorten das Ertragspotenzial nicht ausgeschöpft werden. Die N-Düngungsvariante N₃ führte nur zu einer mäßigen Ertragserhöhung. Im niederschlagsreicheren Jahr 2013 kam es mit Ausnahme der Sorte Balaton, bei optimierter Stickstoffdüngung, zu höheren Kornerträgen. Die Sorten Midas, Capo und Balaton wiesen die höchsten Kornerträge auf. Im Jahr 2014 kam es zu einem frühen, starken Gelbrostbefall, welcher sich ertragsmindernd auswirkte. Die Sorte Josef reagierte besonders stark in der N-Düngungsvariante N₃. In allen drei Versuchsjahren ergaben die Sorten Balaton, Midas und Capo bei der optimierten Stickstoffdüngung die höchsten Kornerträge.

Tabelle 12: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und zwei N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdorf i.M., 2012 bis 2014

Table 12: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Leopoldsdorf i.M., 2012 until 2014

Sorte	Erntejahre und N-Düngungsvarianten						Mittel	
	2012		2013		2014			
	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃
Balaton	4030 ^a	5203 ^a	4401 ^a	8469 ^{ab}	6416 ^a	8704 ^a	4949 ^a	7458 ^a
Capo	4628 ^a	5152 ^a	5580 ^a	8588 ^{ab}	5790 ^a	6627 ^{cd}	5333 ^a	6789 ^{ab}
Josef	4419 ^a	4784 ^{ab}	4153 ^a	7477 ^c	5706 ^a	6567 ^c	4759 ^a	6276 ^{bc}
Lybid	3395 ^a	3864 ^c	4360 ^a	7609 ^{bc}	6162 ^a	7741 ^{abc}	4640 ^a	6405 ^b
Midas	3932 ^a	5247 ^a	4898 ^a	9069 ^a	6165 ^a	7814 ^{ab}	4999 ^a	7377 ^a
Poliska 90	4068 ^a	4359 ^{bc}	4128 ^a	5945 ^d	4672 ^b	6740 ^{bcd}	4289 ^a	5681 ^c
Sortenmittel	4078	4768	4587	7859	5819	7365	4828	6664

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Sorten in einer Spalte sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet

Tab. 13 zeigt, dass am Standort Kiew, Ukraine, in allen drei Jahren bei fehlender N-Düngung die Kornerträge auf einem relativ niedrigen Niveau lagen. Bei optimiertem Stickstoffangebot (Variante N₃) lagen die Kornerträge bei den Sorten Balaton und Midas signifikant am höchsten. Die Sorte Poliska 90 war im Trend in allen drei Jahren die ertragsschwächste Sorte. Im Jahr 2013 kam es bei den Sorten Capo und Josef, auf Grund der langen geschlossenen Schneedecke, zu einem Schneeschimmelbefall mit nachfolgender Ertragsminderung. Im günstigen und niederschlagsreichen Jahr 2014 erzielten alle Sorten einen höheren Kornertrag. Der besonders deutliche Ertragsunterschied zwischen den N-Düngungsvarianten N₁ und N₃ war in allen drei Jahren hoch.

Tabelle 13: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und zwei N-Düngungsvarianten, Standort Kiew, 2012 bis 2014

Table 13: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Kiev, 2012 until 2014

Sorte	Erntejahre und N-Düngungsvarianten						Mittel	
	2012		2013		2014			
	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃
Balaton	3556 ^a	7630 ^a	3383 ^a	7586 ^{ab}	3867 ^a	8870 ^a	3602 ^a	8029 ^a
Capo	3412 ^a	6083 ^c	3538 ^a	6139 ^c	3733 ^a	7593 ^{bc}	3561 ^a	6605 ^b
Josef	3502 ^a	6887 ^b	3456 ^a	6094 ^c	3902 ^a	7231 ^{cd}	3620 ^a	6737 ^b
Lybid	3095 ^a	6548 ^{bc}	3613 ^a	6600 ^{bc}	3630 ^a	6485 ^{cd}	3446 ^a	6544 ^b
Midas	3644 ^a	7175 ^{ab}	4412 ^a	8183 ^a	3874 ^a	8644 ^{ab}	3976 ^a	8001 ^a
Poliska 90	2803 ^a	4840 ^d	3291 ^a	4711 ^d	3694 ^a	6397 ^d	3263 ^a	5316 ^c
Sortenmittel	3335	6527	3615	6552	3783	7537	3578	6872

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Sorten in einer Spalte sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet

Die statistische Auswertung des Datenmaterials nach den einzelnen Versuchsjahren ergab in allen Jahren bei beiden Düngungsintensitäten einen Einfluss des Standortes auf den Kornertrag. Eine Ausnahme war das Jahr 2013 bei der Null-Düngungsvariante (N₁). Auf allen Standorten gab es keinen signifikanten Sortenunterschied. Im bezüglich Witterung günstigen Jahr 2014, war der Ertrag bei allen Weizensorten und vor allem optimaler N-Düngung (Düngungsvariante N₃) auf allen Standorten hoch.

Der Einfluss der Sorte war in allen Versuchsjahren nur bei der hohen N-Düngungsintensität, N-Variante N₃, statistisch unterschiedlich ($Pr < 0,0001$). Über alle Standorte zeigten sich die Sorten Midas und Balaton als ertragsstärkste Sorten, besonders ertragsstabil war die Sorte Capo. Die Sorte Poliska 90 lag immer auf niedrigerem Ertragsniveau. Die Sorte Josef war auf den Standorten Kiew und Leopoldsdorf i.M. im Kornertrag gut, die Sorte Lybid brachte am Standort Kautzen höhere Erträge.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse über alle drei Versuchsjahre gab es bei der Variante ohne N-Düngung (N₁) einen Einfluss des Standortes und der Jahreswitterung auf den Kornertrag, auch eine Wechselwirkung war festzustellen. Mit einem Weizenertrag von nur 3578 kg/ha lag der Standort Kiew um 25 bis 30 % niedriger als an den österreichischen Standorten. Der relativ hohe Kornertrag im niederschlagsreichen Jahr 2014 am Standort Leopoldsdorf i.M. in der Null-Düngungsvariante ist auf den hohen Jahreseffekt zurückzuführen.

Bei den zwei unterschiedlichen Stickstoffdüngungsvarianten kam es zu einem Sorten- und Jahreseffekt. Die Sorten Midas und Balaton erzielten mit Abstand die höchsten Kornerträge.

Die Sorten Capo und Lybid platzierten sich im oberen Ertragsbereich, gefolgt von der Sorte Josef. Die Sorte Poliska 90 erreichte immer den niedrigsten Kornertrag.

5.2.2. Einfluss der Sorte, des Standortes und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Proteingehalt

Die Ergebnisse der Tab. 14 zeigen am Standort Kautzen in allen drei Versuchsjahren einen hohen Jahreseinfluss auf den Proteingehalt. In beiden N-Düngungsvarianten wurden im Jahr 2012 die signifikant höchsten, im niederschlagsreichen Jahr 2014 hingegen die niedrigsten Proteingehalte erzielt. Trotz relativ hoher Proteinwerte im Erntejahr 2012 bei der Stickstoff-Null-Düngungsvariante (N₁) ergab die qualitätsorientierte N-Düngungsvariante (N₃) in allen drei Versuchsjahren und bei allen Sorten eine signifikante Erhöhung des Proteingehaltes, im Mittel waren es 2,5 %. Die Sorte Balaton, eine Mahlweizensorte, erreichte in den Jahren 2012 und 2013 die Mahlweizenqualität, im Jahr 2014 auf Grund des sehr hohen Kornertrages nur Futterqualität. Durch die spezielle N-Düngung mit drei Gaben konnte bei den Qualitätsweizensorten Capo, Josef und Midas im Jahr 2013 und im Jahr 2014 bei Capo und Josef die Premiumqualität erreicht werden. Im Jahr 2014 lagen am Versuchsstandort Kautzen die Proteingehaltswerte bei beiden N-Düngungsvarianten, auf Grund der langen Regenperiode im Juli, die auch zu einer Ernteverzögerung führte, auf einem niedrigen Niveau. Die signifikant höchsten Proteingehalte bei hohem Stickstoffangebot wiesen im Mittel der Jahre die Sorte Poliska 90, gefolgt von den Sorten Capo und Josef, auf. Auch die ertragreichen Sorten Midas und Lybid erreichten bei der optimierten Stufe N₃ im Mittel der Jahre 15 % Rohprotein.

Tabelle 14: Rohproteingehalt in % der TS bei sechs Winterweizensorten und bei zwei N-Düngungsvarianten, Standort Kautzen, 2012 bis 2014

Table 14: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Kautzen, 2012 until 2014

Sorte	Erntejahre und N-Düngungsvarianten						Mittel	
	2012		2013		2014			
	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃
Balaton	12,2 ^a	14,4 ^d	10,5 ^c	13,5 ^b	9,5 ^d	11,4 ^a	10,7 ^a	13,1 ^c
Capo	14,2 ^a	17,1 ^{ab}	11,8 ^{ab}	15,3 ^a	10,2 ^{cd}	13,1 ^a	12,1 ^a	15,1 ^{ab}
Josef	14,9 ^a	16,5 ^{bc}	12,8 ^a	15,4 ^a	11,3 ^{ab}	14,1 ^a	13,0 ^a	15,3 ^{ab}
Lybid	13,8 ^a	16,2 ^c	11,7 ^{bc}	14,6 ^a	11,2 ^{ab}	13,5 ^a	12,2 ^a	14,7 ^b
Midas	14,4 ^a	17,1 ^{ab}	12,0 ^{ab}	14,7 ^a	10,6 ^{bc}	13,0 ^a	12,3 ^a	14,9 ^b
Poliska 90	16,1 ^a	17,5 ^a	12,5 ^{ab}	15,5 ^a	11,4 ^a	14,2 ^a	13,3 ^a	15,7 ^a
Sortenmittel	14,3	16,5	11,9	14,8	10,7	13,2	12,3	14,8

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Sorten in einer Spalte sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet

Am Standort Leopoldsdorf i.M. gab es im mehrjährigen Mittel die höchsten Proteingehalte (Tab. 15). Im extrem trockenen Jahr 2012 waren auf Grund der niedrigen Kornerträge die Proteinwerte auch in der ungedüngten Variante N₁ sehr hoch, die Proteingehaltswerte unterschieden sich in den N-Varianten N₁ und N₃ nur im Trend. Im Jahr 2013 und insbesondere im Jahr 2014 kam es durch die qualitätsorientierte Stickstoffdüngung zu einem beachtlichen Anstieg des Proteingehaltes im Mittel der Sorten um 4,7 %. Bei hohem N-Düngungsangebot wurde in allen Jahren und bei allen Sorten mit Ausnahme bei der Sorte Balaton die Premiumweizenqualität erreicht.

Tabelle 15: Rohproteingehalt in % der TS bei sechs Winterweizensorten und zwei N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdorf i.M., 2012 bis 2014

Table 15: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Leopoldsdorf i.M., 2012 until 2014

Sorte	Erntejahre und N-Düngungsvarianten						Mittel	
	2012		2013		2014			
	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃
Balaton	14,0 ^a	14,6 ^c	12,3 ^d	13,5 ^d	9,3 ^c	13,3 ^a	11,9 ^a	13,8 ^e
Capo	15,2 ^a	17,1 ^a	14,2 ^{bc}	15,8 ^{bc}	10,2 ^b	16,4 ^a	13,2 ^a	16,4 ^{ab}
Josef	16,0 ^a	17,0 ^a	14,7 ^b	16,0 ^b	10,6 ^b	15,1 ^a	13,7 ^a	16,0 ^{bc}
Lybid	15,4 ^a	15,7 ^b	13,4 ^{cd}	15,4 ^{bc}	10,0 ^{bc}	14,5 ^a	12,9 ^a	15,2 ^d
Midas	15,5 ^a	16,8 ^a	13,6 ^{bc}	15,1 ^c	10,1 ^b	14,9 ^a	13,1 ^a	15,6 ^{cd}
Poliska 90	15,5 ^a	16,9 ^a	17,0 ^a	17,9 ^a	11,6 ^a	15,9 ^a	14,7 ^a	16,9 ^a
Sortenmittel	15,3	16,3	14,2	15,6	10,3	15,0	13,3	15,6

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Sorten in einer Spalte sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet

Die Proteingehaltsergebnisse am Standort Kiew, Ukraine, zeigen in allen Versuchsjahren bei optimierter Stickstoffdüngung bei allen Weizensorten eine deutliche Erhöhung des Proteingehaltes (Tab. 16). Die hohe Effizienz einer qualitätsorientierten Stickstoffdüngung bei Weizen war auf den zwei österreichischen Versuchsstandorten nicht so deutlich. Trotz der niedrigen Erträge bei der Null-Düngungsvariante gab es bei allen Sorten niedrigere Proteingehaltswerte. Durch das optimierte Stickstoffangebot in der Variante N₃ mit 180 kg N/ha wurde der Proteingehalt im Korn um mindestens 4 % erhöht und dadurch konnte bei den vier Qualitätsweizensorten sowie auch bei der in der ukrainischen Sortenliste als Mahlweizen eingetragenen Sorte Poliska 90 die Premiumqualität erreicht werden. Bei der N-

Düngungsvariante N₃ erzielte die Sorte Capo im Mittel der Jahre die höchsten Proteinwerte, die Sorte Balaton blieb in der Mahlweizenqualität.

Tabelle 16: Rohproteingehalt in % der TS bei sechs Winterweizensorten und zwei N-Düngungsvarianten, Standort Kiev, 2012 bis 2014

Table 16: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Kiev, 2012 until 2014

Sorte	Erntejahre und N-Düngungsvarianten						Mittel	
	2012		2013		2014			
	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃
Balaton	9,0 ^a	13,9 ^e	11,5 ^b	15,5 ^b	9,8 ^d	13,0 ^a	10,1 ^a	14,1 ^c
Capo	10,7 ^a	16,3 ^{ab}	13,4 ^a	16,6 ^a	10,9 ^c	15,8 ^a	11,7 ^a	16,2 ^a
Josef	10,1 ^a	15,1 ^{cd}	12,9 ^a	15,8 ^{ab}	12,7 ^a	16,0 ^a	11,9 ^a	15,6 ^{ab}
Lybid	10,4	15,6 ^{bc}	12,6 ^{ab}	15,8 ^{ab}	10,7 ^c	15,1 ^a	11,2 ^a	15,5 ^b
Midas	10,2 ^a	14,6 ^{de}	12,4 ^{ab}	16,6 ^a	10,7 ^c	15,0 ^a	11,1 ^a	15,4 ^b
Poliska 90	11,3 ^a	16,6 ^a	13,4 ^a	15,9 ^{ab}	11,8 ^c	15,0 ^a	12,2 ^a	15,8 ^{ab}
Sortenmittel	10,3	15,4	12,7	16,0	11,1	15,0	11,4	15,5

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Sorten in einer Spalte sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet

5.3. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf den Kornertrag und auf ausgewählte Qualitätskriterien bei Weizen

5.3.1. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf den Kornertrag

Den mittleren Kornertrag an den drei Standorten über die Versuchsjahre von 2012 bis 2014 zeigen Tab. 17 und Tab. 18.

Tabelle 17: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten an drei Versuchsstandorten im Mittel der Jahre von 2012 bis 2014

Table 17: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels at three trial sites in the years 2012 to 2014

Sorte	Versuchsstandort											
	Kautzen				Leopoldsdorf i.M.				Kiew			
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Balaton	5027 ^{ab}	7618 ^a	7353 ^a	7982 ^a	4949 ^{ab}	7012 ^a	7458 ^a	6947 ^{ab}	3602 ^{ab}	7911 ^a	8029 ^a	7846 ^a
Capo	4885 ^{ab}	6897 ^{bc}	7074 ^a	7078 ^{bc}	5333 ^a	6838 ^a	6789 ^b	6885 ^{ab}	3561 ^{ab}	6807 ^{cd}	6605 ^b	6288 ^{cd}
Josef	4641 ^b	5991 ^d	5733 ^c	5436 ^c	4759 ^{bc}	6163 ^b	6276 ^b	6287 ^c	3620 ^{ab}	6950 ^{bc}	6737 ^b	6967 ^b
Lybid	5162 ^{ab}	7215 ^{ab}	7202 ^a	6857 ^{cd}	4640 ^{bc}	6123 ^b	6405 ^b	6424 ^{bc}	3446 ^{ab}	6298 ^{de}	6544 ^b	6607 ^{bc}
Midas	5365 ^a	7567 ^a	7478 ^a	7539 ^{ab}	4999 ^{ab}	7328 ^a	7377 ^a	7344 ^a	3976 ^a	7508 ^{ab}	8001 ^a	7922 ^a
Poliska 90	5311 ^a	6421 ^{cd}	6440 ^b	6396 ^d	4289 ^c	5454 ^c	5681 ^c	5741 ^d	3263 ^b	5757 ^c	5316 ^c	5749 ^d
Mittel	5065	6951	6880	6881	4828	6486	6664	6605	3578	6872	6872	6897

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Sorten in einer Spalte sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 18: Einfluss der Sorte, des N-Düngungsmanagements und des Standortes auf den Kornertrag bei Weizen in den Jahren 2012, 2013, 2014 und im Jahresmittel 2012 bis 2014

Table 18: Influence of variety, of varied nitrogen fertilization and trial site on grain yield on winter wheat in each year 2012, 2013, 2014 and over all years 2012 until 2014

Varianzquelle	Varianzanalyse einjährig			Varianzanalyse mehrjährig
	2012	2013	2014	2012 bis 2014
Sorte	***	***	***	***
N-Düngung	***	***	***	***
Standort	***	*	n.s.	n.s.
Sorte*N-Düngung	*	**	***	***
Sorte*Standort	***	**	***	***
Standort*N-Düngung	***	n.s.	***	***
Jahr				***

Signifikanzen: * bei $P < 0,05$, ** bei $P < 0,01$, *** bei $P < 0,001$, n.s. – nicht signifikant.

In den Jahren 2012 bis 2014 konnte an allen Versuchsstandorten eine deutliche Ertragserhöhung durch die mineralische Stickstoffdüngung erreicht werden. Der Ertragsunterschied der gedüngten Varianten (N₂, N₃ und N₄) im Vergleich zur N-Nullvariante (N₁) lag am Standort Kautzen bei 1895 kg/ha, am Standort Leopoldsdorf i.M. war er aufgrund der extremen Trockenheit im Jahr 2012 mit 1704 kg/ha im Jahresmittel weniger hoch. Am Standort Kiew, bei niedrigerer Nährstoffversorgung des Bodens, war die Differenz im Kornertrag mit 3328 kg/ha besonders hoch. Der Einfluss des N-Düngungsmanagements sowie der Sorte war in jedem der Versuchsjahre hochsignifikant. Ertragsunterschiede zwischen den N-Düngungsvarianten N₂ (120 kg N/ha), N₃ (180 kg N/ha) und N₄ (150 kg N/ha) gab es nicht. Die Sorten reagierten auf die mineralische N-Düngung im Kornertrag unterschiedlich. Die Sorten Midas und Balaton erzielten in allen Versuchen die höchsten Erträge, die Sorte Lybid lag am Standort Kautzen und die Sorte Capo am Standort Leopoldsdorf i.M. auf einem höheren Ertragsniveau. Im Jahr 2014 kam es an den Standorten Kautzen und Kiew bei den Sorten Josef, Capo, Lybid und Poliska 90 in den N-gedüngten Varianten zu einer Lagerung. Aufgrund der frühzeitigen ertragsmindernden Lagerung in den N-Düngungsvarianten am Standort Kautzen im Jahr 2014 und dem hohen Gelbrostbefall am Standort Leopoldsdorf i.M. im Jahr 2014, erzielte die Sorte Josef im Mittel der Jahre nur einen mittelhohen Kornertrag. Die Sorte Poliska 90 war im Trend die ertragsschwächste Sorte.

Der Standort wies nur in den Jahren 2012 und 2013 einen Effekt auf, er war aber 2014 aufgrund des hohen Ertrages an allen Standorten sowie auch bei der mehrjährigen Auswertung statistisch

nicht gesichert. Es gab eine gegenseitige Beeinflussung der Prüffaktoren in allen Jahren. Der Jahreseffekt war beim Kornertrag über alle Versuchsjahre (2012 bis 2014) signifikant.

5.3.2. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf den Proteingehalt

Tab. 19 und Tab. 20 zeigen, dass in jedem Versuchsjahr das N-Düngungsmanagement auf den Proteingehalt des Kornes zu einem hohen Sorteneinfluss und einem hohen Standorteinfluss führte.

Tabelle 19: Rohproteingehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten an drei Versuchsstandorten in den Jahren 2012 bis 2014

Table 19: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels at three trial sites in the years 2012 until 2014

Sorte	Standort											
	Kautzen				Leopoldsdorf i.M.				Kiew			
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Balaton	10,7 ^c	12,6 ^d	13,1 ^c	12,8 ^d	11,9 ^d	13,1 ^c	13,8 ^c	13,6 ^d	10,1 ^c	12,8 ^c	14,1 ^c	13,1 ^c
Capo	12,1 ^b	14,3 ^c	15,1 ^b	14,5 ^b	13,2 ^{bc}	15,5 ^b	16,4 ^{ab}	15,4 ^b	11,7 ^{ab}	14,5 ^a	16,2 ^a	14,6 ^{ab}
Josef	13,0 ^a	14,9 ^b	15,3 ^{ab}	15,1 ^a	13,7 ^b	15,1 ^{bc}	16,0 ^{bc}	15,2 ^b	11,9 ^a	14,5 ^a	15,6 ^{ab}	14,8 ^{ab}
Lybid	12,2 ^b	13,8 ^c	14,8 ^b	14,1 ^b	12,9 ^a	14,5 ^d	15,2 ^d	14,8 ^{bc}	11,2 ^b	14,0 ^{ab}	15,5 ^b	14,5 ^b
Midas	12,3 ^b	14,0 ^c	14,9 ^b	13,5 ^c	13,1 ^c	14,6 ^{cd}	15,6 ^{cd}	14,5 ^c	11,1 ^b	13,8 ^b	15,4 ^b	14,4 ^b
Poliska 90	13,3 ^a	15,4 ^a	15,7 ^a	15,3 ^a	14,7 ^a	16,2 ^a	16,9 ^a	16,5 ^a	12,2 ^a	14,5 ^a	15,8 ^{ab}	15,1 ^a
Mittel	12,3	14,2	14,8	14,2	13,3	14,9	15,6	15,0	11,4	14,0	15,5	14,4

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Sorten in einer Spalte sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 20: Einfluss der Sorte, des N-Düngungsmanagements und des Standortes auf den Rohproteingehalt bei Weizen in den Jahren 2012, 2013, 2014 und im Jahresmittel 2012 bis 2014

Table 20: Influence of variety, of varied nitrogen fertilization and trial site on crude protein content on winter wheat in each year 2012, 2013, 2014 and over all years 2012 until 2014

Varianzquelle	Varianzanalyse einjährig			Varianzanalyse mehrjährig
	2012	2013	2014	2012 bis 2014
Sorte	***	***	***	***
N-Düngung	***	***	***	***
Standort	***	**	*	***
Sorte*N-Düngung	n.s.	n.s.	*	**
Sorte*Standort	*	***	*	**
Standort*N-Düngung	***	***	**	***
Jahr				***

Signifikanzen: * bei $P < 0,05$, ** bei $P < 0,01$, *** bei $P < 0,001$, n.s. – nicht signifikant.

In allen Versuchen wurden die signifikant höchsten Rohproteingehalte bei der qualitätsorientierten N-Düngungsvariante N₃ mit 60 kg N/ha-Ährengabe, bei insgesamt 180 kg N-Düngung/ha, erzielt. Die Proteingehalte bei den N-Varianten N₂ (120 kg N/ha) und N₄ (150 kg N/ha) unterschieden sich nur im Jahr 2014, dabei lag der Rohproteingehalt bei der Variante N₄ auf einem höheren Niveau im Vergleich zur Variante N₂. Die Tendenz war im Jahresmittel zu erkennen. Aufgrund der extremen Trockenheit am Standort Leopoldsdorf i.M. im Jahr 2012 waren die Proteingehalte in den N-Düngungsvarianten N₂ (120 kg N/ha) und N₃ (180 kg N/ha) auf einem gleich hohen Niveau.

An den generell trockeneren Standorten Leopoldsdorf i.M. und Kiew wurde durch die Spätdüngung (N-Variante N₃) bei allen Sorten, mit Ausnahme der Sorte Balaton, die Premiumweizenqualität (mind. 15,0 % Protein) erzielt. Am Standort Kautzen hingegen erreichten die Premiumweizenqualität nur die Sorten Poliska 90, Capo und Josef; die Sorte Midas lag mit 14,8 % sehr knapp darunter. Bei der Mahlweizensorte Balaton lag der Proteingehalt in allen Versuchen um ca. 1,5 % niedriger als bei den übrigen Sorten. Aber auch bei der Sorte Balaton konnte durch die qualitätsbetonte N-Düngung (N₃) bei hohem Kornertrag die Mahlweizenqualität erreicht werden.

Am Standort Kiew ergab sich im Vergleich zu den Standorten Kautzen (2,1 %) und Leopoldsdorf i.M. (1,9 %) eine deutlich höhere Differenz im Proteingehalt (3,2 %) zwischen den N-gedüngten Varianten (N₂ bis N₄) und der Null-Düngungsvariante (N₁).

5.3.3. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf das Hektolitergewicht

Tab. 21 und Tab. 22 zeigen in den Versuchsjahren 2012 bis 2014 das Hektolitergewicht im Mittel der N-Düngungsvarianten an den drei Versuchsstandorten.

Tabelle 21: Hektolitergewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten an drei Versuchsstandorten im Mittel der N-Düngungsvarianten in den Jahren 2012 bis 2014

Table 21: Hectolitre weight in kg/hl for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels at three trial sites in the years 2012 until 2014

Sorte	Versuchsstandort									Sortenmittel
	Kautzen			Leopoldsdorf i.M.			Kiew			
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	
Balaton	77,9 ^c	80,1 ^c	76,1 ^c	75,7 ^c	80,5 ^d	79,4 ^c	80,4 ^c	76,0 ^c	74,3 ^c	77,8 ^d
Capo	81,0 ^a	84,7 ^a	79,4 ^a	78,8 ^a	84,3 ^a	83,1 ^a	83,5 ^a	81,4 ^a	77,0 ^a	81,5 ^a
Josef	79,6 ^b	83,9 ^a	74,7 ^d	78,1 ^{ab}	83,2 ^b	83,4 ^a	83,4 ^a	79,3 ^a	76,2 ^b	80,2 ^b
Lybid	77,4 ^c	82,6 ^b	76,1 ^c	74,6 ^d	81,2 ^d	81,9 ^b	79,5 ^c	79,4 ^b	74,9 ^c	78,6 ^c
Midas	79,3 ^b	84,0 ^a	78,3 ^b	77,3 ^b	82,5 ^{bc}	82,8 ^{ab}	82,4 ^b	79,3 ^b	75,8 ^b	80,2 ^b
Poliska 90	79,5 ^b	84,5 ^a	78,4 ^{ab}	78,3 ^a	82,2 ^c	83,3 ^a	81,8 ^b	78,4 ^b	76,2 ^b	80,3 ^b

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Sorten in einer Spalte sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 22: Einfluss der Sorte, des N-Düngungsmanagements und des Standortes auf das Hektolitergewicht bei Weizen in den Jahren 2012, 2013, 2014 und im Jahresmittel 2012 bis 2014

Table 22: Influence of variety, of varied nitrogen fertilization and trial site on hectolitre weight on winter wheat in each year 2012, 2013, 2014 and over all years 2012 until 2014

Varianzquelle	Varianzanalyse einjährig			Varianzanalyse mehrjährig
	2012	2013	2014	2012 bis 2014
Sorte	***	***	***	***
N-Düngung	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Standort	***	***	***	***
Sorte*N-Düngung	***	*	***	***
Sorte*Standort	n.s.	***	n.s.	***
Standort*N-Düngung	**	n.s.	***	n.s.
Jahr				***

Signifikanzen: * bei $P < 0,05$, ** bei $P < 0,01$, *** bei $P < 0,001$, n.s. – nicht signifikant.

In den angeführten Versuchen gab es bei Weizen keinen Einfluss des unterschiedlichen N-Düngungsmanagements auf das Hektolitergewicht. Die Faktoren Sorte, Standort und Jahr wirkten sich hingegen hochsignifikant aus. In allen Versuchen erzielte die Sorte Capo das höchste Hektolitergewicht, gefolgt von den Sorten Josef, Midas und Poliska 90. Im Jahr 2014 lag das Hektolitergewicht am Standort Kautzen durch die frühzeitige starke Lagerung bei der Sorte Josef deutlich niedriger. Die Sorte Lybid wies durchgehend ein Hektolitergewicht im niedrigeren Bereich auf. Die extreme Trockenheit im Jahr 2012 am Standort Leopoldsdorf i.M. und die ungünstigere Jahreswitterung vor der Weizenernte am Standort Kiew und in Kautzen im Jahr 2014 führten zu einer Verminderung des Hektolitergewichtes.

5.3.4. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf die Fallzahl

Die Fallzahl wies bei allen sechs Winterweizensorten, bei allen vier Stickstoffdüngungsvarianten und an allen drei Versuchsstandorten eine deutliche witterungs- und sortenbedingte Abhängigkeit auf. Die unterschiedliche Stickstoffdüngung übte grundsätzlich keine Wirkung auf die Fallzahl aus, mit Ausnahme einzelner Sorten bei einem hohen Stickstoffangebot (Tab. 23, Tab. 24. und Tab. 25).

Tabelle 23: Fallzahl in s bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten am Versuchsstandort Kautzen in den Jahren 2012 bis 2014

Table 23: Falling number in sec for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels, trial site Kiev, 2012 until 2014

Sorte	2012				2013				2014			
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Balaton	329	342	376	338	382	394	383	394	368	398	331	400
Capo	267	232	252	255	320	390	393	398	298	239	103	395
Josef	181	202	188	206	281	339	309	345	243	62	62	62
Lybid	122	128	117	126	354	353	378	404	109	158	62	122
Midas	348	349	334	315	396	390	435	404	370	414	287	307
Poliska 90	210	224	210	210	297	381	366	334	335	186	158	108

In den Jahren 2012 und 2014 reagierten am Standort Kautzen die Sorten Lybid, Josef und Poliska 90 auf die wechselfeuchte Witterung vor der Weizenernte (Tab. 23) mit einer deutlichen Fallzahlverminderung. Im Jahr 2014 führte das frühzeitige starke Lager bei der Sorte Josef in allen gedüngten Stickstoffvarianten zu einer extrem niedrigen Fallzahl. In der N-ungedüngten Variante ohne Lagerung erreichte die Sorte Josef eine wesentlich höhere Fallzahl. Die weniger standfesten langhalmigen Sorten Lybid und Capo reagierten auf die hohe Stickstoffversorgung (N₃) besonders stark, es kam zu einer flächendeckenden Lagerung mit einer beachtlichen Fallzahlminderung.

Tabelle 24: Fallzahl in s bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. in den Jahren 2012 bis 2014

Table 24: Falling number in sec for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels, trial site Leopoldsdorf i.M., 2012 until 2014

Sorte	2012				2013				2014			
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Balaton	312	374	384	430	402	411	416	385	360	406	418	465
Capo	400	386	401	392	337	374	344	343	376	419	439	435
Josef	422	409	407	412	200	268	297	254	238	415	433	444
Lybid	84	102	90	94	268	321	359	355	363	443	409	425
Midas	461	443	428	432	363	418	418	406	416	443	416	441
Poliska 90	416	386	417	408	316	349	324	345	339	390	386	360

Am Standort Leopoldsdorf i.M. (Tab. 24) gab es im Jahr 2012 bei der Sorte Lybid eine extrem niedrige Fallzahl. Die Ursache waren der Hitzestress zur Zeit der Abreife des Weizenbestandes und die hohen Niederschlagsmengen während der Erntezeit.

Tabelle 25: Fallzahl in s bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten am Versuchsstandort Kiew in den Jahren 2012 bis 2014

Table 25: Falling number in sec for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels, trial site Kiev, 2012 until 2014

Sorte	2012				2013				2014			
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Balaton	391	422	433	430	383	404	429	388	391	369	386	405
Capo	310	357	373	341	373	441	416	431	249	244	224	235
Josef	236	301	316	323	357	339	369	312	321	315	201	396
Lybid	299	289	284	273	298	237	263	316	242	242	196	211
Midas	403	411	438	422	380	355	389	415	368	268	280	294
Poliska 90	318	383	363	345	318	386	320	304	296	274	189	160

Am Standort Kiew (Tab. 25) blieb die Fallzahl bei allen Sorten über alle Jahre hoch. Im Jahr 2014 gab es aufgrund der feuchten Witterung vor der Weizenernte eine Ausnahme bei den Sorten Lybid, Josef und Poliska 90.

5.3.5. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf das Alveogramm

Spezielle Qualitätseigenschaften der angeführten Weizensorten zeigen die Alveogrammwerte der Tab. 26.

Tabelle 26: W-Wert in J/10 000 und P/L-Verhältnis (aus dem Alveogramm) bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten im Mittel der Versuchsstandorte und der Jahre 2012 bis 2014 (statistisch nicht gesichert)

Table 26: W-energy and P/L-ratio from alveogram for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels over all years 2012 until 2014 (statistically not approved)

Sorte	W-Wert				P/L-Verhältnis			
	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel	Mittel
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Balaton	166	217	228	224	0,69	0,58	0,54	0,61
Capo	267	337	352	325	1,18	0,75	0,62	0,74
Josef	270	323	349	324	1,06	0,64	0,56	0,58
Lybid	174	222	230	220	0,68	0,45	0,45	0,47
Midas	203	258	316	282	0,72	0,50	0,47	0,51
Poliska 90	198	243	271	258	0,45	0,36	0,41	0,37
Mittel	213	267	291	272	0,80	0,54	0,51	0,54

Den unterschiedlichen Widerstand bei der Deformation (W-Wert) und das Verändern des Verhältnisses zwischen Widerstand und Länge der Alveogramm-Kurve (P/L) wurden durch die Spätdüngung (N-Variante N₃) sortenspezifisch beeinflusst. Bei einem N-Düngungsangebot von 120 bis 180 kg N/ha (N₂ bis N₄) überschritten die Qualitätsweizensorten Capo und Josef den für den Exportweizen erforderlichen Mindestwert von 280; das P/L-Verhältnis lag im günstigen Bereich von 0,4 bis 0,8. Die Sorte Midas wies für die Absicherung des W-Wertes auf einem hohen Niveau einen höheren Stickstoffdüngungsbedarf auf. Im Erntegut gab es am Standort Kautzen in den Jahren 2013 und 2014, am Standort Leopoldsdorf i.M. im Jahr 2013 und am Standort Kiew im Jahr 2014 bei den Sorten Lybid und Poliska 90 einen niedrigen Alveogramm-Wert.

Bei der qualitätsorientierten N-Düngungsvariante (N₃) war der W-Wert wesentlich höher und der P/L-Wert geringer im Vergleich zu den Düngungsvarianten N₂ und N₄. Die angeführten Werte bei den Sorten Balaton und Poliska 90 rechtfertigen die Einstufung dieser Sorten als

Mahlweizen. Die Sorte Lybid, eine Qualitätsweizensorte in der Ukraine, erreichte im Alveogramm nur das Mahlweizenniveau.

5.3.6. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf den Feuchtklebergehalt, den Sedimentationswert und das Backvolumen

Die Ergebnisse der erweiterten Qualitätsuntersuchung der Ernteproben aus dem Jahr 2012 von allen drei Standorten zeigt Tab. 27. Die auf den österreichischen Versuchsstandorten vorherrschende Trockenheit im Frühsommer wird in den angeführten Werten deutlich. Im Erntejahr 2012 erreichten bei allen N-Düngungsvarianten alle Sorten einen hohen Feuchtklebergehalt, einen günstigen Sedimentationswert und optimales Backvolumen. Mit steigender N-Düngungsmenge war im Trend eine Erhöhung der Werte bei den angeführten Qualitätsmerkmalen zu erkennen. Die N-Ährengabe von 60 kg/ha (N₃) ergab bei allen Qualitätsweizensorten einen hohen Sedimentationswert. Einen Sedimentationswert von mindestens 60 ml konnten die Qualitätsweizensorten Capo und Josef bereits mit 120 und 150 kg N/ha erreichen. Die Sorte Midas erzielte die geforderten Qualitätskriterien jedoch nur mit 150 und 180 kg Gesamt-N-Düngung/ha. Die Qualitätsweizensorte Lybid und die Mahlweizensorte Balaton lagen im Sedimentationswert und Backvolumen auf einem niedrigeren Niveau.

Der mittlere Feuchtklebergehalt im Versuchsjahr 2012 wurde über die Jahreswitterung geprägt, die Unterschiede zwischen den Sorten und den N-Düngungsvarianten waren deutlich.

Tabelle 27: Feuchtklebergehalt in %, Sedimentationswert in ml und Backvolumen in ml/100 g bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten im Mittel der drei Versuchsstandorte

Table 27: Wet gluten in %, sedimentation value in ml and loaf volume for six winter wheat varieties and four N-fertilizer applications over all trial sites

Sorte	Feuchtklebergehalt Mittel 2012-2014				Feuchtklebergehalt 2012				Sedimentationswert 2012				Backvolumen 2012			
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Balaton	22,6	27,8	29,5	28,6	24,6	29,3	30,1	29,5	37	47	45	45	617	685	695	688
Capo	26,7	32,3	35,6	32,7	30,8	33,5	37,6	34,4	58	61	66	61	737	748	778	764
Josef	27,7	32,8	35,7	34,4	31,4	34,4	37,7	36,1	56	61	67	66	698	770	768	761
Lybid	25,3	29,9	32,7	31,3	29,9	33,4	35,2	34,4	45	54	61	57	643	674	710	675
Midas	25,8	29,7	33,5	30,6	29,6	31,0	34,9	32,4	53	55	66	60	732	752	789	772
Poliska 90	29,0	33,5	36,1	35,1	32,6	36,3	38,3	37,1	56	60	67	65	729	756	773	763

Der Feuchtklebergehalt stieg mit Erhöhung der Stickstoffdüngungsmengen bei allen Sorten an. Die höchsten Feuchtklebergehalte wurden mit der N-Spätdüngung, in der N-Düngungsvariante N₃ (180 kg N/ha) erreicht. Einen besonders hohen Feuchtklebergehalt erzielten die Sorten Poliska 90, Josef und Capo, gefolgt von den Sorten Midas und Lybid, die Mahlweizensorte Balaton erreichte nur einen niedrigeren Wert.

5.4. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Kornertrag und auf ausgewählte Qualitätskriterien

5.4.1. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Kornertrag

Die Ergebnisse zeigen, dass der Einfluss der Sorte und der Saatstärke standortbezogen unterschiedlich und zum Teil signifikant war (Tab. 28, Tab. 29, Tab. 30 und Tab. 31).

Tabelle 28: Varianzanalyse Kornertrag von sechs Sorten und drei Saatstärken bei zwei N-Düngungsvarianten an drei Versuchsstandorten in den Jahren 2012 bis 2014

Table 28: ANOVA grain yield of six winter wheat varieties and three seeding rates at two N-fertilizer application levels at three trial sites in the years 2012 to 2014

Varianzquelle	Standort																	
	Kautzen						Leopoldsdorf i.M.						Kiew					
	2012		2013		2014		2012		2013		2014		2012		2013		2014	
	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃
Sorte	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	***	**	**	*	***	n.s.	***	n.s.	**
Saatstärke	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	***	*	*	n.s.	n.s.	**	***	***	*	n.s.	n.s.
Sorte*Saatstärke	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Signifikanzen: * bei $P < 0,05$, ** bei $P < 0,01$, *** bei $P < 0,001$, n.s. – nicht signifikant.

Die Kornerträge am Standort Kautzen zeigt Tab. 28. Statistisch gesicherte Unterschiede gab es nur bei der N-Düngungsvariante N₃ in den Jahren 2012 und 2014, wobei im Jahr 2014 zusätzlich der Effekt der Saatstärke signifikant wurde.

Die höchsten Kornerträge erreichten bei allen Saatstärken die Sorten Midas, Lybid sowie Balaton. Die Sorten Capo und Josef lagen auf einem mittleren und die Sorte Poliska 90 auf einem niedrigeren Ertragsniveau. Eine Tendenz zur Ertragserhöhung bei höherer Saatstärke wurde bei den Sorten Balaton, Lybid und Poliska 90 beobachtet. Die Sorten Capo, Josef und Midas wiesen nur geringfügige Ertragsunterschiede bei den unterschiedlichen Saatstärken auf.

Tabelle 29: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Versuchsstandort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2014

Table 29: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2014

Sorte	2012						2013						2014					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	5627	6172	6325	6816	7416	7215	4845	4724	5056	6113	6397	6689	3462	4185	4182	8265	8246	8589
Capo	5245	5289	5177	6242	6095	6043	4373	4519	5160	6885	7063	7001	5153	4848	4752	8093	8064	7427
Josef	4765	4833	4883	5636	5684	5620	4789	4736	4790	6243	6504	6643	4383	4354	4097	5681	5012	5172
Lybid	5436	5356	5636	6808	6511	6817	5619	5770	5527	7143	7531	7237	4393	4359	3938	7352	7565	6620
Midas	5596	5747	5528	6411	6355	6167	5498	5848	5001	7800	7187	7646	4700	4501	4198	9424	8893	9411
Poliska 90	5129	5340	5237	5651	5709	5837	4579	4980	5118	6031	6494	7084	5291	5614	5123	7358	7116	6031
Mittel	5300 ^a	5456 ^a	5464 ^a	6261 ^a	6295 ^a	6283 ^a	4950 ^a	5096 ^a	5109 ^a	6702 ^a	6862 ^a	7050 ^a	4564 ^a	4643 ^a	4382 ^a	7695 ^a	7483 ^{ab}	7208 ^b

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Saatstärken in einer Zeile sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Der extrem unterschiedliche Witterungsverlauf am Standort Leopoldsdorf i.M. war für die deutlichen Ertragsschwankungen verantwortlich (Tab. 30). Die extreme Trockenheit im Jahr 2012 verminderte die Stickstoffdüngungswirkung und die Ausschöpfung des Ertragspotenzials der jeweiligen Weizensorten wurde nicht erreicht. Einen signifikanten Sorteneffekt gab es in allen Versuchsjahren in der N-Variante N_3 (180 kg N/ha) und im Jahr 2014 in der N-Nullvariante N_1 . Die Sorten Midas, Capo und Balaton lagen im hohen, die Sorten Josef und Lybid im mittleren, die Sorte Poliska 90 im niedrigeren Ertragsbereich. Im Jahr 2014 wirkte sich bei der Sorte Josef der hohe Gelbrostbefall stark ertragsmindernd aus.

Die unterschiedliche Saatstärke beeinflusste im Jahr 2013 den Kornertrag in beiden N-Düngungsvarianten und im Jahr 2012 nur in der N-gedüngten Variante N_3 signifikant. Im Mittel aller Sorten erhöhte eine Steigerung der Saatstärke von 300 auf 400 Korn/m² den Weizenertrag (bei beiden Stickstoffdüngungsvarianten). Eine weitere Saatstärkenerhöhung auf 500 Korn/m² ergab keinen Ertragszuwachs. Im Jahr 2013 wurde ohne Stickstoffdüngung (N_1) der signifikant höchste Kornertrag im Sortenmittel bei 500 Korn/m² erzielt.

Die Sorten Poliska 90 und Lybid zeigten eine Tendenz zu einer Ertragserhöhung bei steigenden Saatstärken. Bei optimalen Witterungsbedingungen im Frühjahr 2014 reagierten die Sorten Balaton und Lybid bei der Saatstärke 500 Korn/m² mit einer Ertragsabnahme.

Tabelle 30: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2014

Table 30: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2014

Sorte	2012						2013						2014					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	4112	4030	3688	4799	5203	4953	3952	4401	5079	7753	8469	8430	6526	6416	6210	8673	8704	8355
Capo	4633	4628	4759	4805	5152	5248	5511	5580	5753	8502	8588	8767	5679	5790	5772	6249	6627	6824
Josef	4428	4419	4367	4631	4784	5070	4493	4153	4703	7336	7477	7525	5891	5706	5495	6691	6567	6643
Lybid	3135	3395	3742	3728	3864	4103	4422	4360	4292	6986	7609	7669	6060	6165	6398	7456	7741	6995
Midas	3899	3932	4005	5191	5247	5108	4911	4898	4974	8844	9069	8678	6484	6165	6106	7794	7814	8491
Poliska 90	3857	4068	4208	4051	4359	4557	3845	4128	4381	5900	5945	6114	4945	4672	5060	6695	6740	6614
Mittel	4011 ^a	4078 ^a	4128 ^a	4534 ^b	4768 ^a	4840 ^{ab}	4522 ^b	4587 ^b	4864 ^a	7553 ^b	7859 ^a	7864 ^a	5931 ^a	5819 ^a	5840 ^a	7260 ^a	7365 ^a	7320 ^a

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Saatstärken in einer Zeile sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Am Standort Kiew gab es in den Jahren 2012 und 2013 eine deutlichere Wirkung der Saatstärke auf den Kornertrag als an den Standorten Kautzen und Leopoldsdorf i.M. (Tab. 31). Einen Ertragsanstieg gab es bei allen höheren Saatstärken in der ungedüngten Kontrollvariante N₁. Es kam zu einem Ertragsanstieg bei 300 Korn/m² auf 400 Korn/m², in der N-gedüngten Variante N₃ von 300 auf 500 Korn/m². Im Trend reagierten die Sorten Poliska 90, Lybid, Balaton und Josef positiv auf eine höhere Saatstärke, die Sorten Capo und Midas wiesen ein hohes Ausgleichsvermögen auf. Im witterungsbezogen günstigeren Jahr 2014 war das Ertragsniveau bei allen Saatstärken ähnlich hoch. Sortenbedingte Ertragsunterschiede gab es trotz keiner statistischen Absicherung. Die Saatstärke 400 Korn/m² führte bei den Sorten Balaton, Capo und Midas zu einem höheren Kornertrag.

Tabelle 31: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2014

Table 31: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2014

Sorte	2012						2013						2014					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	3204	3556	3660	6890	7630	7452	3400	3383	3845	7655	7586	7981	3889	3867	3526	8350	8870	8278
Capo	2971	3412	3591	6238	6083	7134	3376	3538	3550	5822	6139	5918	3691	3733	3701	7709	7593	6973
Josef	3608	3502	3357	6595	6887	7191	3103	3456	3692	6557	6094	6784	3473	3902	3929	7283	7231	7630
Lybid	3018	3095	3422	5606	6548	6842	3285	3613	3778	5893	6600	6856	3403	3630	3597	6480	6485	6696
Midas	3277	3644	3630	6960	7175	7689	3564	4412	4317	7836	8183	8076	3504	3874	3771	8377	8644	8282
Poliska 90	2428	2803	3016	4749	4840	5389	2972	3291	3355	4576	4711	5172	3482	3694	3703	6358	6397	6335
Mittel	3084 ^b	3335 ^a	3446 ^a	6173 ^c	6527 ^b	6949 ^a	3283 ^b	3615 ^a	3756 ^a	6390 ^b	6552 ^{ab}	6798 ^a	3574 ^a	3783 ^a	3705 ^a	7426 ^a	7537 ^a	7366 ^a

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Saatstärken in einer Zeile sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

5.4.2. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Proteingehalt

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen bei Weizen einen hohen Sorteneffekt auf allen Versuchsstandorten, jedoch keinen Einfluss der Saatstärke auf den Proteingehalt (Tab. 32). Eine Ausnahme gab es im Jahr 2012 am Standort Kautzen bei der N₃-Variante und am Standort Kiew bei der N₁-Variante sowie im Jahr 2014 am Standort Kiew bei der N₁-Variante. Der Unterschied war gering und lag bei nur 0,3 % bzw. 0,5 %.

Tabelle 32: Varianzanalyse für den Rohproteingehalt von sechs Sorten und drei Saatstärken bei zwei N-Düngungsvarianten an drei Versuchsstandorten in den Jahren 2012 bis 2014

Table 32: ANOVA crude protein content of six winter wheat varieties and three seeding rates at two N-fertilizer application levels at three trial sites in the years 2012 to 2014

Varianzquelle	Standort																	
	Kautzen						Leopoldsdorf i.M.						Kiew					
	2012		2013		2014		2012		2013		2014		2012		2013		2014	
	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃
Sorte	***	***	*	***	***	***	*	***	***	***	***	*	*	***	*	*	**	***
Saatstärke	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
Sorte*Saatstärke	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Signifikanzen: * bei $P < 0,05$, ** bei $P < 0,01$, *** bei $P < 0,001$, n.s. – nicht signifikant.

In den Jahren 2012 und 2013 wurde am Standort Kautzen bei der optimierten N-Düngung mit 180 kg/ha (N₃) von allen Sorten (mit Ausnahme der Sorte Balaton im Jahr 2013) das Qualitätsweizeniveau erzielt, im Jahr 2014 nur von den Sorten Josef und Poliska 90 (Tab. 33). Im Erntejahr 2012 wurde die Premiumweizenqualität mit über 15,0 % Proteingehalt von allen Sorten erreicht. Im Jahr 2013 nur von den Sorten Capo, Josef, Poliska 90. Die höchsten Proteinwerte gab es bei den Sorten Capo, Josef und Poliska 90, gefolgt von der Sorte Midas. Im Jahr 2012 gab es bei der Erhöhung der Saatstärke in der N₃-Variante eine signifikante Abnahme im Proteingehalt.

Tabelle 33: Rohproteingehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2014

Table 33: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2014

Sorte	2012						2013						2014					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	13,0	12,2	12,6	14,6	14,4	14,5	10,7	10,5	10,5	13,4	13,5	13,7	9,3	9,5	9,6	11,8	11,4	11,4
Capo	14,7	14,2	14,6	17,2	17,1	16,9	12,2	11,8	12,4	14,9	15,3	15,2	9,8	10,2	10,3	13,1	13,1	12,8
Josef	14,7	14,9	14,5	16,7	16,5	16,1	12,4	12,8	12,9	14,9	15,4	15,1	11,2	11,3	11,4	14,1	14,1	14,2
Lybid	13,6	13,8	13,5	16,7	16,3	16,2	12,2	11,7	11,0	14,3	14,6	14,1	10,9	11,2	11,3	13,3	13,5	13,4
Midas	14,2	14,4	13,8	16,9	17,1	16,8	12,1	12,0	11,7	14,9	14,7	14,8	10,5	10,6	10,3	12,8	13,0	12,5
Poliska 90	16,3	16,1	16,1	17,8	17,5	17,1	12,6	12,5	12,4	15,4	15,5	15,5	11,4	11,4	11,6	14,6	14,2	14,7
Mittel	14,4 ^a	14,3 ^a	14,2 ^a	16,6 ^a	16,5 ^b	16,3 ^c	12,0 ^a	11,9 ^a	11,8 ^a	14,6 ^a	14,8 ^a	14,7 ^a	10,5 ^a	10,7 ^a	10,7 ^a	13,3 ^a	13,2 ^a	13,2 ^a

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Saatstärken in einer Zeile sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Am Standort Leopoldsdorf i.M. wurden deutlich höhere Proteingehalte im Vergleich zum Standort Kautzen erzielt (Tab. 34). Bei der N-Düngungsvariante N₃ erreichten alle Sorten bis auf Balaton in den Jahren 2012 und 2013 die Premiumweizenqualität. Im Jahr 2014 lagen die Sorten Capo und Poliska 90 mit über 15 % Proteingehalt besonders hoch, bei den Sorten Midas und Josef lag er knapp unter der Premiumweizenqualitätsgrenze. Im Trockenjahr 2012 gab es wegen der niedrigen Kornerträge sehr hohe Proteingehalte, auch in der N-ungedüngten Kontrollvariante N₁. Eine Erhöhung der Saatstärke von 300 auf 500 Korn/m² führte zu keiner signifikanten Veränderung des Proteingehaltes.

Tabelle 34: Rohproteingehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2014

Table 34: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2014

Sorte	2012						2013						2014					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	13,7	14,0	14,0	14,3	14,6	15,0	12,6	12,3	12,4	13,4	13,5	13,4	9,6	9,3	9,5	13,9	13,3	13,8
Capo	15,9	15,2	15,2	16,9	17,1	16,9	13,6	14,2	14,0	15,9	15,8	15,8	10,2	10,2	10,5	16,4	16,4	16,2
Josef	16,0	16,0	15,7	17,3	17,0	16,8	14,7	14,7	14,9	15,8	16,0	16,0	10,8	10,6	10,5	14,9	15,1	14,6
Lybid	15,5	15,4	14,9	15,9	15,7	16,0	14,0	13,4	13,3	15,8	15,4	15,4	10,8	10,0	10,4	14,6	14,5	14,8
Midas	15,2	15,5	15,4	16,7	16,8	16,5	13,4	13,6	13,7	15,1	15,1	14,9	10,2	10,1	10,2	14,9	14,9	15,0
Poliska 90	15,5	15,5	15,7	16,9	16,9	16,8	16,6	17,0	16,7	17,4	17,9	17,0	11,2	11,6	11,0	15,9	15,9	16,3
Mittel	15,3 ^a	15,3 ^a	15,2 ^a	16,3 ^a	16,3 ^a	16,3 ^a	14,1 ^a	14,2 ^a	14,2 ^a	15,6 ^a	15,6 ^a	15,4 ^a	10,5 ^a	10,3 ^a	10,3 ^a	15,1 ^a	15,0 ^a	15,1 ^a

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Saatstärken in einer Zeile sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Am Standort Kiew kam es zu einer hohen Stickstoffdüngungswirkung (Tab. 35). Die qualitätsorientierte Stickstoffdüngung mit 180 kg N/ha (N₃) führte im Sortenmittel zur Erhöhung des Proteingehaltes im Sortenmittel um 3,0 bis 5,1 % (im Vergleich zur ungedüngten Kontrollvariante N₁). Die Premiumweizenqualität erreichten bei der N-Variante N₃ alle Sorten mit Ausnahme der Sorte Balaton. Die Sorte Balaton erreichte nur die Mahl- bzw. Futterweizenqualität, aber auf sehr hohem Ertragsniveau. Die Erhöhung der Saatstärke von 300 auf 500 Korn/m² führte auch am Standort Kiew zu keiner statistisch sicherbaren Proteingehaltsveränderung.

Tabelle 35: Rohproteingehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2014

Table 35: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2014

Sorte	2012						2013						2014					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	9,1	9,0	9,1	13,5	13,9	14,0	11,7	11,5	11,2	15,1	15,5	15,1	9,9	9,8	10,1	13,1	13,0	12,8
Capo	11,3	10,7	10,9	16,4	16,3	16,5	13,5	13,4	13,4	16,7	16,6	16,5	10,5	10,9	11,1	15,2	15,8	15,6
Josef	10,6	10,1	10,3	15,3	15,1	14,9	12,8	12,9	12,5	15,8	15,8	15,7	12,4	12,7	12,5	15,6	16,0	15,7
Lybid	10,5	10,4	10,3	15,9	15,6	15,6	13,0	12,6	12,4	15,8	15,8	16,0	10,4	10,7	10,8	15,6	15,1	15,1
Midas	11,0	10,2	10,8	15,7	14,6	15,6	13,4	12,4	12,5	16,8	16,6	16,6	11,0	10,7	10,8	15,3	15,0	15,5
Poliska 90	11,3	11,3	11,2	16,6	16,6	16,2	13,7	13,4	13,2	15,8	15,9	15,9	12,2	11,8	11,7	14,9	15,0	14,9
Mittel	10,7 ^a	10,3 ^a	10,4 ^a	15,6 ^a	15,4 ^a	15,5 ^a	13,0 ^a	12,7 ^{ab}	12,5 ^b	16,0 ^a	16,0 ^a	16,0 ^a	11,1 ^a	11,1 ^a	11,2 ^a	14,9 ^a	15,0 ^a	14,9 ^a

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Saatstärken in einer Zeile sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

5.4.3. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf das Hektolitergewicht

Tab. 37 zeigt in den Versuchsjahren 2012 bis 2014 am Standort Kautzen das Hektolitergewicht. In den angeführten Versuchen gab es keine Wirkung der Saatstärke auf das Hektolitergewicht, mit Ausnahme der N₃-Düngungsvariante im Jahr 2012 an den Standorten Leopoldsdorf i.M. und Kiew (Tab. 36). Das Hektolitergewicht war bei allen Versuchen signifikant sortenabhängig und jahreswitterungsbedingt unterschiedlich.

Tabelle 36: Varianzanalyse für das Hektolitergewicht von sechs Sorten und drei Saatstärken bei zwei N-Düngungsvarianten an drei Versuchsstandorten in den Jahren 2012 bis 2014

Table 36: ANOVA test weight of six winter wheat varieties and three seeding rates at two N-fertilizer application levels at three trial sites in the years 2012 to 2014

Varianzquelle	Standort																	
	Kautzen						Leopoldsdorf i.M.						Kiew					
	2012		2013		2014		2012		2013		2014		2012		2013		2014	
	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃	N ₁	N ₃
Sorte	***	**	***	***	***	**	***	***	***	***	***	n.s.	***	***	***	***	***	**
Saatstärke	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sorte*Saatstärke	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Signifikanzen: * bei $P < 0,05$, ** bei $P < 0,01$, *** bei $P < 0,001$, n.s. – nicht signifikant.

Am Standort Kautzen gab es sortenbedingte Unterschiede im Hektolitergewicht über alle Versuchsjahre. Im Mittel der Jahre und Saatstärken gab es das höchste Hektolitergewicht bei der Sorte Capo (83,1 kg/hl), bei der Sorte Balaton hingegen das niedrigste (78,6 kg/hl). Das Hektolitergewicht war bei den drei Saatstärken nicht unterschiedlich.

Tabelle 37: Hektolitergewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2014

Table 37: Test weight in kg/hl for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2014

Sorte	2012						2013						2014					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	76,8	76,5	77,1	77,9	78,7	77,6	80,4	80,1	79,6	78,6	79,4	80,6	75,0	75,0	75,0	78,0	76,2	77,3
Capo	82,2	81,9	81,0	81,0	80,5	80,6	85,6	85,0	85,7	84,5	85,1	84,6	79,4	79,3	79,0	80,3	79,6	79,5
Josef	80,0	80,5	80,1	79,9	78,9	79,9	83,9	83,7	83,5	83,5	83,9	83,8	78,5	77,8	77,5	75,5	75,1	74,4
Lybid	76,9	77,3	77,3	77,7	77,6	77,6	82,5	82,7	82,0	82,2	82,6	82,5	76,4	75,8	76,1	76,3	75,4	74,9
Midas	79,1	79,6	79,2	78,9	79,3	79,0	83,8	83,9	80,8	83,9	84,0	83,8	77,2	77,2	77,4	79,4	78,9	78,8
Poliska 90	80,7	80,6	80,5	79,3	79,2	78,9	84,3	84,2	84,3	84,6	84,4	84,5	78,6	78,7	78,5	79,3	78,5	77,3
Mittel	79,3 ^a	79,4 ^a	79,2 ^a	79,1 ^a	79,0 ^a	78,9 ^a	83,4 ^a	83,3 ^a	82,6 ^a	82,9 ^a	83,2 ^a	83,3 ^a	77,5 ^a	77,3 ^a	77,2 ^a	78,1 ^a	77,3 ^a	77,0 ^a

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Saatstärken in einer Zeile sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Im extrem trockenen Jahr 2012 war das Hektolitergewicht am Standort Leopoldsdorf i.M. bei allen Sorten besonders niedrig (Tab. 38). Einen hochsignifikanten Sorteneffekt gab es in allen Versuchsjahren, außer im Jahr 2014 bei der N-Variante N₃. Im Erntejahr 2014 erreichten alle Sorten ein ähnlich hohes Hektolitergewicht. Das höchste Hektolitergewicht gab es bei der Sorte Capo, gefolgt von der Sorte Josef, die Sorte Balaton lag im untersten Bereich.

Die Saatstärke ergab keine Wirkung auf das Hektolitergewicht. Nur im Jahr 2012 gab es bei der N-Variante N₃ bei der geringen Saatstärke, bei 300 Korn/m², ein niedrigeres Hektolitergewicht.

Tabelle 38: Hektolitergewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2014

Table 38: Test weight in kg/hl for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2014

Sorte	2012						2013						2014					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	74,7	76,0	75,7	74,5	75,5	76,0	78,5	79,1	80,3	80,3	81,3	80,8	79,0	78,3	78,9	80,3	80,5	80,2
Capo	79,3	79,0	79,6	77,7	78,5	78,5	84,3	84,8	84,6	84,5	84,2	84,1	83,7	83,8	83,8	82,6	81,7	81,9
Josef	77,9	78,2	78,3	77,2	77,9	78,1	83,7	83,6	83,5	83,2	82,9	83,0	84,0	83,9	83,6	83,5	83,7	83,8
Lybid	75,9	74,5	75,5	74,0	74,7	75,2	80,4	80,8	80,1	80,9	81,1	80,8	81,8	82,2	82,4	81,3	82,5	83,2
Midas	77,3	77,4	78,0	76,6	77,3	77,6	81,7	82,3	82,1	82,6	82,8	83,4	82,6	82,0	82,0	81,7	82,4	83,1
Poliska 90	78,2	78,3	78,5	78,0	78,3	78,4	82,3	81,9	81,7	81,9	81,8	82,1	83,0	83,3	83,3	83,4	83,2	83,3
Mittel	77,2 ^a	77,2 ^a	77,6 ^a	76,3 ^b	77,0 ^a	77,3 ^a	81,8 ^a	82,1 ^a	82,0 ^a	82,2 ^a	82,3 ^a	82,4 ^a	82,3 ^a	82,2 ^a	82,3 ^a	82,1 ^a	82,3 ^a	82,6 ^a

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Saatstärken in einer Zeile sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Am Standort Kiew kam es zu einem hochsignifikanten Sorteneffekt, aber keine Wirkung zeigte die unterschiedliche Saatstärke mit Ausnahme bei der N-Variante N₃ im Jahr 2012. Das Hektolitergewicht lag am Standort Kiew um ca. 1 kg/hl niedriger im Vergleich zu den österreichischen Standorten Kautzen und Leopoldsdorf i.M. (Tab. 39). Auch bei den unterschiedlichen N-Düngungsvarianten N₁ und N₃ gab es keinen Unterschied. Nur im Jahr 2013 war das Hektolitergewicht in der N₃-Variante bei der Saatstärke 300 Korn/m² niedriger. Die unterschiedlichen Saatstärken ergaben keinen signifikanten Unterschied im Hektolitergewicht.

Tabelle 39: Hektolitergewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2014

Table 39: Test weight in kg/hl for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2014

Sorte	2012						2013						2014					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	78,4	78,3	78,1	81,0	81,6	81,6	75,5	76,3	76,2	75,4	75,5	76,5	73,6	74,3	74,2	74,4	74,5	74,7
Capo	83,0	83,6	83,1	83,2	83,6	83,3	83,7	83,3	82,9	82,0	81,8	80,3	77,8	77,8	78,1	77,8	76,8	77,8
Josef	82,6	83,0	83,3	83,0	83,5	82,9	82,6	81,6	81,5	79,6	78,7	79,3	77,1	76,7	77,2	76,6	75,2	75,7
Lybid	79,9	79,1	79,4	78,4	79,5	79,5	78,7	79,6	79,3	78,4	79,7	79,2	74,7	75,0	75,1	74,4	74,8	75,3
Midas	81,2	81,1	81,0	83,2	82,6	83,0	79,1	79,1	79,7	78,5	79,0	80,2	76,5	76,2	75,8	77,3	76,7	74,9
Poliska 90	80,3	80,3	80,6	82,0	82,2	82,3	76,6	78,6	78,0	77,4	78,6	78,6	76,2	76,0	76,3	76,7	76,0	76,5
Mittel	80,9 ^a	80,9 ^a	80,8 ^a	81,7 ^b	82,2 ^a	82,1 ^a	79,4 ^a	79,7 ^a	79,6 ^a	78,6 ^a	78,9 ^a	79,0 ^a	76,0 ^a	76,0 ^a	76,1 ^a	76,2 ^a	75,7 ^a	75,8 ^a

Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten verschiedener Saatstärken in einer Zeile sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

5.5. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Strohertrag und den Harvestindex

5.5.1. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Strohertrag

Im Strohertrag kam es in allen Versuchen zu einer starken Abhängigkeit von der Sorte, vom Standort und von der Jahreswitterung.

Am Standort Kautzen kam es sortenbedingt und auch witterungsbedingt zu deutlichen Schwankungen im Strohertrag (Tab. 40). Im Jahr 2013 waren die Stroherträge in der N-Nulldüngungsvariante N_1 sehr niedrig. Den höchsten Strohertrag gab es am Standort Kautzen in allen Varianten und Jahren bei der Sorte Capo, gefolgt von der Sorte Josef. Die unterschiedlichen Saatstärken erhöhten den Sorteneinfluss. Die Sorten Capo, Balaton und Josef wiesen im witterungsbedingt günstigen Jahr 2012 eine hohe Zahl von Bestockungstrieben auf (Werte nicht angeführt). Bei der Düngungsvariante N_3 und bei der niedrigen Saatstärke (300 Korn/m²), war mit einigen Ausnahmen, der Strohertrag gering.

Tabelle 40: Strohertrag kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2013

Table 40: Straw yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2013

Sorte	2012						2013					
	N_1			N_3			N_1			N_3		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	3443	4658	4545	7874	6854	7215	1848	2536	2207	8207	9563	9191
Capo	7075	5291	5983	11068	9805	9367	3180	3380	4027	9055	9957	11339
Josef	6715	5997	6057	9334	8416	10030	1531	2184	2270	6657	6556	6717
Lybid	6284	7114	8094	6232	7359	7193	1741	3550	3813	5677	6229	5843
Midas	6874	7663	7132	6999	7995	6783	2462	3132	4199	6440	7903	7914
Poliska 90	6701	6220	6613	6839	6921	8793	1541	1360	1702	7289	8166	7916
Mittel	6182	6157	6404	8058	7892	8230	2051	2690	3036	7221	8063	8153

Am Standort Leopoldsdorf i.M. wurde der Strohertrag besonders stark von der Jahreswitterung geprägt (Tab. 41). Im Trockenjahr 2012 unterschieden sich die Stroherträge in den Varianten mit und ohne Stickstoffdüngung nur geringfügig. Bei der Sorte Capo lag der Strohertrag trotz der extremen Trockenheit auf hohem Niveau, die Sorte Lybid reagierte auf die ungünstigen Witterungsbedingungen in der Variante ohne Stickstoffdüngung (N_1) mit einer deutlichen Strohertragsminderung. Die unterschiedlichen Saatstärken wirkten sich im Strohertrag besonders bei den bestockungsfreudigen Sorten Capo und Balaton, in beiden N-Düngungsvarianten, aus. Im Jahr 2013 erreichten die Sorten Midas und Capo bei der N-Variante N_3 und die Sorte Capo zusätzlich bei der Variante N_1 die höchsten Stroherträge. Die niedrigsten Stroherträge wurden bei der Sorte Poliska 90 erreicht.

Tabelle 41: Strohertrag kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2013

Table 41: Straw yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2013

Sorte	2012						2013					
	N_1			N_3			N_1			N_3		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	5738	7490	8452	5711	7607	7147	6068	7239	7981	10287	9031	9730
Capo	7007	7162	6871	8385	9248	9222	10129	10100	10567	13078	12372	12673
Josef	6802	6901	7313	7319	6896	7240	7847	7187	8037	10624	10263	9375
Lybid	2105	2395	1988	5342	4446	4427	7638	7720	8568	8934	9351	10111
Midas	5921	4478	4785	6219	5473	6472	6529	6902	6646	11436	13231	13722
Poliska 90	6093	6762	6582	5819	5011	4733	4055	3592	4319	8300	8835	8046
Mittel	5611	6032	5999	6466	6280	6540	7544	7123	7686	10443	10514	10610

Am Standort Kiew lag der Strohertrag auf einem ähnlich hohen Niveau wie am Standort Kautzen (Tab. 42). Zwischen den Varianten N_1 und N_3 war kein messbarer Unterschied. Im Sortenmittel stieg der Strohertrag mit der Erhöhung der Saatstärke nur in der N-gedüngten Variante N_3 tendenziell an. Dies zeigen die Ergebnisse bei den Sorten Balaton, Lybid, Poliska 90 und ist zum Teil bei der Sorte Josef ersichtlich. Die höchsten Stroherträge wurden bei den mittel- bis langwüchsigen Sorten Capo und Poliska 90, gefolgt von den Sorten Lybid und Josef erreicht. Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass es im Trend zu einem signifikanten Sorteneffekt in der N-gedüngten Variante (N_3) und in der ungedüngten Variante (N_1) kam.

Tabelle 42: Strohertrag kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2013

Table 42: Straw yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2013

Sorte	2012						2013					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	5756	6391	6980	6070	4810	5158	3860	4027	5035	4755	5694	5189
Capo	7713	7040	7309	7922	9207	8306	6344	6572	6620	9875	10191	10182
Josef	6256	7726	8459	7605	7713	7849	6437	6474	6328	7473	9316	9546
Lybid	6754	7265	7414	8274	7652	8108	5355	5432	6302	8137	8810	9589
Midas	6138	5848	5582	6360	7345	7791	6021	5668	5843	7804	8147	8944
Poliska 90	6280	5881	5965	6131	7400	8411	5488	5889	5005	9144	10049	9868
Mittel	6483	6692	6952	7060	7355	7604	5584	5677	5856	7865	8701	8886

5.5.2. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und von zwei N-Düngungsvarianten auf den Harvestindex

In den Jahren 2012 und 2013 war der Harvestindex am Standort Kautzen nur bei der N-Variante N₃ ähnlich hoch, im Jahr 2013 war der Kornanteil in der N-Nullvariante (N₁) sehr hoch (Tab. 43). Im Mittel der Jahre erreichte die Sorte Balaton in der N-Nullvariante (N₁) den höchsten Harvestindex von 0,66, den niedrigsten Harvestindex von 0,54 gab es bei den Sorten Capo und Midas. Die unterschiedliche Saatstärke veränderte den Harvestindex nur geringfügig.

Tabelle 43: Harvestindex bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2013

Table 43: Harvest index for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2013

Sorte	2012						2013					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	0,63	0,58	0,59	0,48	0,53	0,51	0,76	0,69	0,73	0,44	0,41	0,43
Capo	0,44	0,51	0,48	0,37	0,39	0,40	0,62	0,61	0,59	0,44	0,43	0,39
Josef	0,43	0,46	0,46	0,39	0,41	0,37	0,77	0,69	0,69	0,50	0,51	0,51
Lybid	0,48	0,44	0,42	0,53	0,48	0,50	0,77	0,63	0,60	0,57	0,56	0,57
Midas	0,46	0,44	0,45	0,49	0,45	0,49	0,70	0,66	0,56	0,56	0,49	0,50
Poliska 90	0,45	0,47	0,45	0,46	0,46	0,41	0,76	0,79	0,76	0,46	0,45	0,48
Mittel	0,48	0,48	0,48	0,45	0,46	0,45	0,73	0,68	0,65	0,50	0,48	0,48

Am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. blieb der Harvestindex über alle Jahre und Saatstärken auf einem Niveau von nur 0,43 bis 0,45, nur im Jahr 2012 kam es zu einer geringfügigen Abnahme in der N-Nullvariante (N₁) (Tab. 44). Im Trockenjahr 2012 war der Kornanteil am Standort bei der Sorte Lybid und im Jahr 2013 bei der Sorte Poliska 90 ohne Düngung (Variante N₁) besonders hoch. In allen Jahren wies die Sorte Capo einen niedrigeren Harvestindex auf.

Tabelle 44: Harvestindex bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2013

Table 44: Harvest index for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2013

Sorte	2012						2013					
	N ₁			N ₃			N ₁			N ₃		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	0,43	0,36	0,31	0,47	0,42	0,42	0,41	0,39	0,40	0,44	0,50	0,48
Capo	0,41	0,40	0,42	0,38	0,37	0,37	0,36	0,37	0,36	0,41	0,42	0,42
Josef	0,41	0,40	0,39	0,40	0,46	0,42	0,38	0,38	0,38	0,42	0,43	0,46
Lybid	0,61	0,60	0,66	0,42	0,48	0,49	0,38	0,37	0,34	0,45	0,46	0,44
Midas	0,41	0,48	0,47	0,47	0,50	0,45	0,44	0,43	0,44	0,45	0,42	0,40
Poliska 90	0,40	0,39	0,40	0,42	0,48	0,50	0,50	0,55	0,52	0,43	0,41	0,44
Mittel	0,44	0,44	0,44	0,43	0,45	0,44	0,40	0,41	0,41	0,43	0,44	0,44

Am Standort Kiew war der Harvestindex in der Variante ohne Stickstoffdüngung (N_1) niedriger, eine deutliche Differenz gab es bei der Variante N_1 zu N_3 (Tab. 45). Über alle Jahre und Saatstärken wurde der höchste Harvestindex in der N-Düngungsvariante N_1 bei den Sorten Balaton (0,41) und Midas (0,40) erreicht. In der N-Variante N_3 hob sich die Sorte Balaton (0,60) hervor. Die Sorte Capo wies am Versuchsstandort Kiew den niedrigsten Harvestindex, sowohl bei der Varianten N_1 (0,34) als auch bei N_3 (0,41) auf.

Tabelle 45: Harvestindex bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Versuchsstandort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2013

Table 45: Harvest index for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2013

Sorte	2012						2013					
	N_1			N_3			N_1			N_3		
	300	400	500	300	400	500	300	400	500	300	400	500
Balaton	0,37	0,37	0,35	0,54	0,62	0,60	0,48	0,47	0,44	0,63	0,58	0,62
Capo	0,29	0,34	0,34	0,45	0,41	0,47	0,36	0,36	0,36	0,38	0,39	0,38
Josef	0,38	0,32	0,29	0,48	0,48	0,49	0,34	0,36	0,38	0,48	0,41	0,43
Lybid	0,32	0,31	0,33	0,42	0,47	0,47	0,39	0,41	0,39	0,43	0,44	0,43
Midas	0,36	0,40	0,41	0,53	0,51	0,51	0,38	0,45	0,44	0,51	0,51	0,49
Poliska 90	0,29	0,33	0,35	0,45	0,41	0,40	0,36	0,37	0,41	0,34	0,33	0,35
Mittel	0,33	0,34	0,34	0,48	0,48	0,49	0,39	0,40	0,40	0,46	0,44	0,45

6. DISKUSSION

6.1. Einfluss der Sorte, des Standortes, der Saatstärke und der Stickstoffdüngung auf die Bestandesdichte, den Wachstums- und Entwicklungsverlauf

Die Ausprägung der vorgegebenen Eigenschaften eines Genotyps wird im hohen Ausmaß von den jeweils herrschenden Umweltbedingungen beeinflusst und bezeichnet den phänotypischen Wert einer Sorte (MICHEL and PIENZ, 2007; MIEDANER, 2010). Der Wachstumsverlauf und die Länge einzelner Entwicklungsphasen einer Pflanze werden im Wesentlichen von der Temperatur bestimmt.

Mehrfach wird auf eine Abnahme der Wachstumsdauer und gleichzeitiger Erhöhung der Wachstumsrate mit steigender Temperatur hingewiesen. SIELING et al. (2009) stellten einen hohen Einfluss der Temperatur und der Strahlungssumme vom Beginn des Ährenschiebens bis zur Gelbreife und der Dauer dieser Entwicklungsphase auf den Kornertrag fest. FLAMM et al. (2013) weisen auf die Abhängigkeit der Einkörnungsdauer von den Faktoren Jahr und Umwelt hin.

An den wärmeren Versuchsstandorten Leopoldsdorf i.M. (48. Breitengrad) und Kiew (50. Breitengrad) war die Dauer der Einkörnungsphase um ca. 5 Tage mit absolut 35 bis 40 Tagen kürzer im Vergleich zum kälteren Versuchsstandort Kautzen (49. Breitengrad). Über eine weitere Verlängerung der Kornfüllungsdauer an den nördlichen Standorten berichten SIELING et al. (2009). In Norddeutschland (52. Breitengrad) variierte die Länge der Phase von Beginn des Ährenschiebens bis zur Teigreife zwischen 41 und 55 Tage.

In den drei Versuchsjahren (2012 bis 2014) gab es an den jeweiligen Versuchsstandorten unterschiedliche Witterungsbedingungen, die sich deutlich auf den Wachstums- und Entwicklungsverlauf der Weizenbestände und folglich auf den Kornertrag und weiterer Parameter der Kornqualität auswirkten.

Im Versuchsjahr 2013 unterschieden sich trotz niedrigerer Bestandesdichte die Kornerträge am Versuchsstandort Kautzen (mittelwertiges Ackerland) von den Kornerträgen an den Versuchsstandorten Leopoldsdorf i.M. und Kiew (hochwertiges Ackerland) nur geringfügig. Der hohe Harvestindex am Versuchsstandort Kautzen weist darauf hin, dass der Weizenbestand bei mittlerer Bodengüte und bei der geringen Zahl ährentragender Halme durch die längere postflorale Periode durch die Erhöhung des Ährengewichtes ausgleichen konnte.

Nach WEIGEL (2009) führen die kurzfristigen Temperaturanstiege auf über 30°C während der Getreideblüte zu einer deutlichen Abnahme der Kornzahl. Die Ergebnisse zeigen, dass länger andauernde Hitzeperioden zu einer Verkürzung der Kornfüllungsphase führen.

Im Versuchsjahr 2014 kam es am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. zu einem starken Gelbrostbefall durch eine neue Erregerrasse. Die bis dato gelbrostresistente Sorte Josef wurde stark befallen. Dadurch kam es zu erheblichen Ertragsverlusten. Auch in den staatlichen österreichischen Winterweizen-Sortenwertprüfungen kam es zu einem hohen Befallsgrad. Die Sorten Midas und Balaton wiesen im Versuchsjahr 2014 mit Ausprägungsstufe (APS) 3 hingegen eine hohe Gelbrostresistenz auf (AGES, 2015). Am Versuchsstandort Kautzen führten die enorm hohen Niederschlagsmengen im Mai und Juni 2014 in den N-gedüngten Varianten zur Lagerung und Ertragsverminderung bei den Sorten mit mittlerer Standfestigkeit (Capo, Josef, Poliska 90, teilweise Lybid).

Durch die Folgerungen der negativen Klimaänderungen bekommen in der Pflanzenproduktion breit adaptierte Genotypen (Sorten) wegen ihrer höheren Ertragssicherheit zunehmend an Bedeutung. Eine hohe Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Umwelten, auch an das kontinental geprägte Klima am Versuchsstandort Kiew wiesen die Sorten Midas, Balaton und Capo auf. Die Sorte Josef war an den wärmeren Versuchsstandorten Leopoldsdorf i.M. und Kiew, die Sorte Lybid am kühleren Versuchsstandort Kautzen besser angepasst. Die Sorte Poliska 90 wies an allen Versuchsstandorten eine hohe Ertragsstabilität bei niedrigerem Ertragsniveau auf.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von MÜLLER (1999), HEGE et. al. (2002), HANSEN et al. (2004), ЛЕБІДЬ et al. (2012) war die Zahl der ährentragenden Halme in allen Versuchen sortenbedingt unterschiedlich und wies von der Jahreswitterung abhängig eine deutliche Schwankung auf. Die Sorten Capo und Midas konnten eine geringere Bestandesdichte und Ährenzahl sehr gut ausgleichen. Die Sorten Balaton und Capo zeigten über alle Versuche eine höhere Bestockungsrate. Die ukrainischen Sorten Poliska 90 und Lybid wiesen eine geringere Bestockungsfähigkeit auf. Die Kompensationsfähigkeit ist sortenbezogen unterschiedlich und ermöglicht mit der Sortenwahl in Regionen, auch im kontinentalen Klimaraum, Weizen mit einem wirtschaftlichen Erfolg anzubauen (THEUER, 1997; WINKELMANN and CHRISTEN, 1998; КРАЧОБА, 2003).

6.2. Einfluss der Sorte und des Standortes auf den Kornertrag und den Proteingehalt bei Weizen

Die angeführten Versuchsergebnisse zeigen, dass die ausgewählten Winterweizensorten unter den verschiedenen bodenklimatischen Bedingungen sich auf den drei Versuchsstandorten sortenspezifisch unterschiedlich verhielten.

Der Standorteinfluss war in Übereinstimmung mit DASHBALJIR (2004) meist übergeordnet. Die ausgewählten Versuchsstandorte waren für eine umfassende Sortenbeurteilung optimal geeignet. Die Versuchsstandorte Kautzen im Waldviertel mit niedrigeren Jahresmitteltemperaturen und Leopoldsdorf i.M. im pannonischen Trockengebiet mit höheren Temperaturen sowie der Standort Kiew in der ukrainischen Waldsteppenzone mit kontinentalen Klimaeinfluss (mit deutlich kälteren Wintern und wärmeren Frühjahrs- und Sommertemperaturen) repräsentierten einen wesentlichen Teil des zentral- und osteuropäischen semiariden Produktionsgebietes.

Jede Sorte war an die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen verschieden gut angepasst und wies, bedingt durch den Genotyp, eine unterschiedlich hohe Leistungsfähigkeit und Ertragsstabilität auf. In der Getreidezüchtung wird an der ständigen Verbesserung der Sorteneigenschaften, vor allem an der Erhöhung der Ertragsfähigkeit und der Ertragssicherheit sowie an eine weite ökologische Streubreite gearbeitet.

Auf allen Versuchsstandorten kam es zu einem Einfluss des Standortes und zu einem Jahreseffekt, der sich auf den Kornertrag und den Proteingehalt im Korn auswirkte. Die Ergebnisse decken sich mit Ergebnissen von DIECKMANN, 2002; TAHIRO, 2002; SMITH and GROSS, 2006; SCHÄFER and MERKER, 2012; ЛЕБІДЬ et al., 2012; КОЗЕЧКО, 2014 und AGES (2016). Im Mittel der Jahre wurden am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M., bei allen N-Düngungsvarianten, mit Abstand gesichert, die höchsten Kornerträge, über 7500 kg/ha, erzielt. An den Versuchsstandorten Kautzen und Kiew wurden in den N-gedüngten Varianten ähnlich hohe Erträge, von ca. 6800 kg/ha erzielt. Ohne Stickstoffdüngung fiel am Versuchsstandort Kiew der mittlere Kornertrag deutlich ab.

Die Ergebnisse zeigen bei den angeführten Winterweizensorten unter gleichen Produktionsbedingungen deutliche Ertragsunterschiede. Dies deckt sich mit einer Vielzahl von anderen Untersuchungen (HRON, 1981; CHRISTEN, 2001; TAHIRO, 2002; DASHBALJIR, 2004; HEYN, 2006; OSMAN et al., 2011; ЗНАСЬ, 2012; СУХОМУД and ЛЮБИЧ, 2013; ZHELEZOVA et al., 2014; СОЛОДУШКО, 2014). Im Mittel aller Versuche (mit Ausnahme des Versuchsstandortes Leopoldsdorf i.M. im Erntejahr 2012 aufgrund der atypischen Witterung)

und N-gedüngten Varianten (N₂ bis N₄) erreichten die Sorten Midas (8160 kg/ha) und Balaton (7878 kg/ha) die höchsten Kornerträge. Die Sorte Capo (7235 kg/ha) lag auf einem mittleren bis hohen, die Sorten Lybid (6975 kg/ha) und Josef (6512 kg/ha) auf einem mittleren und die Sorte Poliska 90 auf einem niedrigeren Niveau.

Im Mittel der Versuchsjahre (das untypisch trockene Jahr 2012 am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. ausgenommen) wurde am Versuchsstandort Kiew der höchste Rohproteingehalt von Ø 15,8 % erreicht. Am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. lag der Ø Rohproteingehalt im Korn bei 15,4 %, am Versuchsstandort Kautzen lag der Rohproteingehalt im Mittel der Jahre und Varianten bei 15,0 %. Die Interaktion, bezogen auf Standort- und Bodengüte sowie hohem Stickstoffangebot, deckt sich mit den Ergebnissen von RECKLEBEN and ISENSEE (2004). Die Variante ohne Stickstoffdüngung (N₁) diente zur Schätzung des Standort- und Sortenpotenzials. Der Versuchsstandort Kiew wies einen wesentlich niedrigeren durchschnittlichen Rohproteingehalt (11,6 %) im Vergleich zu den österreichischen Versuchsstandorten Kautzen (12,4 %) und Leopoldsdorf i.M. (12,2 %) auf. Eine niedrige Nährstoffversorgung vieler landwirtschaftlich bewirtschafteter Böden in der Ukraine wird mehrfach angeführt (ХРИСТЕНКО, 2009; ЯЦУК, 2014) .

Auf Grund der längerzeitig trockenen Bedingungen am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. im Jahr 2012 kam es generell bei allen Sorten zu sehr hohen Rohproteinwerten, die Kornerträge waren aber relativ niedrig. Die Unterschiede zwischen den Sorten und den N-Düngungsvarianten gab es nur in Tendenz. Nach OBERFORSTER (2013) gab es in Niederösterreich im Jahr 2012 mit 3620 kg/ha die niedrigsten Weizenkornerträge seit 1981. Am stärksten reagierten die ukrainischen Sorten Lybid und Poliska 90 mit extrem hohen bzw. mit niedrigen Erträgen. Über die Reaktion des Weizen bei Trockenstress berichten EISVAND et al. (2006), HRSTKOVA and VEJRAZKA (2010) und im pannonischen Trockengebiet FLAMM et al. (2012).

Eine starke Abhängigkeit von der Jahreswitterung zeigten das Hektolitergewicht und die Fallzahl.

Die Gegenüberstellung der gedüngten N-Varianten und der N-Nullvariante wies auf eine unterschiedliche Nährstoffversorgung im Boden auf den drei Versuchsstandorten hin. Die Nährstoffverfügbarkeit des Bodens war am Versuchsstandort Kiew niedrig.

Die in der Arbeit angeführten Ergebnisse zeigten einen Einfluss des Genotyps (Sorte) auf eine Vielzahl der Merkmale bei Weizen. Dazu zählen Korn- und Strohertrag, die Korn-Qualitätskriterien wie Protein- und Feuchtklebergehalt, Hektolitergewicht, Fallzahl, Werte aus

dem Alveogramm, Sedimentationswert, aber auch weitere Merkmale wie Zahl ährentragenden Halme und Harvestindex.

Den sortenbedingten Kornertragszuwachs von 45 bis 50 kg/ha und Jahr durch die Züchtung von 1948 bis 1981 in Österreich zeigt HÄNSEL (1982) auf. Im gleichen Zeitraum (1950 bis 1980) kam es in der Ukraine durch den Züchtungsfortschritt bei Winterweizen zu einer Ertragssteigerung von 26,0 % (ЛИТВИНЕНКО, 2012). HEJCMAN and KUNZOVA (2010) berichten von einem jährlichen Ertragsanstieg von 73,0 kg/ha, der aber nur mit einer Düngung von 121 kg N/ha, 40 kg P/ha und 71 kg K/ha erreicht wird.

Durch die zusätzliche Stickstoffspätgabe von 60 kg N/ha (N_3), ergänzend zu der N-Gesamtmenge von 120 kg/ha (N_2) wurde auf den Versuchsstandorten Kautzen und Leopoldsdorf i.M. eine Ø Proteingehaltserhöhung von 0,8 %, am ukrainischen Versuchsstandort Kiew von 1,5 %, erreicht. Der relativ hohe Unterschied ist zum Teil durch die niedrige Nährstoffverfügbarkeit des Bodens bedingt. Der Boden am Versuchsstandort Kiew war ein mitteltiefgründiger Tschernosem, der aber zur Dichtlagerung und Verkrustung neigt. Die gesamte Proteingehaltserhöhung durch die Stickstoffdüngung (Varianten N_2 bis N_4) im Vergleich zur N-Nullvariante (N_1) war am Versuchsstandort Kiew um 60 % höher im Vergleich zu den Versuchsstandorten Leopoldsdorf i.M. und Kautzen.

6.3. Einfluss der Sorte, des Standortes und des N-Düngungsmanagements auf den Kornertrag und auf ausgewählte Qualitätskriterien bei Weizen

Im weltweiten Weizenhandel sind die Qualitätskriterien bei der Preisbildung entscheidend. Sorten mit hoher Backqualität (Einstufung der Sorte) und Optimalwerten bei Proteingehalt, Hektolitergewicht, Fallzahl, sowie bei den Teigeigenschaften im Alveogramm und im Sedimentationswert sind für den Export (zum Beispiel nach Italien oder Ägypten) bedeutend. In der Ukraine, wie auch in anderen Ländern, ist der Feuchtklebergehalt ein preisrelevantes Merkmal. In Österreich muss zur Einstufung „**Premiumweizen**“ die Weizensorte der Backqualitätsgruppen 7 bis 9 (=Qualitätsweizensorte) zugeordnet sein, mindestens 15,0 % Protein und 280 s Fallzahl sowie 80 kg/hl aufweisen (AGES, Österreichische beschreibende Sortenliste, 2016). Eine Qualitätsweizensorte in Österreich entspricht meist einer Eliteweizensorte in Deutschland. In Abfolge der Backqualität nach Premiumweizen kommt **Qualitätsweizen** (mind. 14 % Proteingehalt, 250 s Fallzahl, 80 kg/hl) und **Mahlweizen** (mind. 12,5 % Proteingehalt, 220 s Fallzahl, 78 kg/hl).

Alle angeführten Feldversuche ergaben einen hochsignifikanten Einfluss der Sorte, des N-Düngungsmanagements sowie einen signifikanten Standorteffekt (mit Ausnahme des Versuchsstandorts Leopoldsdorf i.M. im extrem trockenen Versuchsjahr 2012) auf den **Proteingehalt**. Die Teilung der Stickstoffdüngungsgaben vermindert das Risiko eines temporären Stickstoffüberschusses. Mit der mehrmaligen N-Düngung wird auch das Lagerisiko vermindert. Eine Verzögerung der Assimilateverlagerung aus den vegetativen Pflanzenteilen in das Weizenkorn ergibt vielfache Vorteile (FISCHBECK et al., 1992; SCHÖNBERGER und BAUER, 2012). Die Aufteilung einer dem Produktionsziel entsprechenden N-Düngungsmenge in mehreren Gaben ist mit einer Spätdüngung für die Kornausbildung und die Qualität bei der Qualitätsweizenproduktion unentbehrlich. Die Stickstoffdüngung zum Ährenschieben trägt deutlich zur Absicherung eines hohen Proteingehaltes im Weizenkorn bei (FISCHBECK et al., 1997; DIECKMANN, 2002; КАЛЕХСЬКА, 2002; DACHLER und KÖCHL, 2003). Die Ausbringung der dritten Gabe bereits im Stadium BBCH 32 bis BBCH 37 ist in Trockengebieten vorteilhaft (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR UND PFLANZENBAU, 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN, 2007; SCHÖNBERGER und BAUER, 2012).

Die Ergebnisse zeigen auf allen Versuchsstandorten eine positive Wirkung der qualitätssichernden N-Düngungsvariante N₃ (180 kg N/ha mit einer Ährengabe von 60 kg N/ha). Eine Erhöhung des Proteingehaltes im Korn erfolgte in allen Versuchen. Die

sortentypisch bedingte N-Effizienz und eine sortenbedingte Wirkung der unterschiedlichen Stickstoffdüngungsvarianten auf spezielle Qualitätskriterien sowie die negative Korrelation zwischen Ertragshöhe und Rohproteingehalt werden bei Weizen in vielen Arbeiten nachgewiesen (SIELING und HANUS, 1997; FEIL und BÄNZIGER, 1999; ГЛУЩЕНКО et al., 2010; ЛИТВИНЕНКО, 2012; КРАМАРЬОВ et al., 2014; ЧЕРЕПНОВ et al., 2014). Die Ergebnisse decken sich zu einem Großteil mit Ergebnissen der Literatur. Die Sorte Midas erzielte auf allen Versuchsstandorten den höchsten Kornertrag, sie reagierte besonders positiv auf die N-Ährengabe. Extrem hohe Proteinwerte erreichte die Sorte Poliska 90. Im Kornertrag lag sie aber im unteren Ertragsniveau. Ähnlich reagierte die Sorte Josef im Proteingehalt auf das N-Düngungsmanagement, sie lag im mittelhohen Ertragsniveau.

Die hohe Abhängigkeit des **Hektolitergewichtes** von der Sorte und der Jahreswitterung deckt sich mit Ergebnissen anderer Autoren (KLEIJER et al., 2007; MERKER et al., 2011; FLAMM et al., 2012; ЛЮБЫЧ and ПОЛЯНЕЦКАЯ, 2014). Mehrere Arbeiten weisen auf eine schwache Korrelation zwischen Hektolitergewicht und Proteingehalt hin (SCHULER et al., 1994, 1995) sowie einen Zusammenhang zwischen Hektolitergewicht und Mehlausbeute (SHUEY, 1960; BAKER et al., 1965; HOOK, 1984; KLEIJER et al., 2007; MERKER et al., 2011; КРАМАРЬОВ et al., 2014). Die vorliegenden Ergebnisse ergaben keinen Einfluss des unterschiedlichen N-Düngungsmanagements auf das Hektolitergewicht. Das signifikant höchste Hektolitergewicht erzielte die Sorte Capo, die Sorten Josef, Poliska 90 und Midas lagen im mittleren Bereich, die Sorten Balaton und Lybid auf einem niedrigeren Niveau.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die **Fallzahl** und die Fallzahlstabilität bei Weizen genetisch fixiert und daher stark sorten- und witterungsabhängig sind. Diese Ergebnisse decken sich überwiegend mit Resultaten anderer Autoren (OBERFORSTER und WERTEKER, 2005; КІР'ЯН, 2010; OBERFORSTER et al., 2012; RENTEL, 2013; ЯЦУК, 2013). Die sortenbedingte Fallzahl wirkt sich auf die primäre und sekundäre Keimruhe des Weizenkornes aus und zeigt sich in der Aktivität der stärkeabbauenden Alpha-Amylase in Abhängigkeit der Wechselfeuchte. Sie tritt als ein verdeckter beziehungsweise als äußerlich erkennbarer unterschiedlich starker Auswuchs auf (OBERFORSTER und WERTEKER, 2005; OBERFORSTER, 2011). In den Ergebnissen ergaben sich erhebliche witterungsbedingte Fallzahl-Wertunterschiede bei den Sorten Lybid, Josef und Poliska 90. Das unterschiedliche Stickstoffdüngungsmanagement wirkte sich geringfügig auf die Fallzahl, vor allem bei fallzahlstabileren Weizensorten aus. Bei der Sorte Josef, aber auch bei der Sorte Capo (nur bei 180 kg N/ha), kam es durch die hohe Lageranfälligkeit bei einem hohen Stickstoffangebot zu

einer verstärkten Fallzahlverminderung. Dies deutet darauf hin, dass bei Sorten mit geringer Standfestigkeit eine Maßnahme zur Halmverkürzung auch die Fallzahl positiv beeinflusst.

Die österreichischen Sorten Midas, Balaton und Capo wiesen in allen Versuchsjahren eine hohe, die Sorte Josef eine niedrigere Fallzahlstabilität auf. Dies deckt sich mit der Sorteneinstufung in der österreichischen beschreibenden Sortenliste (AGES, Österreichische beschreibende Sortenliste, 2016). Die Fallzahlen lagen erwartungsgemäß an den trockeneren Versuchsstandorten Leopoldsdorf i.M. und Kiew höher im Vergleich zum feuchteren und kühleren Versuchsstandort Kautzen.

In den Versuchsjahren 2012 bis 2014 ergab sich aufgrund der Versuchsergebnisse eine Auswirkung der unterschiedlichen Stickstoffdüngung auf die Weizenqualität beschreibenden Werte aus dem Alveogramm (**W-Wert** und **P/L**). Eine sortentypische Reaktion war zu beobachten. Bei den angeführten Versuchsstandorten lag die optimierte Stickstoffdüngungsmenge bei 180 kg/ha. Die N-Spätgabe von 60 kg/ha ergab bei allen Qualitätsweizensorten, mit Ausnahme der Sorte Lybid, im W-Wert, aber auch im P/L-Verhältnis ein erwünschtes Niveau. Die Alveogrammbewertung ist in vielen Weizenimportländern entscheidend für den Weizenpreis.

Die Ergebnisse der Qualitätseigenschaften wie **Feuchtklebergehalt**, **Sedimentationswert** und **Backvolumen** aus dem Versuchsjahr 2012 am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. sind aufgrund der extrem trockenen Witterungsbedingungen zur Beurteilung der Weizenqualität nur begrenzt verwertbar. Die hohen Werte bei der N-ungedüngten Kontrollvariante sind atypisch. Die Ergebnisse mehrerer Autoren zeigen eine enge Beziehung des Protein- und Klebergehaltes zum Sedimentationswert und zur Volumenausbeute (STÖPPLER et al., 1989; BRÜMMER und SEIBEL, 1992; LINNEMANN, 2013; ЖИГУНОВ, 2013) sowie einen Zusammenhang zwischen dem Genotyp (Sorte) und dem Sedimentationswert (ZEČEVIĆ et al., 2007).

Aufgrund der angeführten Ergebnisse aus den Versuchsjahren 2012 bis 2014 an drei Versuchsstandorten sowie die ergänzenden Qualitätswerte aus Farino- und Extensogramm aus dem Versuchsjahr 2012 (nicht angeführt) wird eine Einstufung der Sorten Lybid und Poliska 90 nach dem in Österreich geltenden Backqualitäts-Bewertungsschema ermöglicht. Die in der Ukraine als Qualitätsweizensorte eingetragene Sorte Lybid weist die Qualität einer schwachen Mahlweizensorte mit einer Backqualitätsgruppe (BQG) 4 auf. Die Mahlweizensorte Poliska 90 hingegen soll in die Backqualitätsgruppe 6 eingestuft werden.

6.4. Einfluss der Sorte, des Standortes und der Saatstärke auf den Kornertrag und auf ausgewählte Qualitätskriterien

Der Kornertrag wird nach GRUBER et al. (2003) durch die unterschiedliche Saatstärke statistisch gesichert beeinflusst. Die angeführten Ergebnisse zeigen, dass in den Versuchsjahren 2012 und 2013 der Kornertrag bei unterschiedlicher Saatstärke, nur an den wärmeren Versuchsstandorten Leopoldsdorf i.M. und Kiew, beeinflusst wurde. Höhere Erträge wurden am Versuchsstandort Kiew bei einer Saatstärke von 500 Korn/m² und am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. bei 400 Korn/m² erreicht. Eine Erhöhung des Kornertrages und eine Verbesserung der N-Ausnutzung bei Weizen durch Erhöhung der Saatstärke bis auf 400 Korn/m² erzielten GÖHLICH (1996), MÜLLER (1999) und АВДЕЕВКО (2015). Bei einer weiteren Erhöhung der Saatstärke kam es zu einer Ertragsabnahme. Am Versuchsstandort Kautzen gab es im Versuchsjahr 2014 einen Einfluss der Saatstärke bei der N-Variante N₃ aufgrund der Lagerung bei der Saatstärke 500 Korn/m². Im niederschlagsreichen Versuchsjahr 2014 fiel der Kornertrag auch am Versuchsstandort Kiew bei den Sorten Capo, Balaton und Midas bei der hohen Bestandesdichte, bei der Saatstärke 500 Korn/m², in der Tendenz ab. Die Sorten Balaton, Poliska 90 und Lybid ergaben in der Tendenz höhere Kornerträge bei einer Erhöhung der Saatstärke von 300 auf 400 bzw. 500 Korn/m². Die unter den vorgegebenen Umwelten erzielten Ergebnisse ermöglichen die Zuordnung einer optimalen Saatstärke zur Erreichung des höchsten Kornertrages. Bei den Sorten Capo, Josef und Midas liegt der optimale Bereich von 300 bis 400 Korn/m², bei der Sorte Lybid von 350 bis 450 Korn/m², bei der Sorte Balaton von 400 bis 450 Korn/m². Die Sorte Poliska 90 benötigt für den höchsten Kornertrag 450 bis 500 Korn/m². ЛИСА (2009) und КОЗЕЧКО (2014) verweisen auf eine inverse Beziehung von Bestandesdichte und Proteingehalt im Weizenkorn. Die vorliegenden Versuchsergebnisse widersprechen der Annahme, dass eine hohe Saatstärke (Bestandesdichte) zu einer Verminderung des Rohproteingehaltes führt. Bei den angeführten Versuchen kam es generell zu einer nur geringen Streuung der Proteingehaltswerte.

Es gab auch keinen Einfluss der Saatstärke auf das Hektolitergewicht. Zu einer Ausnahme kam es im Jahr 2012 an den Versuchsstandorten Leopoldsdorf i.M. und Kiew bei der Variante N₃. Das geringere Hektolitergewicht bei niedriger Saatstärke bzw. Bestandesdichte wurde durch die niedrigere Kornzahl pro Pflanze und höhere Korngröße (TKG) verursacht. Bei allen angeführten Versuchen lag das Hektolitergewicht bei den Stickstoffdüngungsvarianten N₁ und N₃ auf einem gleich hohen Niveau.

6.5. Einfluss der Sorte, des Standortes und der Saatstärke auf den Strohertrag und den Harvestindex

Eine Erhöhung der Saatstärke sowie der Stickstoffdüngung führten zur tendenziellen Erhöhung der **Zahl ährentragender Halme** bei Weizen, im Besonderen war die Auswirkung am Versuchsstandort Kiew positiv. Die angeführten Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen von ТИЩЕНКО et al. (2014). Die Ursache könnte die klimatisch bedingte kürzere Zeitdauer für die Bestockungsphase sowohl im Herbst als auch im Frühjahr sein. Daher wird in der Ukraine generell ein früherer Anbau ab Mitte September bis spätestens Anfang Oktober empfohlen (zur Förderung der Herbstbestockung auch bei höheren Aussaatdichten von 500 Korn/m²). In Österreich kam es am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. zu einer deutlich höheren Ährenzahl/m², eine Ausnahme war das untypische Trockenjahr 2012.

Weizen verfügt über die Eigenschaft, ungünstige Entwicklungsbedingungen durch die Bestockung und die Ertragskomponenten Ährenzahl/m², Kornzahl pro Ähre und Tausendkorngewicht bei der Ertragsbildung auszugleichen (MACHOLDT, 2013). Auf eine Korrelation zwischen Stroh- und Kornertrag weisen FRIEDLHUBER et al. (2010) hin.

Bei der hohen Saatstärke 500 Korn/m² kam es zu einer leichten Ertragsabnahme bei den bestockungsfreudigen Sorten Balaton und Capo durch die zu dichten Bestände. Bereits bei der Saatstärke 300 Korn/m² und im Besonderen bei der Saatstärke 400 Korn/m² erreichte die Sorte Capo eine höhere Bestandesdichte. Es kam aber auch zu einem Anstieg des Strohertrages. Die ukrainischen Sorten Poliska 90 und Lybid wiesen eine geringere Bestockungsfähigkeit auf, ein höherer Kornertrag ist bei einer Saatstärke von 500 Korn/m² möglich. Bei diesen Sorten kam es auch an österreichischen Versuchsstandorten zu dieser Tendenz. Es kann zu einer Erklärung der landesweit üblich höheren Saatstärken bei Weizen in der Ukraine dienen. Am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M. waren höhere und am Versuchsstandort Kautzen niedrigere Bestandesdichten festgestellt, die der allgemeinen Standortgüte entsprachen.

Die Neigung zur optimalen Bestockung bei den Sorten war wie in der absteigenden Reihenfolge: Capo, Balaton, Josef, Midas, Lybid, Poliska 90.

Die langstrohigen Sorten ergaben bei allen Versuchen deutlich höhere **Stroherträge** als die mittel- und kurzwüchsigen Sorten (vor allem bei der N-Düngungsvariante N₃). Das Ergebnis deckt sich mit den Daten von HEIN und WASCHL, (2013). Besonders hervor hob sich die Sorte Capo mit dem hohen mittleren Strohertrag von 10.069 kg/ha bei der N-Variante N₃ und von

6.965 kg/ha bei der N-Variante N_1 am Versuchsstandort Leopoldsdorf i.M.. Die Sorte Capo erzielte den signifikant höchsten Strohertrag infolge der Langwüchsigkeit und Bestockungsfreudigkeit. Der hohe Strohertrag bei hoher Ertragssicherheit der Sorte Capo ist bei landwirtschaftlichen Betrieben mit Tierhaltung oder im Biolandbau Ursache für den hohen Flächenanteil dieser Sorte. Zur Vermeidung einer hohen Strohmasse und zur Sicherung der Standfestigkeit ist bei der Sorte Capo eine Halmverkürzung empfehlenswert.

Wegen der witterungsbedingten Standortunterschiede ist für eine statistische Erklärung nur die N-Düngungsvariante N_3 (180 kg N/ha) geeignet. Den geringsten Strohertrag über alle Versuche wies die Sorte Balaton auf. Obwohl die Sorten Capo und Balaton hinsichtlich des Bestandesaufbaus ähnlich eingeschätzt werden, besteht ein entgegengesetzter Zusammenhang zwischen Strohertrag und Harvestindex.

Die Saatstärke übte einen signifikanten Einfluss auf den Strohertrag in beiden N-Düngungsvarianten (N_1 und N_3) aus. Der Strohertrag stieg mit der Erhöhung der Saatchichte an, statistisch unterschiedlich waren aber nur die Saatstärken 300 und 500 Korn/m². In der N-Nulldüngungsvariante N_1 gab es eine Wechselwirkung von Sorte und Saatstärke. Die Sorten Balaton und Lybid erzielten bei den höheren Saatstärken 400 und 500 Korn/m² höhere Strohmenen, hingegen die Sorte Capo aufgrund der extremen Bestockungsfreudigkeit bei der Saatstärke 300 Korn/m².

Auf eine Korrelation zwischen Stroh- und Kornertrag weisen FRIEDLHUBER et al. (2010) hin.

Der **Harvestindex** war in allen Versuchen sortenspezifisch und wurde stark von der Jahreswitterung beeinflusst. Der Einfluss des Genotyps auf den Harvestindex deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien (КОБТУН, 2010; МАРЧЕНКО, 2011; ВЛАСЕНКО, 2012).

Der Standorteinfluss und zusätzlich der Saatstärkeneinfluss am Versuchsstandort Kautzen zeigten sich im Versuchsjahr 2013 deutlicher. An den österreichischen Versuchsstandorten lag der Harvestindex in der N-Nulldüngungsvariante (N_1) im Sortenmittel zwischen 0,4 und 0,5. Eine Ausnahme waren die hohen Werte im Versuchsjahr 2013 am Versuchsstandort Kautzen. Durch die hohe Niederschlagsmenge im Jänner kam es zur Verschlämmung des Bodens, zur Verhärtung des Oberbodens und folglich zur Verminderung der Bestockungsrate. Die geringe Niederschlagsmenge im März und April förderte die Ausbildung überwiegend nur des Haupttriebes. Dadurch kam es zu einem hohen Ährengewicht. Am Versuchsstandort Kiew war der Harvestindex in der Variante ohne Stickstoffdüngung (N_1) zwischen 0,3 und 0,4, dem Kornertrag angepasst niedrig. Die zu niedrigen Werte weisen auf eine geringere

Nährstoffnachlieferung aus dem Boden, vor allem in der Einkörnungsphase (dadurch schwache Ährenausbildung) hin. ДРИЖЕНКО et al. (2014) konkludieren daher, dass der Harvestindex bereits für die Selektion auf hohe Ertragsleistung bei Stressbedingungen in frühen Züchtungsphasen geeignet ist. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse vom Versuchsstandort Kiew kann diese Hypothese auch auf Standorte mit geringen Nährstoffversorgung ausgeweitet werden.

In der optimal gedüngten Variante N₃ lag der Harvestindex im Mittel der Sorten über alle Versuchsstandorte und Jahre im Bereich von 0,43 bis 0,50. Der besonders hohe Harvestindex im Erntejahr 2013 am Versuchsstandort Kautzen war durch die extrem trockenen Witterungsbedingungen bei Vegetationsbeginn im Frühjahr begründet. Bei der Variante ohne N-Düngung zeigt die statistische Auswertung keinen Einfluss der Prüffaktoren auf den Harvestindex. Bei der N-gedüngten Variante N₃ war nur der Sorteneffekt statistisch gesichert. Daraus ergab sich eine unterschiedlich hohe Fähigkeit des Genotyps (Sorte) bei der N-Aufnahme und weiter bei der Einlagerung ins Korn. Die Versuchsergebnisse von BARESEL et al. (2005), HOF-KAUTZ (2008), НОВИКОВ (2012) und КРУПНОВА (2009) belegen diese Folgerung. ФОМЕНКО et al. (2013), НОВИКОВ (2012), МАЛЬЧИКОВ and МЯСНИКОВА (2012) berichten über eine starke, genetisch fixierte positive Korrelation zwischen Korntrug und Harvestindex, der nach den Ergebnissen von НОВИКОВ (2012) und ФОМЕНКО et al. (2013) auch in entgegengesetzter Wirkung zur Wuchshöhe steht. Die vorliegenden Versuchsergebnisse decken sich mit dieser Annahme. Die langstrohigen Sorten Capo und Poliska 90 wiesen einen niedrigen und die kurstrohige Sorte Balaton einen hohen Harvestindex auf. Der hohe Harvestindex bei der mittel- bis langwüchsigen Sorte Midas weist auf eine hohe N-Effizienz der Sorte hin.

7. CONCLUSIO

Eine Erhöhung des Weizenertes und der Weizenqualität ist zur Deckung des weltweit steigenden Bedarfs erforderlich. Je nach natürlichen Produktionsbedingungen und möglicher Bewirtschaftungsintensität ist dies aufgrund unterschiedlicher ökologischer und ökonomischer Rahmenbedingungen möglich.

Trotz relativ geringer Anbaufläche im Vergleich zu den westeuropäischen Ländern hat die Qualitätsweizenproduktion in Österreich eine große Bedeutung. Die hohe Backqualität, bei einem mittleren Kornertrag von ca. 4900 kg/ha (Mittel der Jahre 1980 bis 2015) und sehr hohen Rohproteinwerten wird durch die Sortenwahl und der qualitätsorientierten N-Spätdüngung erreicht. Die Basis für die Qualitätsweizenzüchtung in Österreich war der von der österreichischen Regierung geförderte Kontraktanbau von Qualitätsweizen (bis 1994). Für den züchterischen Fortschritt in der Weizenzüchtung war die kritische Sortenwertprüfung von großem Vorteil (OBERFORSTER, 2014). Die langjährige positive Erfahrung in Österreich bei der Weizenproduktion mit hoher Backqualität soll durch eine Kooperation mit der ukrainischen Landwirtschaft genutzt werden.

Die bodenklimatischen Bedingungen in der Ukraine ermöglichen auch bei steigenden Erträgen eine landesweite Qualitätsweizenproduktion. Im Jahr 2015 waren in der Ukraine insgesamt 195 Qualitätsweizensorten in der „Beschreibenden Sortenliste“ eingetragen (ДЕРЖАВНА ВЕТЕРИНАРНА ТА ФІТОСАНІТАРНА СЛУЖБА УКРАЇНИ, 2015). Die aktuellen Ø Kornerträge von nur 2870 kg/ha zeigen, dass das Potenzial in der Ukraine derzeit nicht ausgeschöpft wird (ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СТАТИСТИКИ УКРАЇНИ, 2016). Eine Ertragserhöhung und Verbesserung der Kornqualität bei Weizen ist durch eine Optimierung in der sortenspezifischen Bestandesführung möglich.

Wie die angeführten Ergebnisse zeigen, war die N-Nulldüngungsvariante zur Beurteilung des Sortenertragspotenzials geeignet. Auch der Harvestindex war für die Ermittlung der N-Nachlieferung aus dem Boden richtungsweisend. Bei geringer Nährstoffversorgung des Bodens ist zur Erhöhung des Kornertrages und der Qualität eine gelenkte Stickstoffdüngung mit einer dritten Düngungsgabe auch im semiariden Produktionsgebiet erforderlich.

Die dreijährigen Versuche mit der Streifen-Spaltanlage auf den drei ausgewählten Versuchsstandorten (zwei in Österreich und einer in der Ukraine) ermöglichten eine umfassende Beurteilung der Weizensorten bezüglich Ertrag und Backqualität im semiariden Produktionsgebiet in Zentral- und Osteuropas.

Für einen erfolgreichen Einsatz neuer Sorten in der Praxis werden bereits im ersten Jahr nach der Eintragung Informationen über die spezifische Bestandesführung benötigt. Daher soll zur schnelleren Umsetzung der Vorteile junger Zuchtstämme, welche bereits in der Sortenwertprüfung stehen, parallel zur Wertprüfung, eine Zuordnung der ökologischen Streubreite, der sortenspezifisch optimalen Bestandesführungsmaßnahmen, erfolgen.

8. LITERATURVERZEICHNIS

AGES (Hrsg.) (2015): Österreichische beschreibende Sortenliste 2015. Schriftenreihe, 21/2015, 20-41.

AGES (Hrsg.) (2016): Österreichische beschreibende Sortenliste 2016. Schriftenreihe, 21/2016, 20-41.

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR UND PFLANZENBAU (1999): Verminderung der Nitratauswaschung. Merkblatt, München.

BAKER, D., FIFIELD C.C. and JARTSING T.F. (1965): Factors related to the four-yielding capacity of wheat. Northwest. Miller 272, 16–18.

BALTES, W. (2007): Lebensmittelchemie. 6. Auflage. Springer-Verlag, Berlin.

BARESEL, J.P., REENTS H.J. and ZIMMERMANN G. (2005): Sortenbedingte Unterschiede der N-Effizienz und Beziehung zum Wurzelwachstum von Weizen (*Triticum aestivum* L.) unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. In: Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau. Kassel, 37–38.

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR und PFLANZENBAU (Hrsg.) (1999): Verminderung der Nitratauswaschung. Merkblatt, München, 3–19.

BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT (29.6.2016): Weizen: Flächen, Ernten, Erträge, Außenhandel, Preise, SVG, Endproduktion. <http://www.agraroekonomik.at/> Letzter Zugriff 11.7.2016.

BRENCHLEY, R. et al. (2012): Analysis of the bread wheat genome using whole-genome shotgun sequencing. *Nature* 491(7426), 705–710.

BROUWER, W. (1972): Handbuch des speziellen Pflanzenbaues. Band 1 Weizen - Roggen - Gerste - Hafer – Mais, Verlag Paul Parey, Berlin.

BRÜMMER, J.-M., SEIBEL, W. (1992): Extensiver Weizenanbau und seine Auswirkungen auf Verarbeitungseigenschaften und Backqualität. *Getreide, Mehl und Brot* 46, 187–191.

CHRISTEN, O. (2001): Ertrag, Ertragsstruktur und Ertragsstabilität von Weizen, Gerste und Raps in unterschiedlichen Fruchtfolgen. *Pflanzenbauwissenschaften* (5(1)): 33–39.

DACHLER, M., KÖCHL, A. (2003): Der Einfluss von Fruchtfolge, Vorfrucht, Stickstoffdüngung und Einarbeitung der Ernterückstände auf Ertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen und nachfolgender Sommergerste. *Die Bodenkultur*, 54 (1), 23–34.

DASHBALJIR, I. (2004): Selection parameters in cereal breeding for organic farming with special reference to genetic influences on seed quality. Diss. Universität für Bodenkultur Wien.

DENNERT, J., FISCHBECK, G. (1999): Anbaumanagement von Winterweizen. *Getreide Magazin* (3), 146–157.

DIECKMANN, F. (2002): Untersuchungen zu Sortenunterschieden in der Aufnahme und Verwertung von Stickstoff bei Winterweizen (*Triticum aestivum* L., cv. Batis und cv. Toronto). Diss. Technische Universität München, München.

DIEPENBROCK, W.; ELLMER, F.; LÉON J. (2012): Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. 3. Auflage. Stuttgart: Ulmer Verlag.

EISVAND, H., AHMADI, A.; BUSHEHRI, A.; POOSTINI, K.; JAHANSOZ, M. (2006): Effect of drought stress and timing of nitrogen application on N remobilization, bread-making quality and the pattern of storage proteins in wheat grains. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 36(6), 1489–1497.

EITZINGER, J. (2010): Der Klimawandel – seine Auswirkungen auf agrarmeteorologische Aspekte und Anpassungsoptionen für die Landwirtschaft im europäischen Kontext. Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. *Ländlicher Raum* (3), 1–11.

ELLERT, D., REICHERT, E. (2014): Nitrate Accumulation in Plants and the Quality of Winter Wheat within the Systematic Application of the Fertilizers (in conditions of Topchikhinsky district in Altai Krai). *Izv. Altai State Univ.* 175, 110–113

FEIL, B., BÄNZIGER, M. (1999): Beziehungen zwischen dem Kornertrag und den Konzentrationen von Protein, Phosphor und Kalium in den Körnern von Sommerweizensorten. *Pflanzenbauwissenschaften* (3 (1)), 1 – 8.

FISCHBECK, G., DENNERT, J. (1998): Sortenbedingte Differenzierungen der Aufnahme und Verwertung von Stickstoff bei Winterweizen. *Pflanzenbauwissenschaften* (2 (4)), 176–182.

FISCHBECK, G., J. DENNERT, F.X. MAIDL (1997): Auswirkungen von N-Spätdüngungsmaßnahmen zu Winterweizen auf oberirdische Biomasse, Kornertrag und Proteingehalt bei unterschiedlicher N-Grunddüngung. *Pflanzenbauwissenschaften* 1(4), 145–153

FISCHBECK, G., J. DENNERT, R. MÜLLER (1992): Ermittlung der N-Aufnahme von Winterweizen bei unterschiedlicher Höhe und Verteilung der mineralischen N-Düngung. *Bayer. Landwirtschaft. Jahrbuch* 69 (1), 89–109.

FISCHER, R.A., EDMEADES, G.O. (2010): Breeding and Cereal Yield Progress. *Crop Sci.* 50, 85–98.

FLAMM, C., C. ENGEL, J. PAUK (2012): Einfluss von Trockenheit auf Pflanzenbauliche Parameter, Ertrag und Qualität bei Winterweizen. In ALVA-Tagung “Ernährung sichern - trotz begrenzter Ressourcen”, 42–45.

FLAMM, C., SCHERIAU, S., ZECHNER, E.; LIVAJA, M.; PAUK, J. (2013): Praktische Anwendbarkeit von Trockenstressparametern für die Weizenzüchtung. In: 63. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter Und Saatgutkaufleute Österreichs 2012. Raumberg-Gumpenstein, 87–93.

FORMAYER, H. (2007): Auswirkungen des Klimawandels in Niederösterreich. https://meteo.boku.ac.at/klima/berichte/NOE_Klimastudie_2007.pdf (Abfragedatum: 01. Dezember 2015).

FOULKES, M.J., SYLVESTER-BRADLEY, R., SCOTT, R.K. (1998): Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen. *J. Agric. Sci.* 130, 29–44.

FRANKE, W. (1992). *Nutzpflanzenkunde*. Stuttgart: Thieme-Verlag, 490 S.

FRANZKE, C. (1998): *Allgemeines Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Hamburg: Behr's Verlag.

FRIEDLHUBER, R., SCHMIDHALTER, U.; HARTL, L. (2010): Einfluss von Trockenstress auf die Bestandestemperatur und den Ertrag bei Weizen (*Triticum aestivum*). In: 61. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 155–158.

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

GÖHLICH, F. (1996): Stickstoffeffizienz von Sommerweizen (*Triticum aestivum* L.) während der frühen Vegetationsphase in Abhängigkeit von der Stickstoffverfügbarkeit und der Saatstärke. Dissertation, Zürich, 1-10.

GRUBER, H., THAMM, U. ; MICHEL, V. (2003): Einfluss der Saatstärke auf Ertragsmerkmale bei Getreide. In: *Ökologischer Landbau der Zukunft, Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau*, Universität für Bodenkultur, Wien, 465-466

HÄNSEL, H. (1958): Getreidezüchtung in Österreich. I. Klimatische, geschichtliche und gesetzliche Grundlagen. In: *Der Förderungsdienst*. (6. Jahrgang, Heft 1), 12–16.

HÄNSEL, H. (1982): Getreidezüchtung. Erwartungen für das Jahr 2000. Wintertagung der Österr. Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik, Wien, 64-68.

HANSEN, H.B., B. MOLLER, S.B. ANDERSEN, J.R. JORGENSEN, A. HANSEN (2004): Grain Characteristics, Chemical Composition, and Functional Properties of Rye as Influenced by Genotype and Harvest Year. *J. Agric. Food Chem.*, (52), 2282 – 2291.

HATEGEKIMANA, A., D. SCHNEIDER, D. FOSSATI, F. MASCHER (2012): Performance and nitrogen efficiency of Swiss Wheat varieties from the 20th century. *Agrar. Schweiz*, 3(1), 44–51.

HEGE, U., MAIDL, F.; DENNERT, J.; LIEBLER, V; OFFENBERGER, K. (2002): Düngestrategien für Stickstoff zu Winterweizen: Ein Vergleich von Simulationsmodellen und Düngeberatungssystem. *Pflanzenbauwissenschaften*, 6 (1), 25–35.

HEIN, W., WASCHL H. (2013): Wie viel Stroh bei welchem Wintergetreide? Stroherträge aus Sortenversuchen im alpinen Gebiet. In: ALVA-Tagung “Pflanzenschutz als Beitrag zur Ernährungssicherung”, Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen, Klosterneuburg, 240.

HEJCMAN, M., KUNZOVÁ E. (2010): Sustainability of winter wheat production on sandy-loamy Cambisol in the Czech Republic: results from a long-term fertilizer and crop rotation experiment. *F. Crop. Res.* 115: 191–199.

HEYN, J. (2006): Ertrag, Ertragskomponenten, Qualitätseigenschaften, Rentabilität, N-Saldo und N-Ausnutzung bei steigender N-Düngung bei den wichtigsten Ackerfrüchten. Versuchsbericht Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen. Kassel, 2-5.

HOF-KAUTZ, C. (2008): Ursachen höherer Backqualität von Winterweizen (*Triticum aestivum* L.) im Gemenge mit Winterackerbohne (*Vicia faba* L.) oder Wintererbse (*Pisum sativum* L.). Diss. Universität Göttingen, 337.

HOOK, S.C.W. (1984): Specific weight and wheat quality. *J. Sci. Food Agric.* 35, 136–141.

IGC (Hrsg.), 2016: Market Report Grain. London, 8.

HRON, R. 1981. Getreidebau und Getreidezüchtung in Österreich. In: 100 Jahre Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien, 35–58.

HRSTKOVA, P., K. VEJRAZKA (2010): Effects of drought on grain quality parameters in winter wheat. *Novenytermeles*, (59), 219–222.

IGC (Hrsg.), 2016: Market Report Grain. London, 8.

KLEIJER, G., LEVY L.; SCHWAERZEL, R.; FOSSATI, D.; BRABANT, C. (2007): Hektoliter und Qualitätsparameter bei Weizen. *Agrar. Schweiz* 14 (11-12), 548–553.

KLINGLER, R.W. 2010. Grundlagen der Getreidetechnologie. Hamburg: Behr's Verlag, 356.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2007): Unterrichtsmaterial zur Düngeverordnung für den Berufs- und Fachschulunterricht. Verfügbar unter http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/485,duv_unterrichtsmaterial_220107~pdf.html (abgerufen am 22. Dezember 2015).

LEVY, L., R. SCHWAERZEL (2007): Anbauintensität – Einfluss auf Ertrag und Qualität der Futtergetreide. In: Informationstagung „Futtergetreide und Proteinpflanzen“, 24 – 27.

LFL (Hrsg.). 2012. Auswirkungen internationaler Märkte auf die bayerische Land- und Ernährungswirtschaft. In: LfL-Schriftenreihe (3), 34–37.

LIEBHARD, P., J. EITZINGER, AND E. KLAGHOFER (1995): Einfluß der Primärbodenbearbeitung auf Aggregatstabilität und Eindringwiderstand im oberösterreichischen Zentralraum. *Die Bodenkultur* (45 (1)), 1–18.

LINNEMANN, L. (2013): Direkte und indirekte Verfahren zur Bestimmung der Mehqualität von Öko-Weizensorten. Tagungsband der 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Bonn, 366–369.

MACHOLDT, J.C. (2013): Zur Sortenbewertung von Winterroggen und Winterweizen unter Standortbedingungen im nordostdeutschen Tiefland. Diss. Humboldt-Universität zu Berlin, 177.

MACHOLDT, J., G. BARTHELMES, F. ELLMER, M. BAUMECKER (2013): Zur Ökostabilität von Winterweizensorten unter Standortbedingungen Brandenburgs. *Journal für Kulturpflanzen* (65 (11)), 411 – 421.

MARCUSSEN, T. et al. (2014) A chromosome-based draft sequence of the hexaploid bread wheat (*Triticum aestivum*) genome. *Science* (6194), 286.

MATSUOKA, Y. (2011): Evolution of Polyploid Triticum Wheats under Cultivation: The Role of Domestication, Natural Hybridization and Allopolyploid Speciation in their Diversification. *Plant Cell Physiol* , 52 (5), 750-764.

MERKER, C., GRÖBLINGHOFF, F.-F.; SCHÄFER, B.C. (2011): Einfluss von Saatstärke und Höhe der N-Spätdüngung auf den Ertrag und wichtige Qualitätsparameter verschiedener Weizensorten. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* (23), 248.

MIEDANER, T. (2010): Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Frankfurt/M.: DLG-Verlag.

MÜLLER, W. (1993): Agroklimatische Kennzeichnung des zentralen Marchfeldes. Beihefte zu den Jahrbüchern der ZAMG, Klimatologie. In: Beiheft 3 zu den Jahrbüchern der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien.

NESTROY, O. (1979): Landschaftsökologische Untersuchungen im Gebiete des Marchfeldes. Österreichischer Agrarverlag in Komm, 325.

NESTROY, O.; AUST G.; BLUM W.E.H.; ENGLISCH, M. et al. (2011): Systematische Gliederung der Böden Österreichs. Österreichische Bodensystematik 2000 in der revidierten Fassung von 2011. *Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft* (79), 98.

OBERFORSTER, M. (1999): Ergebnisse und Perspektiven der Züchtung auf Standfestigkeit, Krankheitsresistenz und Ertrag bei Gerste und Weizen im Spiegel der österreichischen Wertprüfung 1960-1999. Bericht über die 50. Arbeitstagung 1999 der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, 33–43.

OBERFORSTER, M. (2011): Beiträge von Pflanzenzüchtung und Sortenzulassung zur Ernährungssicherung. Fachsymposium – Sichere Lebensmittel – Ernährungssicherung und Ernährungssicherheit Linz, 7-14.

OBERFORSTER, M. (2013): Probleme mit Auswinterung, Trockenstress, Virose, Spätfrost und Zwiewuchs bei Weizen und Wintergerste im Jahr 2012 in Österreich. 63. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs 2012, 57-64.

OBERFORSTER, M. (2014): Weizenanbau im Pannonikum – Qualitätsweizen oder Massenträger (Ethanolweizen)? Fachtagung „Weizenanbau im Weinviertel“. AGES, Stockerau.

OBERFORSTER, M., RATZENBÖCK, A.; NEUMAYER, A.; ZECHNER, E. (2012): Dormanz als Sorteneigenschaft von Winterweizen und ihre Bedeutung im Pflanzenbaulichen Produktionssystem. ALVA-Tagung “Ernährung sichern - trotz begrenzter Ressourcen”, 164–166.

OBERFORSTER, M., WERTEKER, M. (1995): Wheat breeding and breadmaking quality in Austria. *Sjemenarstvo* 12(6): 413–425.

OBERFORSTER, M., WERTEKER, M. (2005): Auswuchsneigung und Fallzahl als Sorteneigenschaft von Winterweizen, Roggen, Triticale und Winterdurum. In: Bericht über die 56. Tagung 2005 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 103-112.

OBERFORSTER, M., WERTEKER, M. (2010): Inverse und nicht inverse Beziehungen von Korntrag und Qualität im österreichischen Sortenspektrum von Weizen, Gerste und Roggen. In: Tagungsband der 61. Jahrestagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 9–17.

OEHMICHEN, J. 1986. Pflanzenproduktion. Band 2: Produktionstechnik. Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey.

OSMAN, E. 2000. Einfluss langjährig differenzierter Düngung auf Ertrag und Qualität von Winterweizen und Sommergerste. Standortvergleich Berlin (D) - Tartu (EST). Göttingen: Cuvillier Verlag.

OSMAN, E., BRÄSEMANN, I.; GÖTZ, K.-P.; HERZOG, H. (2011): Ertragsverhalten und Qualität von mediterraner und mitteleuropäischen Sorten unter verschiedenen klimatischen Bedingungen. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (23), 252–253.

Pawelzik, E. (2011): Beitrag der Stickstoffversorgung zur Produktqualität bei Getreide und Kartoffeln. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 23.

PELTONEN-SAINIO, P., MUURINEN, S.; RAJALA, A.; JAUHIAINEN, L. (2008): Variation in harvest index of modern spring barley, oat and wheat cultivars adapted to northern growing conditions. J. Agric. Sci., 146, 35–47.

RECKLEBEN, Y., ISENSEE, E. (2004): Influences on Protein Content and Grain Yield. Landtechnik, 59(3), 144–145.

RENTEL, D. (2013): Ansätze zur Beschreibung der Fallzahlstabilität von Weizensorten aufgrund-lage der Wertprüfungsergebnisse. 26. Getreide-Tagung. Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. (AGF), Detmold, 9-10.

SCHACHSCHNEIDER, R. (2009): Wie reagiert die Weizenzüchtung auf die Klimaveränderung? Eigenschaften “praxistauglicher” Sorten in der Zukunft? Schriftenr. des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christ. zu Kiel (63), 17–22.

SCHÄFER, B.C., C. MERKER (2012): Auswirkung von Saatstärke, Saattermin und Sorte auf den Ertrag von Winterweizen. In: Tagung “Bodenfruchtbarkeit – Bedeutung und Bestimmung in Pflanzenbau und Bodenkunde.” Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., Berlin, 291 – 292.

SCHÖNBERGER, H., B. BAUER (2012): Präzisierung der Stickstoffdüngung zu verschiedenen Stadien des Weizens in Abhängigkeit von Standort und Bestandesentwicklung. Nährstoff- und Wasser-versorgung der Pflanzenbestände unter den Bedingungen der Klimaerwärmung Internationale wissenschaftliche Konferenz am 18. und 19. Oktober 2012 in Bernburg-Strenzfeld, 72-82.

SCHULER, S.F., R.K. BACON, P.L. FINNEY, E.E. GBUR (1995): Relationship of test weight and kernel properties to milling and baking quality in soft red winter wheat. *Crop Sci.* 35, 949–953.

SCHULER, S.F., R.K. BACON, E.E. GBUR (1994): Kernel and spike character influence on test weight of soft red winter wheat. *Crop Sci.* (34), 1309–1313.

SEIBEL, W. (Hrsg.). (2005): *Warenkunde Getreide – Inhaltsstoffe, Analytik, Reinigung, Trocknung, Lagerung, Vermarktung, Verarbeitung*. Bergen/Dumme: Agrimedia.

SHUEY, W.C. (1960): A wheat sizing technique for predicting flour milling yield. *Cereal Sci. Today*, 5.

SIELING, K., H. HANUS (1997): N-Aufnahme und N-Verwertungseffizienz zweier Weizensorten bei variierter mineralischer N-Düngung. *Pflanzenbauwissenschaften* 1 (2), 57–62.

SMITH, R.; GROSS K. (2006): Weed community and yield variability in diverse management systems. *Weed Sci.* (54), 106 – 113.

STATISTIK AUSTRIA (Hrsg.). 2016. Anbau auf dem Ackerland 2015. Verfügbar unter http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_fl_aechen_ertraege/bodennutzung/index.html.

STICKSEL, E.; MAIDL, F.-X.; LUDWIG, A.; FISCHBECK, G. (1996): Die Ertragsbildung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen in Abhängigkeit von der nutzbaren Feldkapazität bei differenzierter Stickstoffdüngung in Trockenjahren. *Die Bodenkultur* 47(3), 163–172.

STOCK, H.-G., K. WARNSTOFF, W. DIEPENBROCK, H. MATTHIES, A. PFEFFERKORN (1999): Einfluss unterschiedlicher Anbauintensität auf Ertrag, Qualität und ökonomisches Ergebnis im Winterweizen-anbau (*Triticum aestivum* L.) unter Bedingungen des Mitteldeutschen Trockengebietes. *Pflanzenbauwissenschaften* 3 (1), 22–31.

STÖPPLER, H., H. VOGTMANN, W. SEIBEL, H. BOLLING, P. GERSTENKORN (1989): Moderne Winterweizensorten in einem System mit geringer Betriebsmittelzufuhr von außen in der Republik Deutschland. *Getreide, Mehl und Brot* (43), 272–278.

TAHIRO, E. (2002): Untersuchungen von Sommerweizenotypen unterschiedlicher Herkunft auf Hitze- und Trockenstresstoleranz. Dissertation Univ. Halle-Wittenberg, 139.

THEUER, C. (1997): Ertragsbildung von Winterweizen in Abhängigkeit von Fruchtfolgestellung und Anbautechnik unter besonderer Berücksichtigung phytotoxischer Substanzen. Dissertation, Kiel.

TOEPFER INTERNATIONAL, A.C. (2013): Statistische Informationen zum Getreide- und Futtermittelmarkt. A.C. Toepfer International (Hrsg.), Hamburg, 63.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (2014): World wheat supply and disappearance, 40 S. Available at <http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>.

VOLLMANN, J. (2000): Bauern unterstützen Forschung mit Daten aus der Praxis. *Blick ins Land* 8, 33–35.

WEIGEL, H., R. MANDERSCHIED, M. SCHALLER (2007): Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf Ertrag und Qualität von Getreide. *Getreidetechnologie* 61(3), 142–149.

WEIGEL, H.-J. (2009): Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Weizenproduktion. Schriftenr. des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Christ. zu Kiel, 3–9.

WINKELMANN, C.; O. CHRISTEN (1998): Ertragsbildung von Winterweizen in Abhängigkeit von Fruchtfolgestellung, Produktionstechnik und Bodenunterschieden. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, (11), 101–102.

ZEČEVIĆ, V.; D. KNEŽEVIĆ; D. MIĆANOVIĆ (2007): Variability of technological quality components in winter wheat. *Genetika* 39(1), 365–374.

ZHELEZOVA, S.V., I.F. CHAMMINGO, A.V. MELNIKOV, Y.V. BEREZOVSKIY (2014): Winter wheat yield and grain quality under different cultivation technologies in a field trial at the scientific center of precision agriculture. *Vestn. Altayskogo Gos. Univ. Gos. Univ.* 10(120), 10–14.

WEBER M. (2013): Einfluss unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme und der Vorfrucht auf Pflanzenwachstum, Ertrag und Qualität bei Winterweizen (*Triticum aestivum* L.) sowie auf ausgewählte bodenphysikalische Kennzahlen. Diplomarbeit Univ. für Bodenkultur Wien.

АВДЕЕНКО, А.П. (2015): Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от нормы высева и обработки биопрепаратами в условиях Ростовской области. *Сельскохозяйственные науки* (11), 4.

ВЛАСЕНКО В. А. (2012): Характер прояву збирального індексу в міжсортних гібридів пшениці м'якої ярої. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Агрономія і біологія* (9), 152–154.

ГАЙДАЙ, Г.С., ГАЙДАЙ, І.В.; НОВАК, Л.Л. (2014): Вплив агротехніки вирощування та післяжнивного фракціонування на борошномельні і хлібопекарські властивості пшениці. *Міжнародний науковий журнал “Науковий огляд”* 3(2), 12.

ГИРКА, А., ЯРОШЕНКО, С.; ГАСАНОВА, І.; ПЕДАШ, О.; ЖЕЛЕЗЯКОВ, О. (2010): Особливості формування урожайності і якості зерна озимої пшениці залежно від строків сівби та азотних підживлень. *Бюлетень Інституту зернового господарства* (38), 33–40.

ГЛУЩЕНКО, Л.Т.; ДУТЧЕНКО, З.Я.; РАДЧЕНКО, М.В. (2010): Вплив внесення азотних сполук на продуктивність сортів озимої пшениці в умовах НПП СНАУ. *Вісник Сумського національного аграрного ун-ту. Агрономія* (4 (19)), 102–108.

ГОРОДНІЙ, М.М., ГРИЩЕНКО, О.В.; ГЕНГАЛО, О.М. (2013): Використання нових добрив із широким спектром дії. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* II(17), 36–44.

ГУМЕНЮК, Г.Д., МЕЛЬНИЧУК, С.Д.; СОЛОДЧУК, Н.В. (2004): Проект стандарту на пшеницю для експорту. Available at <http://www.quality.ua/ua/usefull.show/1>.

ДЕРЖАВНА ВЕТЕРИНАРНА ТА ФІТОСАНІТАРНА СЛУЖБА УКРАЇНИ (2015): Державний реєстр сортів рослин придатних до поширення в Україні у 2015 році, 367. Available at http://www.vet.gov.ua/sites/default/files/Reestr_12.11.15.pdf.

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СТАТИСТИКИ УКРАЇНИ (2012): Збирання врожаю сільськогосподарських культур та проведення інших польових робіт станом на 1 листопада 2012 року. Статистичний збірник, Київ, 58.

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СТАТИСТИКИ УКРАЇНИ (2013): Збирання врожаю сільськогосподарських культур та проведення інших польових робіт станом на 1 листопада 2013 року Статистичний збірник, Київ, 60.

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА СТАТИСТИКИ УКРАЇНИ (2016): Рослинництво України 2015 рік. Статистичний збірник, Київ, 180.

ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ (2010): ДСТУ 3768:2010. “Пшениця. технічні умови.”, Національний стандарт України, Київ.

ДРИЖЕНКО, Л.М., В.М. ТИЩЕНКО, О.П. ЧЕРНИШОВА (2014): Генетичні кореляції урожайності сортів та селекційних ліній пшениці озимої з головними генеративними ознаками залежно від часу відновлення весняної вегетації. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин, (3), 32–35.

ЖИГУНОВ, Д.А. 2013. Технологические свойства различных сортов зерна пшеницы Украины. Вісник ХНТУСГ (151), 51–56.

ЗНАСЬ, І. 2012. Добрі сорти – запорука урожаю. Агробізнес сьогодні (5-16), 238-239. Available at <http://www.agro-business.com.ua/event/1209-dobri-sorty-zaporuka-urozhaiu.html>.

КАЛЕНСЬКА, С.М. (2002): Якість зерна озимих культур залежно від технологій вирощування. Зб. наук. пр. Харківського нац. університету. Рослинництво (5), 3–7.

КАЛЕНСЬКА, С.М., КАЛЕНСЬКИЙ, В.П.Б АНТАЛ, Т.В. et al (2012): Вплив елементів технології вирощування на польову схожість і врожайність пшениці твердої ярої та м'якої в умовах північної та північно-західної частини Лісостепу. Збірник наукових праць ХНАУ ім. В.В.Докучаєва Рослинництв (2), 242–250.

КАЛЕНСЬКА, С.М.; ШЕВЧУК, О.Я.; ДМИТРИШАК et al. (2005): Рослинництво. Київ: НАУУ.

КІР'ЯН, В. (2010): Оцінка вихідного матеріалу пшениці озимої м'якої за ознаками якості зерна. Вісник Полтавської державної аграрної академії (10), 35–40.

КОВТУН, В.И. (2010): Модели сортов озимой пшеницы разной интенсивности для засушливых условий юга России. Известия Оренбургского государственного аграрного университета (3(27)), 9–11.

КОЗЕЧКО, В.І. (2014): Вплив технологічних прийомів вирощування на формування показників якості зерна пшениці озимої в умовах Північного Степу. Вісник Полтавської державної аграрної академії (2), 67–73.

КРАМАРЬОВ, С.М., Г.П. ЖЕМЕЛА, С.М. ШАКАЛІЙ (2014): Продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від мінерального живлення в умовах Лівобережного Лісостепу України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони (6), 8-11.

КРАСНОВА, Л.И. (2003): Биологические и селекционные возможности озимой пшеницы в резкоконтинентальных засушливых условиях Южного Урала. Вестник ОГУ (2), 75–81.

КРУПНОВА, О.В. (2009): О взаимосвязи между признаками качества зерна яровой мягкой пшеницы. Сельскохозяйственная биология (3), 13–24.

КУЗНЕЦОВА, О. (2012): Вплив попередників на врожайність та якість зерна сортів пшениці озимої. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва (79), 65–69.

ЛЕБІДЬ, Є.М., Л.М. ДЕСЯТНИК, І.Є. ФЕДОРЕНКО et al. (2012): Особливості формування структури урожаю озимої пшениці в умовах півдня України. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони (2), 11–16.

ЛИСА, Л.Л. 2009. Внесок елементів структури урожаю у формування рівня вмісту білка в зерні озимої пшениці. Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів 7(1), 58–65

ЛИТВИНЕНКО, М.А. (2012): Сортова політика як важливий фактор підвищення виробництва зерна озимої пшениці. Посібник українського хлібороба, 157–159.

ЛЮБЫЧ, В.В., ПОЛЯНЕЦКАЯ И.О., (2014): Продуктивная и технологическая ценность некоторых сортов пшеницы мягкой озимой в Правобережной Лесостепи. Вісник Уманського національного університету садівництва (2), 48 – 51.

МАЛЬЧИКОВ, П.Н., МЯСНИКОВА, М.Г. (2012): Относительное развитие признаков продуктивности твердой пшеницы в процессе селекции. Вавиловский журнал генетики и селекции 16 (4(2)), 997–998.

МАРЧЕНКО, Д.М. (2011): Взаимосвязи между урожайностью и элементами ее структуры у сортов мягкой озимой пшеницы. Научный журнал КубГАУ (28(04)), 1–21.

НОВИКОВ, А.В. 2012. Изменение уборочного индекса в процессе селекции и его влияние на урожайность пшеницы мягкой озимой. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук, Краснодар.

ПАЛАМРЧУК, О.М. (2015): Поживний режим ґрунту під пшеницею озимою за різних попередників у Правобережному Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН” (2), 66–74.

САМОФАЛОВ, А.П. (2003): Изменение основных хозяйственно-биологических признаков и свойств у озимой мягкой пшеницы в процессе селекции. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук, РФ, Зерноград.

СОКОЛЬСЬКА, Т. (2008): Оцінка відповідності параметрів якості пшениці європейським вимогам. Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. Економіка. 298(70), 224–231.

СОЛОДУШКО, М.М. (2014): Продуктивність та особливості вирощування різних сортів пшениці озимої в умовах Північного Степу. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України (№ 6), 112–118.

СОРОКА, В; АНДРЮЩЕНКО, А., О. ШОВГУН (2011): Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Державна служба з охорони прав на сорти рослин, Київ.

СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ УКРАЇНСЬКОЇ РСР (1969): Народне господарство Української РСР в 1968 році. Київ, 609.

СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ УКРАЇНСЬКОЇ РСР (1972): Народне господарство Української РСР в 1968 році. Київ, 547.

СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ УКРАЇНСЬКОЇ РСР (1980): Народне господарство Української РСР в 1968 році. Київ, 367.

СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ УКРАЇНСЬКОЇ РСР (1994): Народне господарство Української РСР в 1993 році. Київ, 494.

СУХОМУД, О.Г., ЛЮБИЧ, В.В. (2013): Урожай і якість зерна пшениці ярої за різних умов мінерального живлення. Вісник Уманського національного університету садівництва (1-2), 51 – 55.

ТИЩЕНКО, В.М., М.В. ТОМІНА, М.В. ДУБЕНЕЦЬ (2014): Формування та мінливість ознак у пшениці м'якої озимої в стресових умовах середовища. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин, (2), 18–22.

ФОМЕНКО, М.А., А.И. ГРАБОВЕЦ, О.В. БЕСЕДИНА (2013): Основные принципы селекции озимой мягкой пшеницы на засухоустойчивость на Дону. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, Агрономические науки, 4(42), 52–55.

ХРИСТЕНКО, А.О. (2009): Прогноз фосфатного і калійного станів ґрунтів України на 2010-2015 рр. Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства УААН", (4), 35–39.

ЧЕРЕНКОВ, А.В., І.І. ГАСАНОВА, М.М. СОЛОДУШКО (2014): Пшениця озима – розвиток та селекція культури в історичному аспекті. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України, (6), 3 – 6.

ЧЕРЕНКОВ, А.В., ГИРКА, А.Д.; ПЕДАШ, О.О., ДУБОВИЙ, О.І. (2009): Вплив строків сівби та азотних підживлень на ріст і розвиток рослин озимої пшениці впродовж весняно-літнього періоду вегетації. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України (37), 20.

ЯЦУК, І.П. (2014): Агроекологічний стан ґрунтів Київської області. балансоване природокористування, (1), 79–85.

ЯЦУК, Н.О. (2013): Відповідність показників якості зерна пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) вимогам стандарту залежно від сортових особливостей та факторів вирощування. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин (2), 73–77.

9. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Qualitätskriterien bei Weizen in Österreich.....	32
Tabelle 2: Qualitätskriterien bei Weizen in der Ukraine.....	34
Tabelle 3: Klima und Boden der Versuchsstandorte der Versuchsstandorte in Österreich und der Ukraine	35
Tabelle 4: Niederschlag [mm] und Temperatur [°C] im Monatsmittel von September bis August in den Vegetationsjahren 2012, 2013 und 2104 im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel (1971 bis 2000), Standort Kautzen	39
Tabelle 5: Niederschlag [mm] und Temperatur [°C] im Monatsmittel von September bis August in den Erntejahren 2012, 2013 und 2104 im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel (1971 bis 2000), Standort Leopoldsdorf i.M.	40
Tabelle 6: Niederschlag [mm] und Temperatur [°C] im Monatsmittel von September bis August in den Erntejahren 2012, 2013 und 2104 im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel (1971 bis 2000), Standort Kiew	41
Tabelle 7: Entwicklungsstadien bei Winterweizen an drei Versuchsstandorten in den Jahren 2012 bis 2014.....	52
Tabelle 8: Zahl ährentragender Halme je m ² bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2013	56
Tabelle 9: Zahl ährentragender Halme je m ² bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2013	57
Tabelle 10: Zahl ährentragender Halme je m ² bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2013	57
Tabelle 11: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und zwei N-Düngungsvarianten, Standort Kautzen, 2012 bis 2014.....	58
Tabelle 12: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und zwei N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdorf i.M., 2012 bis 2014	59
Tabelle 13: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und zwei N-Düngungsvarianten, Standort Kiew, 2012 bis 2014.....	60
Tabelle 14: Rohproteingehalt in % der TS bei sechs Winterweizensorten und bei zwei N-Düngungsvarianten, Standort Kautzen, 2012 bis 2014.....	62
Tabelle 15: Rohproteingehalt in % der TS bei sechs Winterweizensorten und zwei N-Düngungsvarianten, Standort Leopoldsdorf i.M., 2012 bis 2014	63
Tabelle 16: Rohproteingehalt in % der TS bei sechs Winterweizensorten und zwei N-Düngungsvarianten, Standort Kiew, 2012 bis 2014.....	64
Tabelle 17: Kornertrag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten an drei Versuchsstandorten im Mittel der Jahre von 2012 bis 2014	65
Tabelle 18: Einfluss der Sorte, des N-Düngungsmanagements und des Standortes auf den Kornertrag bei Weizen in den Jahren 2012, 2013, 2014 und im Jahresmittel 2012 bis 2014	66

Tabelle 19: Rohproteingehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten an drei Versuchsstandorten in den Jahren 2012 bis 2014.....	68
Tabelle 20: Einfluss der Sorte, des N-Düngungsmanagements und des Standortes auf den Rohproteingehalt bei Weizen in den Jahren 2012, 2013, 2014 und im Jahresmittel 2012 bis 2014.....	68
Tabelle 21: Hektolitergewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten an drei Versuchsstandorten im Mittel der N-Düngungsvarianten in den Jahren 2012 bis 2014.....	70
Tabelle 22: Einfluss der Sorte, des N-Düngungsmanagements und des Standortes auf das Hektolitergewicht bei Weizen in den Jahren 2012, 2013, 2014 und im Jahresmittel 2012 bis 2014.....	70
Tabelle 23: Fallzahl in s bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten am Standort Kautzen in Jahren 2012 bis 2014.....	72
Tabelle 24: Fallzahl in s bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten am Standort Leopoldsdorf i.M. in Jahren 2012 bis 2014.....	73
Tabelle 25: Fallzahl in s bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten am Standort Kiew in Jahren 2012 bis 2014.....	73
Tabelle 26: W-Wert in J/10 000 und P/L-Verhältnis (aus dem Alveogramm) bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten im Mittel der Standorte und der Jahre 2012 bis 2014.....	74
Tabelle 27: Feuchtklebergehalt in % i. TS, Sedimentationswert in ml und Backvolumen in ml/100g bei sechs Winterweizensorten und vier N-Düngungsvarianten im Mittel der drei Standorte.....	76
Tabelle 28: Varianzanalyse Kornertag von sechs Sorten und drei Saatstärken bei zwei N-Düngungsvarianten an drei Versuchsstandorten in den Jahren 2012 bis 2014.....	78
Tabelle 29: Kornertag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2014.....	79
Tabelle 30: Kornertag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2014.....	81
Tabelle 31: Kornertag in kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2014.....	83
Tabelle 32: Varianzanalyse für den Rohproteingehalt von sechs Sorten und drei Saatstärken bei zwei N-Düngungsvarianten an drei Versuchsstandorten in den Jahren 2012 bis 2014.....	84
Tabelle 33: Rohproteingehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2014.....	85
Tabelle 34: Rohproteingehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2014.....	86

Tabelle 35: Rohproteingehalt in % TS bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2014	87
Tabelle 36: Varianzanalyse für das Hektolitergewicht von sechs Sorten und drei Saatstärken bei zwei N-Düngungsvarianten an drei Versuchsstandorten in den Jahren 2012 bis 2014	88
Tabelle 37: Hektolitergewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2014.....	89
Tabelle 38: Hektolitergewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten und drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2014	90
Tabelle 39: Hektolitergewicht in kg/hl bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2014.....	91
Tabelle 40: Strohertrag kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2013	92
Tabelle 41: Strohertrag kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2013	93
Tabelle 42: Strohertrag kg/ha bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2013.....	94
Tabelle 43: Harvestindex bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Kautzen, in den Jahren 2012 bis 2013	95
Tabelle 44: Harvestindex bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Standort Leopoldsdorf i.M., in den Jahren 2012 bis 2013	96
Tabelle 45: Harvestindex bei sechs Winterweizensorten, zwei N-Düngungsvarianten, drei Saatstärken, Versuchsstandort Kiew, in den Jahren 2012 bis 2013.....	97

10. LIST OF TABLES

Table 1: Quality criteria for wheat in Austria	32
Table 2: Quality criteria for wheat in Ukraine	34
Table 3: Climate and soil conditions at the trial sites in Austria and Ukraine	35
Table 4: Precipitation [mm] and temperature [° C] in the monthly average from September to August in the vegetation years 2012, 2013 and 2014 compared to the long-term monthly average (1971 until 2000), trial site Kautzen	39
Table 5: Precipitation [mm] and temperature [° C] in the monthly average from September to August in the vegetation years 2012, 2013 and 2014 compared to the long-term monthly average (1971 until 2000), trial site Leopoldsdorf i.M.	40
Table 6: Precipitation [mm] and temperature [° C] in the monthly average from September to August in the vegetation years 2012, 2013 and 2014 compared to the long-term monthly average (1971 until 2000), trial site Kiev.....	41
Table 7: Growth stages of wheat at three trial sites in the years 2012 until 2014.....	52
Table 8: Number of ears per m ² for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2013	56
Table 9: Number of ears per m ² for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2013	57
Table 10: Number of ears per m ² for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2013	57
Table 11: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Kautzen, 2012 until 2014	58
Table 12: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Leopoldsdorf i.M., 2012 until 2014	59
Table 13: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Kiev, 2012 until 2014.....	60
Table 14: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Kautzen, 2012 until 2014	62
Table 15: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Leopoldsdorf i.M., 2012 until 2014	63
Table 16: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties and two N-fertilizer application levels, trial site Kiev, 2012 until 2014.....	64
Table 17: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels at three trial sites in the years 2012 to 2014.....	65
Table 18: Influence of variety, of varied nitrogen fertilization and trial site on crude protein content on winter wheat in each year 2012, 2013, 2014 and over all years 2012 until 2014.....	66
Table 19: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels in three trial sites in the years 2012 until 2014.....	68

Table 20: Influence of variety, of varied nitrogen fertilization and trial site on crude protein content on winter wheat in each year 2012, 2013, 2014 and over all years 2012 until 2014.....	68
Table 21: Hectolitre weight in kg/hl for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels at three trial sites in the years 2012 until 2014.....	70
Table 22: Influence of variety, of varied nitrogen fertilization and trial site on hectolitre weight on winter wheat in each year 2012, 2013, 2014 and over all years 2012 until 2014.....	70
Table 23: Falling number in sec for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels, trial site Kiev, 2012 until 2014.....	72
Table 24: Falling number in sec for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels, trial site Leopoldsdorf i.M., 2012 until 2014	73
Table 25: Falling number in sec for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels, trial site Kiev, 2012 until 2014.....	73
Table 26: W-energy and P/L-ratio from alveogram for six winter wheat varieties and four N-fertilizer application levels over all years 2012 until 2014	74
Table 27: Wet gluten in % dry matter, sedimentation value in ml and loaf volume for six winter wheat varieties and four N-fertilizer applications over all trial sites	76
Table 28: ANOVA grain yield of six winter wheat varieties and three seeding rates at two N-fertilizer application levels at three trial sites in the years 2012 to 2014.....	78
Table 29: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2014.....	79
Table 30: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2014.....	81
Table 31: Grain yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2014.....	83
Table 32: ANOVA crude protein content of six winter wheat varieties and three seeding rates at two N-fertilizer application levels at three trial sites in the years 2012 to 2014.....	84
Table 33: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2014	85
Table 34: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2014	86
Table 35: Crude protein content in % dry matter for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2014.....	87
Table 36: ANOVA test weight of six winter wheat varieties and three seeding rates at two N-fertilizer application levels at three trial sites in the years 2012 to 2014.....	88

Table 37: Test weight in kg/hl for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2014.....	89
Table 38: Test weight in kg/hl for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2014.....	90
Table 39: Test weight in kg/hl for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2014.....	91
Table 40: Straw yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2013	92
Table 41: Straw yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2013.....	93
Table 42: Straw yield in kg/ha for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2013	94
Table 43: Harvest index for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kautzen, at the years 2012 until 2013	95
Table 44: Harvest index for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Leopoldsdorf i.M., at the years 2012 until 2013	96
Table 45: Harvest index for six winter wheat varieties, two N-fertilizer application levels and three seeding rates, at trial site Kiev, at the years 2012 until 2013	97

11. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Entstehung von Weizen	20
Abbildung 2: Entwicklung der Anbaufläche und der Erträge bei Weizen in Österreich in den Jahren 1960 bis 2015	22
Abbildung 3: Entwicklung der Anbaufläche und der Erträge bei Weizen in der Ukraine in den Jahren 1913 bis 2015	23
Abbildung 4: Versuchsstandorte in Österreich und in der Ukraine	36
Abbildung 5: Niederschlag [mm] und Temperatur [°C] im langjährigen Monatsmittel (1971 bis 2000) nach Monaten an den Versuchsstandorten Kautzen, Leopoldsdorf i.M. and Kiev	38
Abbildung 6: Versuchsanlage-Skizze, drei Versuchsstandorte, in den Jahren 2012 bis 2014 ..	43
Abbildung 7: Versuch am Standort Leopoldsdorf i.M., Jahr 2012	44
Abbildung 8: Sorte Lybid bei der N-Düngungsvariante N ₃ und Saatstärke 400 Korn/m ² , Standort Leopoldsdorf i.M., Jahr 2012	54
Abbildung 9: Sorte Lybid bei der N-Düngungsvariante N ₃ und Saatstärke 400 Korn/m ² , Standort Leopoldsdorf i.M., Jahr 2013	54
Abbildung 10: Sorte Balaton bei N-Düngungsvariante N ₃ und Saatstärke 400 Korn/m ² , Standort Kautzen, Jahr 2014	55
Abbildung 11: Sorte Capo bei N-Düngungsvariante N ₃ und Saatstärke 400 Korn/m ² , Standort Kautzen, Jahr 2014	55

12. LIST OF FIGURES

Figure 1: Development of wheat	20
Figure 2: Development of crop area and yields of wheat in Austria in the years 1960 until 2015.....	22
Figure 3: Development of crop area and yields of wheat in Ukraine in the years 1913 until 2015.....	23
Figure 4: Trial sites in Austria and Ukraine	36
Figure 5: Precipitation [mm] and temperature [° C] in the long-term monthly average (1971 until 2000) at the trial sites Kautzen, Leopoldsdorf i.M. and Kiev	38
Figure 6: Experimental facility layout at three trial sites in the years 2012 until 2014	43
Figure 7: Trial at the site Leopoldsdorf i.M., year 2012	44
Figure 8: Variety Lybid at N-fertilizer application level N_3 and seeding rate 400 seeds/m ² , trial site Leopoldsdorf i.M., year 2012.....	54
Figure 9: Variety Lybid by N-fertilizer application level N_3 and the seeding rate 400 seeds/m ² , trial site Leopoldsdorf i.M., year 2013.....	54
Figure 10: Variety Balaton by N-fertilizer application level N_3 and seeding rate 400 seeds/m ² , trial site Kautzen, year 2014	55
Figure 11: Variety Capo by N-fertilizer application level N_3 and seeding rate 400 seeds/m ² , trial site Kautzen, year 2014	55

13. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
AGES	Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
A _p	Pflughorizont
APS	Ausprägungsstufe (1 bis 9)
BBCH	Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie, morphologisches Entwicklungsstadium einer Pflanze
BQG	Backqualitätsgruppe (9-1)
°C	Grad Celsius
ca.	circa
cm	Zentimeter
dt	Dezitonne
DON	Deoxynivalenol
g	Gramm
ha	Hektar
IDK	Index der Kleberelastizität
kg	Kilogramm
kg/hl	Hektolitergewicht
Kl.	Klasse
Km	Kilometer
i.M.	im Marchfeld
ICC	International association for cereal science and technology
l	Liter
m ²	Quadratmeter
max.	maximal
mind.	mindestens
Mio.	Millionen
mm	Millimeter
µg	Mikrogramm
%	Prozent

% i,TS	Prozent in der Trockensubstanz
N	Stickstoff
NIR	Nahinfrarotspektroskopie
RMT	Rapid-Mix-Test
s	Sekunde
Tab.	Tabelle
Tsd. Ha	Tausend Hektar
t / to	Tonne
v. Chr.	vor Christus
ZON	Zearaleon

13. LEBENSLAUF / CV

	Iuliia Tasheva Anschrift: Lomonosova str. 54a/96, 03189 Kiew, Ukraine Tel. +38 067 439-44-23 jtasheva@probstdorfer.at
Persönliche Daten Geburtstag Geburtsort Land Staatsbürgerschaft Familienstand	2. Juni 1985 Sevastopol Ukraine Ukraine verheiratet
Ausbildung Apr. 2011 – Okt. 2016 Apr. 2006 – März 2008 Sept. 2002 – Apr. 2006	Universität für Bodenkultur Wien (Österreich) Doktorat der Bodenkultur Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Triesdorf (Deutschland) Master of Business Administration in Agriculture Nationale Agraruniversität, Kiew (Ukraine) Bachelor in Pflanzenbau
Beruflicher Werdegang Mai 2010 - Heute	Probstdorfer Saatzucht Ges.m.b.H. & CoKG Kiew, Ukraine Fachberatung Ukraine

Wien, Juli 2016