

Department für Nutzpflanzenwissenschaften

Abteilung Pflanzenbau

Universität für Bodenkultur Wien

Pflanzenbauliche Eigenschaften von Weizen/Triticale-Gemengen in Abhängigkeit von Saattermin und Stickstoffdüngung

Masterthesis

Zur Erlangung des akademischen Grades

Eines Diplom-Ingenieurs (Dipl.-Ing.)

Vorgelegt von

Alexander Sternbauer, BSc

Studienrichtung

Masterstudium Nutzpflanzenwissenschaften

Betreuung durch

Priv.-Doz. Dr. Reinhard Neugschwandtner

und

Univ.-Prof. Dr. Hans-Peter Kaul

Wien, Mai 2018

Danksagung

Ganz besonders danken möchte ich Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans-Peter Kaul, der die Zweitbetreuung meiner Diplomarbeit übernommen hat. Vielen Dank für die wertvolle Unterstützung und Hilfe.

Der größte Dank gebührt Herrn Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Mag. Dr. Reinhard Neugschwandtner. Ich wurde während der verschiedenen Abschnitte meiner Diplomarbeit, wie zum Beispiel bei der Ernte, im Bereich der statistischen Auswertung der Versuchsergebnisse und vielen anderen wichtigen Bereichen unterstützt. Daher möchte ich mich an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit und die Unterstützung bedanken. Es war über die gesamte Zeit eine sehr angenehme Zusammenarbeit.

Zudem möchte ich mich bei der Universität für Bodenkultur Wien bedanken, die es mir ermöglicht hat, diese Versuche und somit Diplomarbeit durchführen zu können. Dabei möchte ich mich besonders bedanken bei folgenden Mitarbeitern:

- Den Angestellten der Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf, allen voran Herrn Dipl.-Ing. Ivica Simonovic, der mir im Laufe der Masterarbeit bei den Erntearbeiten und der Aufbereitung der Proben zur Seite stand.
- Den Angestellten des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften, die mir bei der Analyse der Korn- und Strohproben zur Seite standen.
- Ein großes Dankeschön gilt selbstverständlich auch meiner Familie, die mich während meines ganzen Studiums in vielerlei Hinsicht stets unterstützt hat.

Danke

Inhalt

1	Einleitung	4
1.1	Gemengeanbau	4
2	Material und Methoden	5
2.1	Standort	5
2.2	Versuchsfaktoren	5
2.3	Versuchsdesign, -anlage und -durchführung	6
2.4	Datenerhebung	6
2.5	Flächenäquivalenz (LER)	7
2.6	Wetterdaten	8
2.7	Statistische Auswertung	8
3	Ergebnisse	9
3.1	BBCH-Entwicklung	9
3.2	Bodendeckungsgrad	10
3.3	Erträge und Ernteindex	11
3.4	Flächenäquivalenz (LER)	14
3.5	Erträge und Ernteindex von Weizen bzw. Triticale	15
3.6	Ertragsstrukturkomponenten	17
3.7	Stickstoffgehalte	20
3.8	Stickstofferträge und N-Ernteindex	22
3.8	Flächenäquivalenz der N-Erträge (N-LER)	24
4	Diskussion	26
5	Zusammenfassung	29
6	Abstract	30
7	Literaturverzeichnis	31
8	Abbildungsverzeichnis	34
9	Tabellenverzeichnis	35

1 Einleitung

1.1 Gemengeanbau

Das wissenschaftliche Interesse am Gemengeanbau in den gemäßigten Breiten steigt immer mehr. Grund dafür ist die Entwicklung von nachhaltigen Bewirtschaftungssystemen für den Futter- (Anil et al., 1998) oder den Marktfrucht-Getreidebau (Aufhammer et al., 2004; Kübler et al., 2008). Beim Gemengeanbau können widrige Wetterverhältnisse abgefedert und auch unter ungünstigen Bedingungen respektable Erträge erwirtschaftet werden (Baumann et al., 2001).

Zu erwartende klimatische Veränderungen werden auch den landwirtschaftlichen Bereich vor Herausforderungen stellen. Aus diesem Grund werden Alternativen gesucht. Eine Alternative könnten Gemenge von Getreide mit Leguminosen darstellen. Auf diese Art werden Vorteile wie höhere Erträge, effizientere Ausnutzung der vorhandenen Fläche, eine effizientere Nutzung natürlicher Ressourcen und somit eine verbesserte Wirtschaftlichkeit genutzt (Lithourgidis et al., 2011).

Getreidegemenge sind weniger häufig zu finden als Getreide/Körnerleguminosen-Gemenge. Sie sind allerdings für Futterbauzwecke durchaus geeignet. Durch den Anbau verschiedener Getreidearten im Gemenge können Standortunterschiede ausgeglichen werden. Es ist eine stärkere Krankheitsreduktion als bei Sortenmischungen zu erwarten, da die Unterschiede zwischen den Partnern größer sind. Die Getreidearten können gemeinsam gedrillt werden. Gemengeanbau ist in extensiveren Lagen und im Biolandbau eine traditionelle Methode, Getreide zu kultivieren. Einige potentielle Nachteile, die mit Gemengeanbau in Verbindung gebracht werden, finden sich in der praktischen Umsetzung. Die Mechanisierung reicht häufig nicht aus, um den unterschiedlichen Ansprüchen der Kulturen gerecht zu werden. Vorteile des Gemengeanbaus sind stabile Erträge über längere Zeit, eine effizientere Nutzung der begrenzten Ressourcen wie Nährstoffe und Wasser, sowie die Reduktion des Unkraut-, Insekten- und Krankheitsdruckes (Biabani, 2009). Weiters führt ein höherer Bedeckungsgrad zu einer besseren Ausnutzung der Sonneneinstrahlung, somit zu einer höheren Photosyntheserate und folglich zu höheren Erträgen (Diepenbrock et al., 1999).

Ziel dieser Arbeit war es, die Auswirkungen von Anbautermin und N-Düngung auf Ertrag, Ertragsstruktur, N-Gehalte und N-Erträge von Weizen und Triticale im Gemengeanbau im Vergleich zu den Reinsaaten zu testen.

2 Material und Methoden

2.1 Standort

Die Versuchsfläche liegt in Raasdorf und wird von der Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf bewirtschaftet. Raasdorf gehört zum Marchfeld und liegt im Bezirk Gänserndorf in Niederösterreich. Die Seehöhe beträgt 153 m. Klimatisch gehört Raasdorf zum Pannonikum, für das ein kontinentales Klima mit heißem Sommer und kaltem Winter charakteristisch ist. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 10,6°C, im Durchschnitt belaufen sich die jährlichen Niederschläge auf 538 mm (1980–2009). Der Bodentyp ist ein Tschernosem (pH-Wert: 7,6; organischer Kohlenstoffgehalt: 2,3 %) mit alluvialem Ursprung. Die Bodenart stellt ein schluffiger Lehm dar.

2.2 Versuchsfaktoren

Für den Versuchsanbau wurde die Winterweizensorte Xenos und die Wechseltriticale Agrano verwendet. Xenos ist ein Winterweizen, der auch für den Frühjahrsanbau geeignet ist und zählt daher zu den Wechselweizen. Die Wechseltriticale Agrano kann ebenfalls sowohl im Herbst als auch im Frühjahr angebaut werden. Agrano ist besonders frühreif, standfest und resistent gegen Mehltau, Braunrost und Gelbrost und ist daher für alle Standorte zu empfehlen. Der Futterwert von Agrano ist verglichen mit anderen Sorten sehr hoch. Die Nachfrage nach Wechseltriticale ist steigend. Ein besonders hoher Anteil dieser Kulturart ist in Regionen mit größeren Auswinterungsproblemen zu finden (Probstdorfer Saatzucht).

Drei Faktoren wurden getestet:

- Pflanzenbestand:
 - Reinsaat von Weizen: mit 300 keimfähigen Körnern m⁻²
 - Reinsaat von Triticale: mit 300 keimfähigen Körnern m⁻²
 - Gemenge von Weizen und Triticale (WT) mit je 150 keimfähigen Körnern m⁻² (d.h. 50 % der Reinsaatstärke der beiden Gemengepartner)

- Anbauermin:
 - Herbstanbau
 - Frühjahrsanbau
- Stickstoffdüngung:
 - 0 g N m⁻²
 - 10 g N m⁻²

2.3 Versuchsdesign, -anlage und -durchführung

Die Parzellen waren 15 m² groß und hatten die Maße 1,5 m × 10 m. Sie wurden als randomisierte Spaltanlage mit dem Großteilstückfaktor Anbauermin und den Kleinteilstückfaktoren Düngung und Pflanzenbestand angelegt.

Der Versuch wurde in den Versuchsjahren 2014 und 2015 auf einer konventionell geführten Fläche angelegt, wo als Vorfrucht Wintergerste (2014) bzw. Sommergerste (2015) kultiviert wurde. Zur Bodenbearbeitung ist zu sagen, dass eine betriebsübliche Bodenbearbeitung durchgeführt wurde. Drei Wochen vor dem Anbau wurde gepflügt und am Tag der Aussaat wurde mit der Kreiselegge das Saatbeet vorbereitet. Nach der Saatbettbereitung wurden die Varianten mit einer speziellen Parzellensämaschine mit einer Saattiefe von rund 3 cm und einem Reihenabstand von 13 cm ausgesät. Der Herbstanbau erfolgte am 17.10.2013 bzw. am 13.10.2014 und der Frühjahrsanbau am 5.3.2014 bzw. am 10.3.2015. Es wurden keine Herbizide und keine Fungizide in diesem Versuch angewendet. Die Unkrautbekämpfung erfolgte ausschließlich händisch. Die erste Düngergabe war am 7.3.2014 bzw. am 10.3.2015. Die zweite Düngergabe fand am 28.04.2014 bzw. am 27.4.2015 statt. Gedüngt wurden jeweils 5 g N m⁻² (Nitramoncal, 27 % N). Die Ernte der Winterungen fand am 7.7.2014 bzw. am 8.7.2015 statt. Die Ernte der Sommerungen fand am 22.7.2014 bzw. am 21.7.2015 statt.

2.4 Datenerhebung

Während der gesamten Versuchsdauer wurde in regelmäßigen Abständen der Entwicklungszustand von Triticale und Weizen mittels BBCH-Skala erhoben (Witzenberger et al., 1989). Zur Ermittlung des Bodendeckungsgrades wurde regelmäßig von jeder Parzelle ein

digitales Foto gemacht. Mit Hilfe des Programmes SigmaScan Pro5 konnten dann die Anzahl der grünen Pixel an den gesamten Pixeln im Bild bestimmt werden, welche den prozentuellen Anteil der Bodendeckung ergeben (Richardson et al., 2001). Die Pflanzenhöhe von Weizen und Triticale wurde in regelmäßigen Abständen erhoben. Zur Erhebung der oberirdischen Biomasse (OBM) wurde zur Ernte pro Parzelle ein Bestand von 1,2 m² bodennahe mit einer Schere herausgeschnitten. In den Gemengen wurden Weizen und Triticale voneinander getrennt. Vor der Gewichtsbestimmung wurde die Biomasse 24 Stunden bei 105°C getrocknet. Zur Ermittlung der Ertragsstrukturkomponenten wurden die Ähren vom Stroh getrennt, gezählt und gewogen. Danach wurden die Ähren ausgedroschen. Das Korn wurde wieder gewogen und anschließend wurden das Tausendkorngewicht, die Anzahl der Körner pro Ähre⁻¹ und der Ernteindex ermittelt.

Für die Ermittlung der N-Konzentration in der Biomasse wurden das Korn und der Rest der oberirdischen Biomasse gesondert auf eine maximale Körnung von 1 mm gemahlen. Die N-Konzentrationen wurden aus dem Durchschnitt zweier Proben zu je 50 mg mittels Elementar Analyzer (vario MACRO cube CNS; Elementar Analysensysteme GmbH, Germany) nach der Dumas-Veraschungsmethode (Winkler et al., 2000) analysiert.

2.5 Flächenäquivalenz (LER)

Mit Hilfe der Flächenäquivalenz (Land Equivalent Ratio, LER) wurden Gemenge mit Reinsaat im Hinblick auf Mehr- bzw. Minderertrag je Flächeneinheit erhoben. Sie wurde nach Mead und Wiley (1980) wie folgt berechnet:

$$\text{LER} = Y_{1,2}/Y_{1,1} + Y_{2,1}/Y_{2,2}$$

$Y_{1,1}$ und $Y_{2,2}$ sind die Erträge von Kulturpflanze 1 und Kulturpflanze 2 in der Reinsaat und $Y_{1,2}$ und $Y_{2,1}$ sind die der einzelnen Kulturpflanze in den Gemengen. Ein LER-Wert von > 1 bedeutet, dass der Gemengeanbau einen Ertragsvorteil gegenüber den Reinsaat bringt, während ein LER-Wert von < 1 zu einem Ertragsnachteil führt. Die LER ist die Summe der partialen Flächenäquivalenz der einzelnen Kulturpflanzen in den Gemengen.

2.6 Wetterdaten

Die Wetterbedingungen unterschieden sich in den beiden Anbaujahren (Tabelle 1). Im Anbaujahr 2014 gab es deutlich höhere Niederschlagsmengen im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt, wohingegen das Jahr 2015 trockener war. Zudem waren die Temperaturen in beiden Anbaujahren überdurchschnittlich hoch.

Tabelle 1: Langjähriger monatlicher Durchschnitt von Temperatur und Niederschlag (1983-2012) und die Differenz zu den beiden Anbaujahren 2014 und 2015.

	Temperatur (°C)			Niederschlag (mm)		
	Durchschnitt (1983-2012)	2014	2015	Durchschnitt (1983-2012)	2014	2015
		(±)	(±)		(±)	(±)
Oktober	10.8	+0.9	+2.0	34.4	-8.2	-3.0
November	5.3	+0.8	+3.1	37.8	-8.4	-12.3
Dezember	1.1	+2.0	+2.8	32.4	-22.0	+5.9
Jänner	0.4	+2.2	+2.9	25.3	-20.9	+16.5
Februar	1.6	+2.7	+1.0	25.5	+2.4	-9.7
März	5.9	+3.6	+0.9	37.8	-28.1	-10.1
April	11.1	+1.7	+0.2	36.6	+89.8	-8.2
Mai	15.8	-0.6	-0.3	57.9	+47.0	-12.5
Juni	18.7	+0.4	+1.1	72.7	-20.8	-39.5
Juli	21.1	+0.9	+2.7	64.6	+44.1	-22.5

2.7 Statistische Auswertung

Die gesammelten Daten wurden mit Hilfe der Software SAS 9.2 statistisch ausgewertet. Varianzanalysen wurden gerechnet (PROC GLM) und die Mittelwerte wurden mittels Grenzdifferenzen getrennt, wenn mittels des F-Testes faktorielle Effekte bei einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ festgestellt wurden. Die Graphiken wurden mit Hilfe des Programmes SigmaPlot 12 erstellt.

3 Ergebnisse

3.1 *BBCH-Entwicklung*

Sowohl beim Weizen als auch bei der Triticale hatten zum Zeitpunkt der Saat im Frühjahr die Herbstvarianten bereits einen deutlichen Entwicklungsvorsprung. Anfang April befanden sich die Frühjahrssaaten im 1-Blatt-Stadium, während der Herbstanbau bereits zu Schossen begonnen hatte. Ende April befanden sich die Winterungen im Schossen, während die Sommerungen sich bestockten. Im Mai durchliefen die Winterungen die Makrostadien Ährenscheiden und Ährenschieben und begannen Ende Mai zu blühen, während die Sommerungen nach einer längeren Bestockungsphase mit dem Schossen und Ende Mai mit dem Ährenscheiden begannen. Die Winterungen begannen Ende Mai/Anfang Juni mit der Fruchtbildung, die Sommerungen erst Mitte Juni. Die Winterungen waren im ersten Anbaujahr um 15 Tage und im zweiten Anbaujahr um 10 Tage früher erntereif als die Sommerungen (Abb. 1).

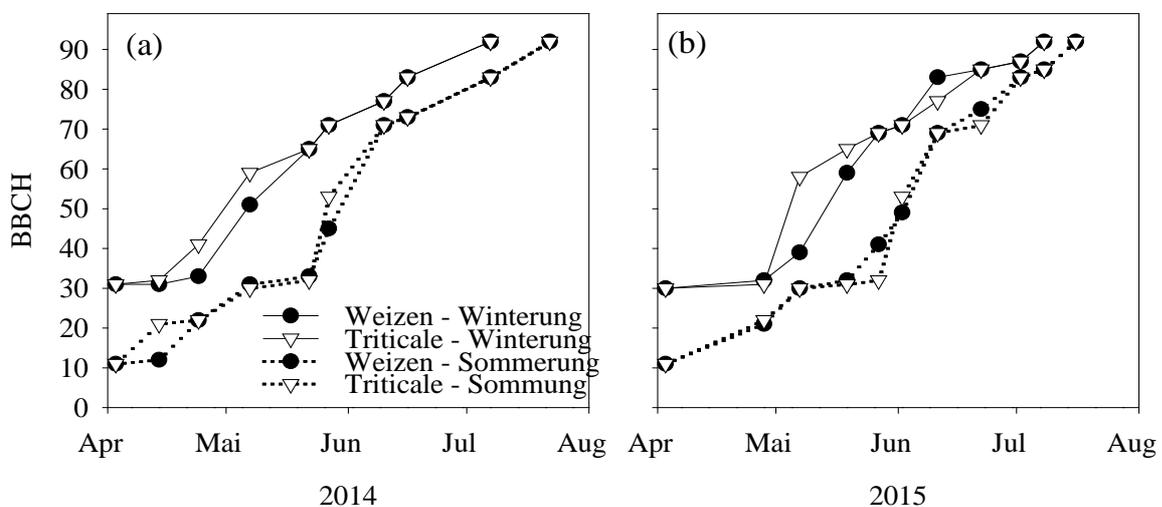


Abbildung 1: BBCH-Entwicklung von Weizen und Triticale in Abhängigkeit der Anbautermine in den Jahren (a) 2014 und (b) 2015.

3.2 Bodendeckungsgrad

Der Bodendeckungsgrad war bei den Winterungen fast immer höher als bei den Sommerungen. Einzig in der letzten Erhebung im zweiten Versuchsjahr (27.5.2015) hatten die Sommerungen einen geringfügig höheren Wert als die Winterungen. Eine nahezu vollständige Bodenbedeckung war bei den Winterungen in beiden Jahren Mitte Mai erreicht. Bei den Sommerungen war dies erst gegen Ende Mai der Fall.

Im ersten Anbaujahr (2014) hatten Triticale und WT bei der Bodendeckung bis zur letzten Erhebung einen Vorsprung gegenüber Weizen. Am 7.5.2014 gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Pflanzenbeständen. Im zweiten Anbaujahr (2015) hatten die gedüngten Varianten zu allen Beprobungsterminen einen signifikanten Vorsprung gegenüber den nicht gedüngten Varianten, wohingegen 2014 kein eindeutiger Trend erkennbar war, da die gedüngten Varianten nur von Mitte bis Ende April einen signifikanten Unterschied zu den nicht gedüngten zeigten.

Die Winterungen hatten zu allen Terminen einen höheren Bodenbedeckungsgrad. Die Bodenbedeckung am 13.4.2015 unterschied sich beim Frühjahrsanbau nicht zwischen den Pflanzenbeständen und den Düngestufen. Beim Herbstanbau hingegen war eine höhere Bodenbedeckung bei Triticale und WT im Vergleich zur Weizenreinsaat, sowie bei den gedüngten Varianten im Vergleich zu den nicht gedüngten Varianten zu beobachten (Tabelle 1).

Tabelle 1: Bodenbedeckung von Weizen und Triticale in Abhängigkeit von Pflanzenbestand, N-Düngung, Anbauermin und Jahr

	2014					2015			
	27.03	03.04	14.04	24.04	07.05	13.4	06.05	19.05	27.05
	(%)								
Pflanzenbestand									
Weizen	40,2 ^b	43,8 ^b	45,5 ^b	52,3 ^b	76,0 ^a	34,8 ^c	81,8 ^a	92,9 ^a	98,1 ^a
Triticale	48,9 ^a	46,2 ^a	46,7 ^{ab}	55,4 ^a	77,1 ^a	47,9 ^a	84,3 ^a	93,3 ^a	96,6 ^b
WT	47,8 ^a	46,3 ^a	47,1 ^a	55,3 ^a	76,3 ^a	45,9 ^b	84,2 ^a	93,0 ^a	97,2 ^{ba}
Stickstoff (g m⁻²)									
0	45,4 ^a	45,0 ^a	45,1 ^b	52,3 ^b	74,5 ^a	41,2 ^b	80,5 ^b	91,5 ^b	96,2 ^b
10	45,9 ^a	45,8 ^a	47,7 ^a	56,3 ^a	78,5 ^a	44,5 ^a	86,4 ^a	94,6 ^a	98,4 ^a
Anbauermin									
Herbst	90,8 ^a	87,8 ^a	86,2 ^a	90,0 ^a	94,2 ^a	82,7 ^a	88,9 ^a	93,8 ^a	96,2 ^b
Frühjahr	0,5 ^b	3,1 ^b	6,7 ^b	18,6 ^b	58,8 ^b	3,0 ^b	78,0 ^b	92,3 ^b	98,4 ^a
ANOVA									
Pflanzenbestand	***	***				***			**
Stickstoff (N)			***	**		***	***	***	***
Anbauermin	***	***	***	***	***	***	***	**	***
P × A	***	**				***	***	**	***
N × A			**	*		***	**		

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikant unterschiedliche Mittelwerte. Signifikanzniveaus: $p < 0.05$ (*), $p < 0.01$ (**) und $p < 0.001$ (***). Bei den Wechselwirkungen $P \times N$ und $P \times N \times A$ traten keine signifikanten Unterschiede auf.

3.3 Erträge und Ernteindex

Die oberirdische Biomasse war beim Herbstanbau höher als beim Frühjahrsanbau. Triticale hatte eine höhere oberirdische Biomasse als Weizen (mit dem Gemenge dazwischenliegend), wobei die Unterschiede zwischen den Beständen beim Herbstanbau größer waren als beim Frühjahrsanbau. Die oberirdische Biomasse war 2014 bei Triticale am höchsten, gefolgt von Gemenge und Weizen, während es 2015 nur zwischen der Reinsaat von Weizen (mit einer geringeren Biomasse) und Reinsaat von Triticale einen Unterschied gab. Die oberirdische Biomasse zeigte 2014 keinen Unterschied zwischen gedüngter und nicht gedüngter Varianten, wohingegen 2015 die gedüngten Varianten eine höhere oberirdische Biomasse erzielten. Die oberirdische Biomasse war in beiden Anbaujahren im Herbstanbau höher (Tabelle 2, Abb. 2a, b, c, d).

Die Reinsaat von Triticale hatte beim Herbstanbau vor dem Gemenge den höchsten Kornertrag, während es beim Frühjahrsanbau zwischen der Reinsaat von Triticale und dem Gemenge keinen Unterschied gab. Der Kornertrag der Weizenreinsaat war geringfügig niedriger als jener der Reinsaat von Triticale. Insgesamt war im Jahr 2015 der Kornertrag aller drei Pflanzenbestände höher, allerdings gab es bei Triticale keinen signifikanten Unterschied zu 2014. Im ersten Anbaujahr (2014) hatte die Reinsaat von Triticale die höchsten Kornerträge, gefolgt vom Gemenge und von der Weizenreinsaat. Im Kornertrag zeigten sich 2014 keine Unterschiede zwischen gedüngter und nicht gedüngter Fläche, hingegen hatten 2015 die gedüngten Varianten einen höheren Kornertrag. Der Kornertrag war im Herbstanbau in beiden Anbaujahren höher als der Frühjahrsanbau. Im zweiten Anbaujahr (2015) brachte der Herbstanbau höhere Kornerträge als 2014, wohingegen der Frühjahrsanbau keine Unterschiede zwischen den Anbaujahren aufwies (Tabelle 2, Abb. 2e, f, g, h).

Die Ernterückstände waren im Herbstanbau bei allen drei Pflanzenbestände höher. Die Reinsaat von Triticale hatte hier vor dem Gemenge die meisten Ernterückstände. Im Frühjahrsanbau gab es nur zwischen der Reinsaat von Triticale (die gleich hohe Ernterückstände wie das Gemenge aufwies) und der Weizenreinsaat einen geringen Unterschied. Die Ernterückstände waren 2015 bei der Reinsaat von Weizen höher, wohingegen bei den anderen Pflanzenbeständen keine Unterschiede zwischen den Anbaujahren zu erkennen waren. Die Ernterückstände zeigten keine Unterschiede zwischen den Jahren, allerdings gab es 2015 höhere Ernterückstände auf den gedüngten Flächen. Es ließen sich in beiden Jahren höhere Ernterückstände beim Herbstanbau feststellen, allerdings war der Unterschied 2015 zwischen den Anbaujahren geringer (Tabelle 2, Abb. 2i, j, k, l).

Der Ernteindex war bei der Reinsaat von Weizen und dem Gemenge beim Frühjahrsanbau höher als beim Herbstanbau, außerdem war er im Jahr 2015 höher als 2014, während es bei der Reinsaat von Triticale keine Unterschiede zwischen den Anbaujahren und den Jahren gab. Auch zwischen den Düngungsvarianten zeigten sich im Ernteindex keine Unterschiede. Das Jahr 2014 wies beim Frühjahrsanbau einen deutlich höheren Ernteindex als beim Herbstanbau auf, wohingegen 2015 der Frühjahrsanbau einen geringfügig niedrigeren Ernteindex brachte (n.s.) (Tabelle 2, Abb. 2m, n, o, p).

Tabelle 2: Erträge von Weizen und Triticale in Abhängigkeit von Pflanzenbestand, N-Düngung, Anbautermin und Jahr

	OBM			Korn			Ernterückstände			Ernteindex		
	WT	W	T	WT	W	T	WT	W	T	WT	W	T
	(g m ⁻²)			(g m ⁻²)			(g m ⁻²)			%		
Pflanzenbestand												
Weizen	1189 ^c	1189 ^a		420 ^c	420 ^a		769 ^c	769 ^a		35,6 ^b	35,6 ^a	
Triticale	1445 ^a		1445 ^a	549 ^a		549 ^a	896 ^a		896 ^a	38,0 ^a		38,0 ^a
WT	1338 ^b	586 ^b	751 ^b	496 ^b	206 ^b	289 ^b	842 ^b	380 ^b	462 ^b	37,3 ^a	35,2 ^a	39,0 ^a
N (g m⁻²)												
0	1286 ^b	875 ^a	1054 ^b	478 ^a	315 ^a	402 ^b	808 ^b	560 ^b	652 ^b	37,4 ^a	36,2 ^a	38,6 ^a
10	1362 ^a	901 ^a	1142 ^a	498 ^a	310 ^a	437 ^a	864 ^a	590 ^a	705 ^a	36,5 ^a	34,5 ^b	38,5 ^a
Anbautermin												
Herbst	1635 ^a	1024 ^a	1429 ^a	584 ^a	340 ^a	536 ^a	1051 ^a	684 ^a	893 ^a	35,4 ^b	32,7 ^b	37,4 ^b
Frühjahr	1012 ^b	751 ^b	767 ^b	392 ^b	285 ^b	303 ^b	620 ^b	466 ^b	465 ^b	38,6 ^a	38,0 ^a	39,7 ^a
Jahr												
2014	1283 ^b	852 ^b	1073 ^a	449 ^b	274 ^b	399 ^b	834 ^a	577 ^a	674 ^a	35,7 ^b	32,6 ^b	38,4 ^a
2015	1365 ^a	924 ^a	1123 ^a	527 ^a	351 ^a	434 ^a	837 ^a	572 ^a	683 ^a	38,3 ^a	38,1 ^a	38,6 ^a
ANOVA												
Pflanzenbestand	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		
Stickstoff (N)	***		**			*	***	*	*		***	
Anbautermin	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	**
Jahr	***	***		***	***	*				***	***	
P × A	***	***	**	***	***		***	***	**	*	*	
P × J	***	***	*	**	***		**	***	**	*	***	
N × A		*			*							
N × J	***		*	**		*	**					
A × J				***	***	*	***	**	**	***	***	***

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikant unterschiedliche Mittelwerte. Signifikanzniveaus: $p < 0.05$ (*), $p < 0.01$ (**) und $p < 0.001$ (***). Bei der Wechselwirkung $P \times N$ sowie bei den dreifachen und der vierfachen Wechselwirkung traten keine signifikanten Unterschiede auf.

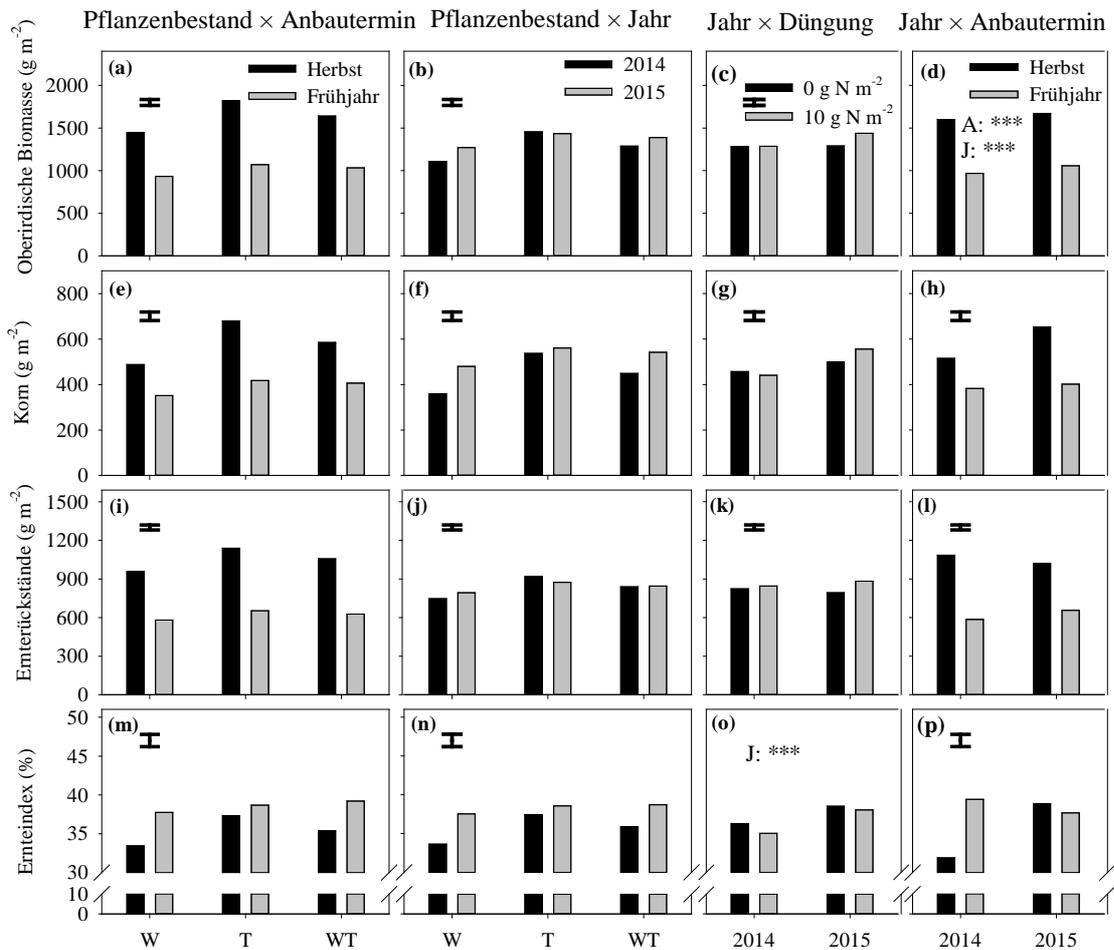


Abbildung 2: Oberirdische Biomasse, Ertrag von Korn und Ernterückständen sowie Ernteindex auf Bestandesebene der Reinsaaten von Weizen (W) und Triticale (T) sowie dem Weizen/Triticale-Gemenge (WT) in Abhängigkeit von Pflanzenbestand \times Saattermin, Pflanzenbestand \times Jahr und Jahr \times Anbauermin. Balken zeigen die Grenzdifferenz ($p < 0,05$). Signifikante Unterschiede: $p < 0,001$ (***)

3.4 Flächenäquivalenz (LER)

Bei der Flächenäquivalenz (OBM, Korn, Ernterückstände) der Gemenge gab es keinen Einfluss von Düngung, Anbauermin und Jahr. Nur bei der oberirdischen Biomasse und beim Kornertrag hatte der Frühjahrsanbau einen Vorteil gegenüber dem Herbstanbau. Die LER war – mit Ausnahme jener von OBM und Korn beim Frühjahrsanbau - immer höher > 1 .

Die Düngung hatte keinen Einfluss auf die partielle LER von Weizen und Triticale (OBM, Korn und Ernterückständen). Die partielle LER von Weizen war bei der Frühjahrssaat ($> 0,5$) höher als bei der Herbstsaat (wobei die Unterschiede 2014 größer waren als 2015; Daten nicht gezeigt),

während bei Triticale die Herbstsaussaat (> 0,5) vor der Frühljahrsaussaat lag. Beim Weizen wies das Anbaujahr 2014 eine höhere LER als 2015 auf, wohingegen bei Triticale im Jahr 2015 höhere Werte erzielt wurden (Tabelle 3).

Tabelle 3: Flächenäquivalenz (LER) für die Biomasserträge von Weizen/Triticale-Gemenge sowie die partiellen LER von Weizen und Triticale in Abhängigkeit N-Düngung, Anbautermin und Jahr

	LER – WT			Partial LER – Weizen			Partial LER – T		
	OBM	Korn	ER ¹	OBM	Korn	ER	OBM	Korn	ER
Stickstoff (g m⁻²)									
0	1,011 ^a	1,026 ^a	1,003 ^a	0,512 ^a	0,510 ^a	0,515 ^a	0,499 ^a	0,511 ^a	0,493 ^a
10	1,040 ^a	1,043 ^a	1,035 ^a	0,529 ^a	0,534 ^a	0,514 ^a	0,512 ^a	0,529 ^a	0,502 ^a
Anbautermin									
Herbst	0,994 ^b	0,977 ^b	1,001 ^a	0,422 ^b	0,430 ^b	0,398 ^b	0,572 ^a	0,578 ^a	0,570 ^a
Frühjahr	1,057 ^a	1,092 ^a	1,038 ^a	0,619 ^a	0,613 ^a	0,631 ^a	0,438 ^b	0,462 ^b	0,425 ^b
Jahr									
2014	1,026 ^a	1,022 ^a	1,025 ^a	0,571 ^a	0,583 ^a	0,543 ^a	0,455 ^b	0,479 ^b	0,442 ^b
2015	1,025 ^a	1,047 ^a	1,013 ^a	0,469 ^b	0,460 ^b	0,486 ^b	0,555 ^a	0,561 ^a	0,552 ^a
ANOVA									
Stickstoff (N)								*	
Anbautermin	*	*		***	***	***	***	**	***
Jahr				***	***	*	**		***
N × A									
N × J									
A × J				*		**			

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikant unterschiedliche Mittelwerte. Signifikanzniveaus: $p < 0.05$ (*), $p < 0.01$ (**) und $p < 0.001$ (***). ¹ ER = Ernterückstände. Bei den Wechselwirkungen N × A und N × J sowie der dreifachen Wechselwirkung traten keine signifikanten Unterschiede auf.

3.5 Erträge und Ernteindex von Weizen bzw. Triticale

Der Kornertrag von Weizen war in der Reinsaat rund doppelt so hoch wie im Gemenge, wobei er beim Herbstanbau in der Reinsaat höher war als beim Frühljahrsanbau, während sich im Gemenge die Anbautermine nicht unterschieden. Im Jahr 2015 war der Kornertrag von Weizen höher als 2014, wobei der Unterschied in der Reinsaat deutlich höher war als im Gemenge. Der Kornertrag von Weizen unterschied sich 2014 nicht zwischen den Anbauterminen, während im Jahr 2015 der Kornertrag beim Herbstanbau höher war als beim Frühljahrsanbau (Tabelle 3, Abb. 3 a, c, e).

Der Kornertrag von Triticale war in der Reinsaat und beim Herbstanbau höher als im Gemenge und beim Frühljahrsanbau, in der Reinsaat war er fast doppelt so hoch wie im Gemenge. Zudem war er im Gemenge 2015 höher als im Jahr 2014. Der Kornertrag von Triticale war beim

Herbstanbau 2015 höher als 2014, während es keinen Ertragsunterschied zwischen den Jahren beim Frühjahrsanbau gab (Tabelle 3, Abb. 3 b, d, f).

Die Ernterückstände von Weizen waren in der Reinsaat generell höher als im Gemenge, wobei sie in der Reinsaat beim Herbstanbau deutlich höher waren als beim Frühjahrsanbau. Das Gemenge allerdings zeigte beim Herbstanbau signifikant höhere Ernterückstände. In der Reinsaat waren sie 2015 höher als 2014, während sie im Gemenge 2014 höher waren. Beim Herbstanbau ließen sich 2014 höhere Ernterückstände als 2015 feststellen, während sie beim Frühjahrsanbau 2015 geringfügig höher als 2014 waren (Tabelle 3, Abb. 3 g, i, k).

Die Ernterückstände von Triticale waren in der Reinsaat generell höher als im Gemenge, wobei sie in der Reinsaat beim Herbstanbau knapp doppelt so hoch wie beim Frühjahrsanbau waren, während sie im Gemengeanbau beim Herbstanbau mehr als doppelt so hoch waren. Sie unterschieden sich in der Reinsaat nicht zwischen den Jahren, im Gemenge waren sie 2015 allerdings höher als 2014. Beim Herbstanbau zeigten sich 2014 geringfügig höhere Ernterückstände als 2015, während der Frühjahrsanbau 2015 signifikant höhere Ergebnisse in den Rückständen als 2014 aufwies (Tabelle 3, Abb. 3 h, j, l).

Der Ernteindex von Weizen war beim Frühjahrsanbau höher als beim Herbstanbau, der Unterschied zwischen Herbst- und Frühjahrsanbau war allerdings im Gemenge größer. Betrachtet man die Jahresunterschiede, so gab es 2015 einen höheren Ernteindex, wobei das Gemenge eine größere Differenz beim Vergleich beider Jahre aufwies. Im ersten Anbaujahr (2014) war der Ernteindex im Frühjahrsanbau deutlich höher als im Herbstanbau, während es 2015 keine Unterschiede zwischen den Anbau Terminen gab (Tabelle 3, Abb. 3 m, o, q)

Bei der Triticale Reinsaat und im Gemenge war der Ernteindex beim Frühjahrsanbau höher als beim Herbstanbau. Zwischen der Reinsaat und dem Gemenge gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Pflanzenbeständen und den Jahren. Im ersten Anbaujahr (2014) hatte der Frühjahrsanbau einen signifikanten Vorsprung gegenüber dem Herbstanbau während es 2015 keinen signifikanten Unterschied zwischen den Anbau Terminen gab (Abb. 3 n, p, r).

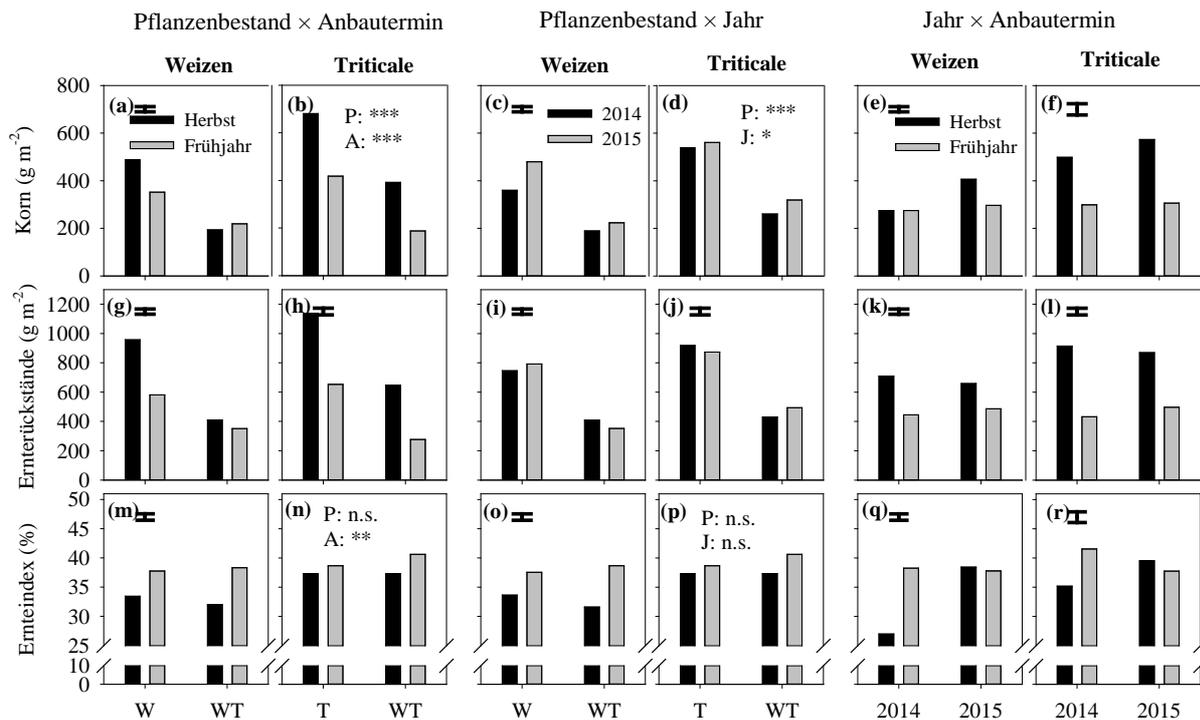


Abbildung 3: Ertrag von Korn und Ernterückständen sowie Ernteindex auf Artenebene der Reinsaat von Weizen (W) und Triticale (T) sowie den Weizen/Triticale-Gemenge (WT) in Abhängigkeit von Pflanzenbestand × Saattermin, Pflanzenbestand × Jahr und Jahr × Anbauermin. Die Balken zeigen die Grenzdifferenz ($p < 0,05$). Signifikante Unterschiede: $p < 0,05$ (*), $p < 0,01$ (**) und $p < 0,001$ (***)

3.6 Ertragsstrukturkomponenten

Die Ährenzahl war beim Weizen in der Reinsaat und auch im Gemenge beim Herbstanbau höher als beim Frühjahrsanbau, allerdings war der Unterschied zwischen Herbst und Frühjahr in der Reinsaat größer als im Gemenge. Zudem wurde die Ährenzahl von der Düngung positiv beeinflusst. Die Ährenzahl von Weizen war jeweils beim Herbstanbau höher. Die Ährenzahl war im Herbstanbau 2015 niedriger als 2014 (Tabelle 4, Abb. 4a, c, e).

Die Ährenzahl der Triticale war sowohl in der Reinsaat als auch im Gemenge beim Herbstanbau höher. Sie wurde beim Herbstanbau durch die Düngung positiv beeinflusst, während beim Frühjahrsanbau die Düngung keinen Einfluss hatte. Die Anzahl der Ähren der Triticale war in beiden Jahren beim Herbstanbau höher im Vergleich zum Frühjahrsanbau, wobei beim Herbstanbau im Jahr 2015 bessere Zahlen als 2014 erzielt wurden. Auch beim Frühjahrsanbau

zeigte sich eine höhere Ährenzahl im Jahr 2015 verglichen mit dem Vorjahr (Tabelle 4, Abb. 4b, d, f).

Die Anzahl der Körner pro Ähre beim Weizen war jeweils beim Frühjahrsanbau höher. Beim Herbstanbau war die Anzahl der Körner pro Ähre im Gemenge geringer als in der Reinsaat, wohingegen es beim Frühjahrsanbau keinen Unterschied zwischen Gemenge und Reinsaat gab. Düngung hatte weder im Herbst noch im Frühjahr einen Einfluss auf die Anzahl der Körner pro Ähre. Vergleicht man beide Anbaujahre miteinander, so war die Anzahl 2015 sowohl beim Frühjahrs- als auch beim Herbstanbau höher als 2014. Die Unterschiede zwischen Herbst- und Frühjahrsanbau waren 2014 größer als 2015 (Tabelle 4, Abb. 4g, i, k).

Bei der Triticale unterschied sich die Anzahl der Körner pro Ähre nicht zwischen den Pflanzenbeständen, mittels Düngung konnte sie allerdings erhöht werden. Beim Herbstanbau 2014 war die Anzahl der Körner pro Ähre geringer als beim Frühjahrsanbau, wohingegen 2015 die Anzahl der Körner pro Ähre höher war (Tabelle 4, Abb. 4h, j, l).

Das TKG von Weizen war beim Herbstanbau höher als beim Frühjahrsanbau, sowie beim Gemengeanbau höher im Vergleich zur Reinsaat. Die Düngung reduzierte das TKG von Weizen beim Herbstanbau. Im Jahresvergleich wies der Herbstanbau 2015 ein höheres TKG als 2014 auf, hingegen beim Frühjahrsanbau war das TKG im Jahr 2014 höher (Tabelle 4, Abb. 4m, o, q).

Das TKG der Triticale war im Herbstanbau höher als im Frühjahrsanbau. Der Pflanzenbestand hatte keinen Einfluss auf das TKG, allerdings war es in den gedüngten Varianten niedriger. Das TKG der Triticale war im Herbstanbau 2014 geringfügig niedriger (n.s.), wohingegen beim Herbstanbau 2015 ein höheres TKG als beim Frühjahrsanbau erzielt wurde (Tabelle 4, Abb. 4n, p, r).

Tabelle 4: Ertragsstrukturkomponenten von Weizen und Triticale in Abhängigkeit von Pflanzenbestand, N-Düngung, Anbauermin und Jahr

	Körner			Ährendichte		Kornanzahl		TKG	
	WT	W	T	W	T	W	T	W	T
	(m ⁻²)			(m ⁻²)		(Ähre ⁻¹)		(g)	
Pflanzenbestand									
Weizen	12549 _b	12549 ^a		460 ^a		27,9 ^a		33,4 ^b	
Triticale	14146 ^a		14392 ^a		362 ^a		40,1 ^a		37,8 ^a
WT	13647 ^a	5935 ^b	7712 ^b	228 ^b	192 ^b	26,8 ^b	40,2 ^a	34,8 ^a	38,4 ^a
N (g m⁻²)									
0	12626 _b	8872 ^b	10114 ^b	334 ^b	267 ^b	27,1 ^a	38,0 ^b	35,5 ^a	39,2 ^a
10	14238 ^a	9612 ^a	11989 ^a	354 ^a	287 ^a	27,5 ^a	42,2 ^a	32,7 ^b	36,0 ^b
Anbauermin									
Herbst	15420 ^a	9759 ^a	13538 ^a	405 ^a	336 ^a	23,6 ^b	40,2 ^a	35,2 ^a	39,6 ^a
Frühjahr	11527 _b	8725 ^b	8566 ^b	283 ^b	218 ^b	31,0 ^a	40,1 ^a	33,0 ^b	35,6 ^b
Jahr									
2014	12675 _b	8659 ^b	10354 ^b	354 ^a	250 ^b	25,1 ^b	42,0 ^a	32,0 ^b	38,9 ^a
2015	14223 ^a	9825 ^a	11749 ^a	334 ^b	304 ^a	29,5 ^a	38,3 ^b	36,1 ^a	36,3 ^b
ANOVA									
Pflanzenbestand	***	***	***	***	***	*		*	
Stickstoff (N)	***	***	***	*	**		***	***	***
Anbauermin	***	***	***	***		***		***	***
Jahr	***	***	***	*	***	***	**	***	***
P × A	**	***		***	*	***			
P × J		***							
N × A	***		***		***			**	
N × J	**	**							
A × J	**			***	***	**	**	***	***

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikant unterschiedliche Mittelwerte. Signifikanzniveaus: $p < 0.05$ (*), $p < 0.01$ (**) und $p < 0.001$ (***). Bei den Wechselwirkungen $P \times N$ sowie dreifachen und der vierfachen Wechselwirkung traten keine signifikanten Unterschiede auf.

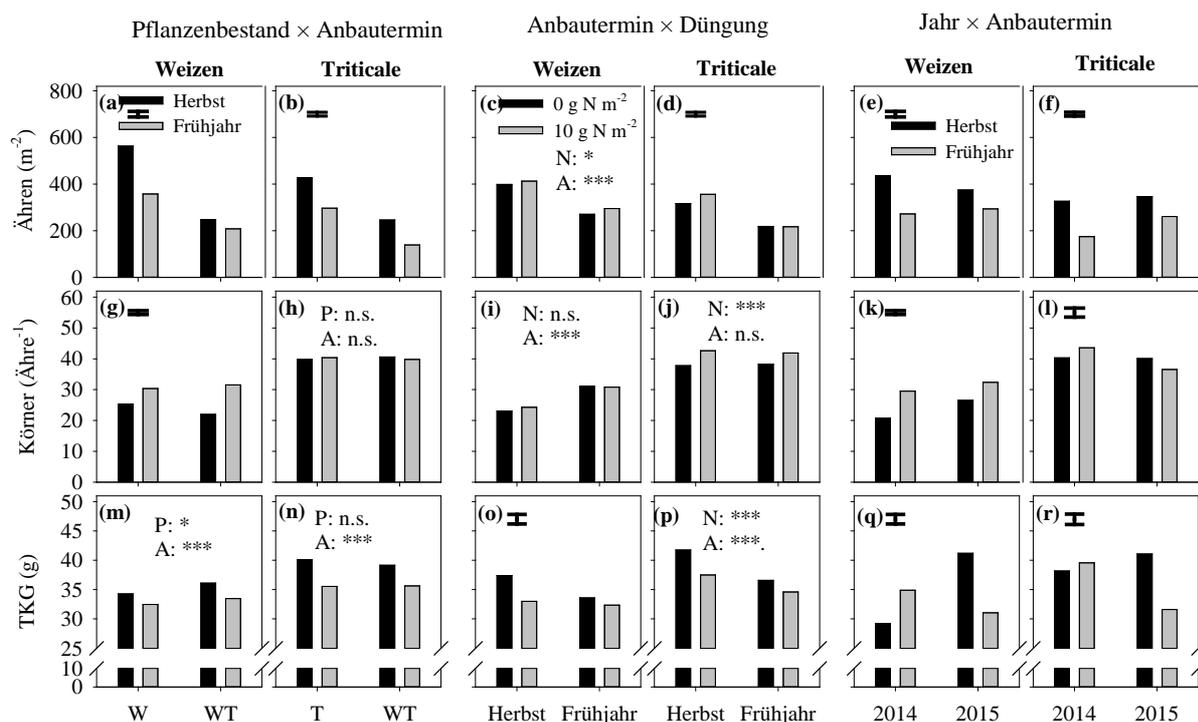


Abbildung 4: Ertragsstrukturkomponenten der Reinsaat von Weizen (W) und Triticale (T) sowie dem Weizen/Triticale-Gemenge (WT) in Abhängigkeit Pflanzenbestand × Anbauermin, Anbauermin × N-Düngung und Jahr × Anbauermin. Die Balken zeigen die Grenzdifferenz ($p < 0,05$). Signifikante Unterschiede: $p < 0,05$ (*) und $p < 0,001$ (***)).

3.7 Stickstoffgehalte

Der Stickstoffgehalt im Korn von Weizen und Triticale unterschied sich nicht zwischen den Pflanzenbeständen. Mit N-Düngung nahm er bei beiden Kulturen zu. Die N-Gehalte waren bei beiden Düngungsniveaus beim Frühjahrsjahranbau höher als beim Herbstanbau, wobei beim Herbstanbau die Unterschiede zwischen den ungedüngten und gedüngten Varianten höher als beim Frühjahrsanbau waren. Die Unterschiede zwischen Herbst- und Frühjahrsanbau waren im Jahr 2014 geringer als im Jahr 2015 (Tabelle 5, Abb. 5 a-f).

Der Stickstoffgehalt in den Ernterückständen von Weizen unterschied sich nicht zwischen den Pflanzenbeständen, bei Triticale war er bei der gedüngt Variante im Gemenge höher als in der Reinsaat. Die N-Gehalte der Ernterückstände waren bei beiden Arten beim Frühjahrsanbau höher als beim Herbstanbau und mit Düngung höher als ohne Düngung. Bei beiden Arten waren die N-Gehalte 2015 höher als 2014, wobei bei Triticale der Unterschied zwischen Herbst- und Frühjahrsbau 2014 höher als 2015 war (Tabelle 5, Abb. 5 g-l).

Tabelle 5: Stickstoff (N)- und Kohlenstoffgehalte (C) sowie C:N-Verhältnisse von Weizen und Triticale in Abhängigkeit von Pflanzenbestand, N-Düngung, Anbauermin und Jahr

	Korn		Ernterückstände	
	W (N %)	T (N %)	W (N %)	T (N %)
Pflanzenbestand				
Weizen	2,360 ^a		0,758 ^a	
Triticale		2,263 ^a		0,671 ^b
WT	2,360 ^a	2,215 ^a	0,754 ^a	0,724 ^a
N (g m⁻²)				
0	2,166 ^b	2,005 ^b	0,667 ^b	0,606 ^b
10	2,589 ^a	2,473 ^a	0,845 ^a	0,789 ^a
Anbauermin				
Herbst	2,207 ^b	2,046 ^b	0,598 ^b	0,574 ^b
Frühjahr	2,548 ^a	2,431 ^a	0,914 ^a	0,820 ^a
Jahr				
2014	2,433 ^a	2,309 ^a	0,690 ^b	0,660 ^b
2015	2,322 ^b	2,169 ^b	0,822 ^a	0,735 ^a
ANOVA				
Pflanzenbestand				**
Stickstoff (N)	***	***	***	***
Anbauermin	***	***	***	***
Jahr	**	**	***	***
P × N				*
N × A	***	*		
A × J	*	*		*

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikant unterschiedliche Mittelwerte. Signifikanzniveaus: $p < 0.05$ (*), $p < 0.01$ (**) und $p < 0.001$ (***). Bei den Wechselwirkungen $P \times A$, $P \times J$, $N \times J$ sowie den dreifachen und der vierfachen Wechselwirkung traten keine signifikanten Unterschiede auf.

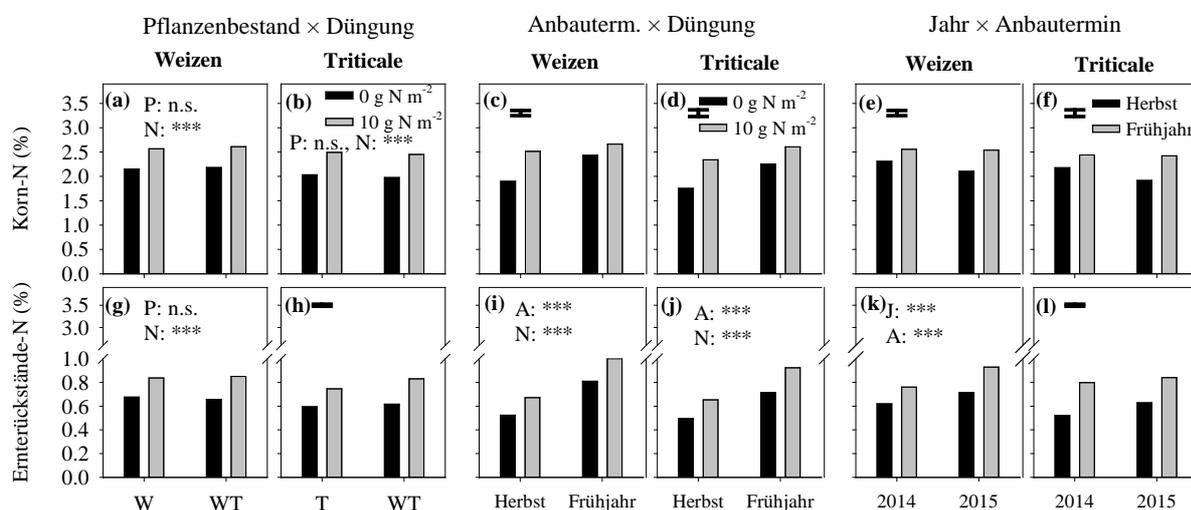


Abbildung 5: Stickstoffgehalte von Korn und Ernterückständen der Reinsaaten von Weizen (W) und Triticale (T) sowie dem Weizen/Triticale-Gemenge (WT) in Abhängigkeit Pflanzenbestand × Düngung, Anbauermin × Düngung und Jahr × Anbauermin. Die Balken zeigen die Grenzdifferenz ($p < 0,05$). Signifikante Unterschiede: $p < 0,001$ (***).

3.8 Stickstofferträge und N-Ernteindex

Die N-Düngung und der Herbstanbau führten bei den Reinsaaten und beim Gemenge zu höheren N-Erträgen in der oberirdischen Biomasse. Beim Weizen und beim Gemenge gab es 2015 höhere N-Erträge in der oberirdischen Biomasse, wohingegen sich bei Triticale keine Unterschiede zwischen den Jahren zeigten. Die Düngung hatte sich bei beiden Anbauterminen positiv ausgewirkt, wobei die Zunahme der oberirdischen Biomasse mit Düngung beim Herbstanbau höher war als beim Frühjahrsanbau. Auch hinsichtlich der N-Erträge zeigte die Düngung in beiden Jahren eine positive Wirkung auf die oberirdische Biomasse. Bei den nicht gedüngten Flächen gab es zwischen den Jahren keinen signifikanten Unterschied, wohingegen die N-Erträge auf den gedüngten Flächen 2015 höher waren als 2014. Die N-Erträge der oberirdischen Biomasse waren bei der beim Herbstanbau höher als beim Frühjahrsanbau sowie 2015 höher als 2014 (Tabelle 6, Abb. 6a, b, c, d, e, f).

Die N-Erträge im Korn waren jeweils in den gedüngten Varianten höher als in den nicht gedüngten. Im Herbstanbau waren die Korn-N-Erträge bei allen drei Pflanzenbeständen höher. Im Jahresvergleich waren sie beim Weizen und dem Gemenge 2015 höher, hingegen gab es bei Triticale 2014 geringfügig höhere Erträge. Die gedüngten Flächen hatten an beiden Anbauterminen höhere Korn-N-Erträge, wobei im Herbst eine größere Differenz zwischen gedüngten und nicht gedüngten Flächen auffiel. Darüber hinaus brachten gab es in den gedüngten Varianten auch in beiden Anbaujahren höhere Korn-N-Erträge, mit einem größeren Unterschied zwischen den gedüngten und nicht gedüngten Varianten im Jahr 2015. In beiden Anbaujahren waren die Korn-N-Erträge im Herbstanbau höher als im Frühjahrsanbau (Tabelle 6, Abb. 6g, h, i, j, k, l).

Die N-Erträge in den Ernterückständen waren mit Düngung höher, die Pflanzenbestände unterschieden sich nicht voneinander. Beim Herbstanbau sowie im Jahr 2015 waren die N-Erträge in den Ernterückständen bei allen Pflanzenbeständen höher als beim Frühjahrsanbau und im Jahr 2014 (Tabelle 6, Abb. 6m, n, o, p, q, r).

Der N-Ernteindex war bei allen Pflanzenbeständen ohne Düngung höher. Den höchsten N-Ernteindex wies die Triticale gefolgt vom Gemenge auf, den niedrigsten N-Ernteindex hatte Weizen. Der Herbstanbau führte zu einem höheren N-Ernteindex als der Frühjahrsanbau. Beim Herbstanbau gab es keine Unterschiede beim N-Ernteindex zwischen den Düngevarianten, während der N-Ernteindex beim Frühjahrsanbau mit Düngung sank. Der N-Ernteindex war bei

ohne Düngung höher als mit Düngung, sowie 2014 höher als 2015, wobei er 2015 beim Frühjahrsanbau geringer als beim Herbstanbau war (Tabelle 6, Abb. 6s, t, u, v, w, x).

Tabelle 6: Stickstoff (N)-Erträge von Weizen und Triticale in Abhängigkeit Pflanzenbestand, N-Düngung, Anbauertermin und Jahr

	OBM-N			Korn-N			Ernterückstände-N			N-Ernteindex		
	WT	W	T	WT	W	T	WT	W	T	WT	W	T
	(g m ⁻²)			(g m ⁻²)			(g m ⁻²)			(%)		
Pflanzenbestand												
Weizen	15,31 ^b	15,31 ^a		9,70 ^c	9,70 ^a		5,61 ^a	5,61 ^a		63,6 ^c	63,6 ^a	
Triticale	17,85 ^a		17,85 ^a	12,09 ^a		12,09 ^a	5,76 ^a		5,76 ^a	67,6 ^a		67,6 ^a
W+T	17,10 ^a	7,73 ^b	9,36 ^b	11,14 ^b	4,99 ^b	6,24 ^b	5,95 ^a	2,83 ^b	3,13 ^b	65,2 ^b	63,6 ^a	66,5 ^a
N (g m⁻²)												
0	14,54 ^b	10,29 ^b	11,52 ^b	9,68 ^b	6,70 ^b	7,81 ^b	4,86 ^b	3,59 ^b	3,71 ^b	66,4 ^a	65,1 ^a	67,6 ^a
10	18,96 ^a	12,76 ^a	15,69 ^a	12,28 ^a	7,91 ^a	10,51 ^a	6,68 ^a	4,85 ^a	5,18 ^a	64,5 ^b	62,1 ^b	66,4 ^a
Anbauermin												
Herbst	18,42 ^a	11,51 ^a	16,12 ^a	12,24 ^a	7,37 ^a	10,99 ^a	6,18 ^a	4,14 ^a	5,12 ^a	66,3 ^a	63,9 ^a	68,0 ^a
Frühjahr	15,08 ^b	11,53 ^a	11,10 ^b	9,71 ^b	7,24 ^a	7,33 ^b	5,37 ^b	4,29 ^a	3,76 ^b	64,7 ^b	63,2 ^a	66,0 ^b
Jahr												
2014	15,69 ^b	10,38 ^b	13,14 ^b	10,44 ^b	6,58 ^b	9,07 ^a	5,25 ^b	3,80 ^b	4,07 ^b	66,4 ^a	63,1 ^a	69,0 ^a
2015	17,82 ^a	12,66 ^a	14,07 ^a	11,52 ^a	8,02 ^a	9,26 ^a	6,30 ^a	4,63 ^a	4,81 ^a	64,5 ^b	64,0 ^a	65,1 ^b
ANOVA												
Pflanzenbestand	***	***	***	***	***	***		***	***	***		
Stickstoff (N)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	**	**	
Anbauermin	***		***	***		***	***		***	**		**
Jahr	***	***	*	***	***		***	***	***	**		***
P × N	*	**	*	**	*							
P × A	**	***		***	***			***				
P × J	***	***		***	***			***				
N × A	***		***	***		***			*	**	*	**
N × J	***	**	**	***	*	**	**	*				
A × J				***	***			*		***	***	

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikant unterschiedliche Mittelwerte. Signifikanzniveaus: $p < 0.05$ (*), $p < 0.01$ (**) und $p < 0.001$ (***). Bei den dreifachen und der vierfachen Wechselwirkung traten keine signifikanten Unterschiede auf.

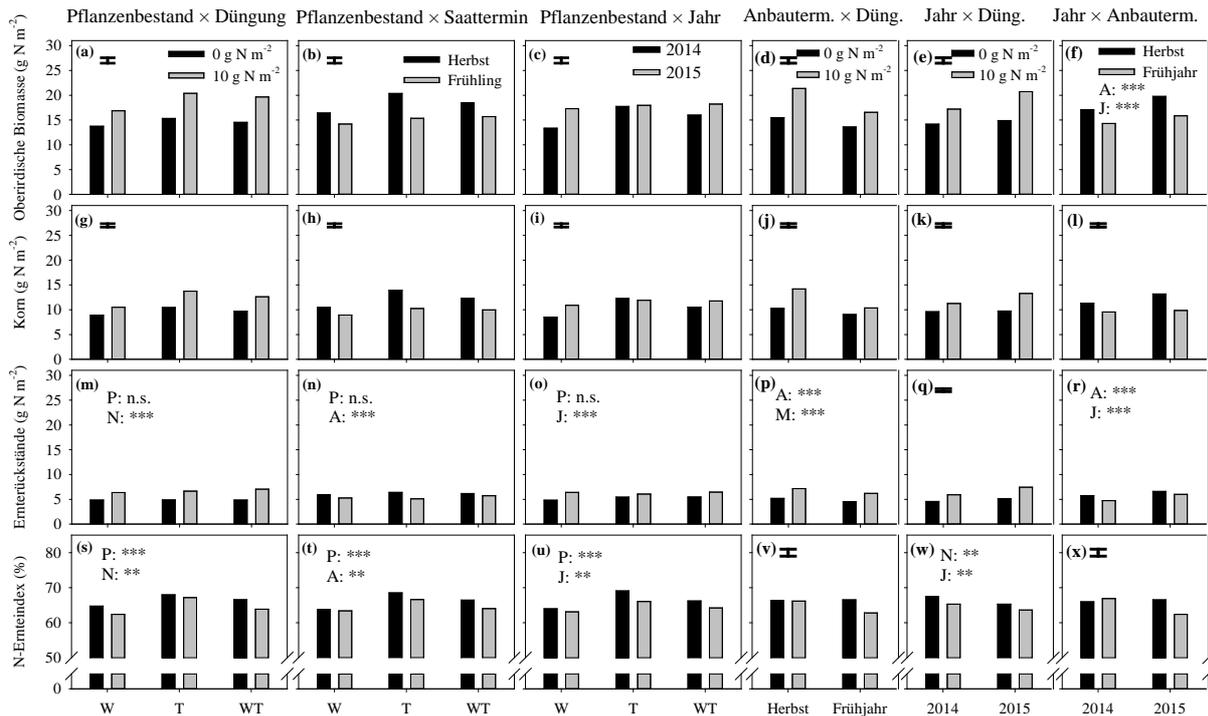


Abbildung 6: Stickstoff-Ertrag von Korn und Ernterückständen und N-Ernteindex auf Artenebene der Reinsaaten von Weizen (W) und dem Weizen/Triticale-Gemenge (WT) in Abhängigkeit Pflanzenbestand × Saattermin, Pflanzenbestand × Jahr und Jahr × Anbauetermin. Die Balken zeigen die Grenzdifferenz ($p < 0,05$). Signifikante Unterschiede: $p < 0,01$ (**) und $p < 0,001$ (***)

3.8 Flächenäquivalenz der N-Erträge (N-LER)

Auf die N-Flächenäquivalenzen (N-LER) (OBM, Korn sowie Ernterückstände) der Gemenge hatten Düngung, Anbauetermin und Jahr keinen Einfluss. Beim Kornertrag kam es beim Frühjahrsanbau zu einem tendenziell höheren N-LER als beim Herbstanbau (nicht signifikant). Generell lag die N-LER – mit Ausnahme von OBM und Korn beim Herbstanbau – über 1. Die Düngung hatte keinen Einfluss auf die partiellen N-LER von Weizen und Triticale (OBM, Korn und Ernterückständen). Die N-LER von Weizen waren beim Herbstanbau niedriger als beim Frühjahrsanbau, während es keine Unterschiede zwischen den Anbaueterminen bei der Triticale gab. Die N-LER von Weizen waren 2014 niedriger als 2015, bei Triticale war es umgekehrt der Fall. Die N-LER von Weizen war im Frühjahrsanbau $> 0,5$ und jene von Triticale beim Herbstanbau $> 0,5$ (Tabelle 7).

Tabelle 7: Flächenäquivalenz der Stickstofferträge (N-LER) von Weizen Triticale-Gemenge in Abhängigkeit N-Düngung, Anbauermin und Jahr

	Weizen+Triticale – N-Ertrag			Partial LER - Weizen			Partial LER - Triticale		
	OBM	Korn	Ernterückstände	OBM	Korn	Ernterückstände	OBM	Korn	Ernterückstände
N (g m⁻²)									
0	1,024 ^a	1,029 ^a	1,021 ^a	0,517 ^a	0,515 ^a	0,500 ^a	0,507 ^a	0,501 ^a	0,521 ^a
10	1,061 ^a	1,038 ^a	1,112 ^a	0,530 ^a	0,514 ^a	0,553 ^a	0,531 ^a	0,518 ^a	0,559 ^a
Anbauermin									
Herbst	0,999 ^a	0,994 ^a	1,017 ^a	0,414 ^b	0,398 ^b	0,413 ^b	0,585 ^a	0,579 ^a	0,604 ^a
Frühjahr	1,086 ^a	1,072 ^a	1,116 ^a	0,633 ^a	0,631 ^a	0,640 ^a	0,453 ^b	0,440 ^b	0,476 ^b
Jahr									
2014	1,039 ^a	1,026 ^a	1,073 ^a	0,567 ^a	0,543 ^a	0,589 ^a	0,472 ^b	0,469 ^b	0,485 ^b
2015	1,046 ^a	1,040 ^a	1,059 ^a	0,48 ^b	0,486 ^b	0,464 ^b	0,566 ^a	0,550 ^a	0,596 ^a
ANOVA									
Stickstoff (N)				***	***	***			
Anbauermin				**	*	**	***	***	**
Jahr							*	*	*
N × J					**				
A × J									*

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen statistisch signifikant unterschiedliche Mittelwerte. Signifikanzniveaus: $p < 0.05$ (*), $p < 0.01$ (**) und $p < 0.001$ (***). Bei den Wechselwirkungen $N \times A$ und $N \times A \times J$ traten keine signifikanten Unterschiede auf.

4 Diskussion

Der Bodendeckungsgrad war bei den Winterungen fast immer höher als bei den Sommerungen. Grund dafür ist, dass die Keimung und ein Teil der Blattentwicklung bereits vor dem Winter stattgefunden hatten. Die Winterungen konnten so den Vorsprung zu Vegetationsbeginn im Frühjahr ausnutzen, während die Sommerungen erst keimen mussten. Der Bodenbedeckungsgrad ist Bodenschutz (Reduktion der Erosion) wichtig (Klima et al., 2016).

Bei der Untersuchung der oberirdischen Biomasse wurde in der hier durchgeführten Untersuchung bei Triticale im Herbstanbau die höchste oberirdische Biomasse gemessen, wohingegen Weizen die geringste oberirdische Biomasse aufwies. Beim Frühjahrsanbau hingegen gab es zwischen Triticale und dem Gemenge keinen Unterschied. Weizen hatte auch im Frühjahrsanbau die geringste oberirdische Biomasse.

Die oberirdische Biomasse und die Kornerträge waren im trockeneren Jahr 2015 höher als im Jahr 2014, zudem war die Erträge vom Gemenge und Triticale im Jahr 2015 bei den gedüngten Varianten höher als bei den ungedüngten Varianten, während es 2014 keine Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten gab.

Der Kornertrag des Getreides lässt sich rechnerisch in einzelne Teile, die sogenannten Ertragskomponenten, zerlegen. Im Fall von Weizen und Triticale kann der Kornertrag als Produkt von Ährenzahl pro m² (Bestandesdichte), Kornzahl Ähre⁻¹ und Einzelkorngewicht (gemessen als Tausendkorngewicht) berechnet werden (Bundesamt für Ernährungssicherheit, 2016b). Der Kornertrag von Weizen unterschied sich 2014 nicht zwischen den Anbauterminen, während der Kornertrag im Jahr 2015 beim Herbstanbau höher war als beim Frühjahrsanbau. Höhere Kornerträge von Winterweizen gegenüber Sommerweizen wurden bereits von Ozturk et al. (2006) berichtet und sind auf einen höheren Blattflächenindex zurückzuführen, Ährendichte, und TKG mit hoher Ährendichte sind die wichtigsten Faktoren für steigende Erträge. Zudem wird hier gezeigt, dass der Saatzeitpunkt die Temperatur, den Niederschlag und die Photoperiode beeinflusst, der die Pflanzen ausgesetzt sind.

Der Herbstanbau brachte bei Weizen und Triticale eine höhere Ährenanzahl. Auch die Düngung hat die Ährenanzahl bei beiden Kulturen positiv beeinflusst. Wie bereits erwähnt, wird der Kornertrag von vielen Faktoren beeinflusst. In dem vorliegenden Versuch führt im Jahr die Düngung zu höheren Kornerträgen und in Summe mit den Ernterückständen zu einer höheren oberirdischen Biomasse. Garabet et al. (1998) beobachtete ebenfalls eine erhöhte

Trockenmasseanreicherung bei steigenden N-Gaben. Varga et al. (2005) berichtet ebenso von höheren Kornerträgen bei höheren N-Gaben.

Die Düngung reduzierte das TKG von Weizen und Triticale im Herbstanbau. Nur beim Frühjahrsanbau bei Triticale hatte die Düngung keinen positiven Einfluss auf die Ährenanzahl. Die N-Düngung erhöht die Ährendichte und geringfügig auch die Anzahl der Körner pro Ähre (nicht signifikant) und das führt zu einem geringeren TKG. Einige Studien berichten über ein niedrigeres TKG bei höheren N-Gaben (Batey und Reynish, 1976; Melaj et al., 2003). Bavec et al. (2002) berichteten, dass das TKG mit einer höheren Ährendichte und einer höheren Kornzahl Ähre^{-1} negativ korreliert. Diese beiden Ertragsstrukturkomponenten werden vor dem TKG angelegt und können beispielsweise durch Kulturführungsmaßnahmen gefördert werden, was sich wiederum negativ auf das TKG auswirkt. In unserem Versuch haben ebenfalls eine höhere Ährendichte und Kornzahl Ähre^{-1} zu einem geringen TKG geführt.

Das TKG von Weizen und Triticale ist beim Herbstanbau höher. Diese Ergebnisse bestätigen auch Hu und Wiatrak (2012), die gezeigt haben, dass Hitze und Trockenstress, zwei Faktoren die oft mit verspätetem Saatzeitpunkt verbunden sind, die Kornfüllungsphase verkürzen und aufgrund einer geringeren Photosyntheserate die Kornanzahl und die Korngröße verringern. Hohe Temperaturen und Wassermangel verringern das Pflanzenwachstum und dadurch die Kornanzahl (Guilioni et al., 2003).

Die Düngung hat den Herbstanbau stärker beeinflusst als den Frühjahrsanbau. Es zeigte sich, dass 2015 die N-Erträge in der oberirdischen Biomasse höher waren und auch der Unterschied zwischen gedüngten und nicht gedüngten Varianten deutlich höher war.

Beim N-Ertrag im Korn war es genau gegengleich. Es gab im feuchteren Anbaujahr 2014 höhere die N-Erträge im Korn. Vor allem bei Triticale wirkt sich die Düngung positiv auf den N-Ertrag im Korn aus. Die N-Erträge im Korn waren beim Herbstanbau bei den gedüngten Varianten deutlich höher, wohingegen beim Frühjahrsanbau nur geringe Vorteile beobachtet wurden. Die N-Erträge der Ernterückstände wurden durch die Düngung erhöht. Zudem wirkten sich der Herbstanbau und das Jahr 2015 positiv auf die N-Erträge der Ernterückstände aus. Der N-Ernteindex war bei allen Pflanzenbeständen auf den gedüngten Flächen geringer. Wie erwartet, führten steigende N-Gaben zu höheren N-Konzentrationen und N-Erträgen, sowohl im Korn als auch in den Ernterückständen. Charles et al. (2012) beobachteten bei Wintergerste ebenfalls steigende N-Gehalte im Korn und im Stroh mit steigenden N-Gaben.

Der Herbstanbau brachte bei allen Pflanzenbeständen einen geringfügig höheren Ernteindex als der Frühjahrsanbau. Triticale wies in beiden Anbaujahren den höchsten Ernteindex. Zudem zeigte sich ein Unterschied zwischen den Jahren. Das Jahr 2014 war dem Jahr 2015 bei allen Pflanzenbeständen überlegen. Der Ernteindex war im Frühjahrsanbau bei Weizen und im Gemenge höher, wohingegen Triticale keinen Unterschied brachte. Generell war der Ernteindex im eher trockeneren Jahr 2015 höher, egal ob gedüngt oder nicht gedüngt. Die Ergebnisse stimmen mit Fulkai (1995) überein, der einen gesteigerten Ernteindex bei Wasserstress an zwei von drei Versuchsstandorten zeigte. Das Ziel einer Pflanze, einen hohen Ernteindex zu erhalten, ist wichtig für ihre Anpassung an halbtrockene Verhältnisse (Ludlow und Muchow, 1990).

Im Jahr 2014 war der N-Ernteindex beim Frühjahrsanbau geringfügig höherer als beim Herbstanbau, während es 2015 beim Herbstanbau einen deutlichen Vorsprung gegenüber dem Frühjahrsanbau gab. Der N-Ernteindex der Triticale wurde durch N-Gaben nicht beeinflusst. Während bei Weizen und dem Gemenge ein niedrigerer N-Ernteindex festgestellt wurde. Hingegen haben Maral et al. (2012) bei Hafer mit steigenden N-Gaben einen steigenden N-Ernteindex gemessen.

5 Zusammenfassung

Das Interesse am Gemengeanbau nimmt in nachhaltigen Ackerbausystemen der gemäßigten Regionen zu. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein zweijähriger Feldversuch im Osten Österreichs mit Weizen und Triticale durchgeführt, um den Einfluss von Saattermin (Herbst- versus Frühjahrsanbau) und Stickstoffdüngung (0 versus 10 g N m⁻²) auf Ertrag, Ertragsstruktur und Stickstofferträge von Gemengen aus Weizen und Triticale zu untersuchen. Die Gemenge wurden in einem substitutiven Gemenge gesät, wobei die Saatstärke jede Kulturpflanze 50 % von deren Reinsaatstärke betrug. Die Winterungen hatten durch die frühere Saat einen Entwicklungsvorsprung im Vergleich zu den Sommerungen, den sie für höhere Biomasse-, Korn-, und N-Erträge im Korn sowie bessere Ernteindices und ein höheres Tausendkorngewicht (TKG) nutzen konnten. Der Gemengeanbau von Weizen und Triticale führte beim Frühjahrsanbau zu höheren Kornerträgen als bei den Reinsaaten, während beim Herbstanbau keine Ertragsvorteile zu beobachten waren. In den Gemengen hatte beim Herbstanbau die Triticale einen höheren Anteil am Kornertrag als Weizen, beim Frühjahrsanbau hatte der Weizen einen höheren Anteil. Die Ertragsstrukturkomponenten (Ährendichte, Kornzahl pro Ähre und TKG) von Weizen und Triticale unterschieden sich zum Teil zwischen den Reinsaaten und dem Gemengeanbau. Die Gemenge hatten im Korn beim Frühjahrsanbau und im Stroh bei beiden Anbauterminen höhere N-Erträge als die Reinsaaten der beiden Kulturpflanzen.

6 Abstract

Intercropping is of increasing interest in sustainable arable farming systems of temperate regions. A two-year field study was carried out in eastern Austria with wheat and triticale to assess the influence of sowing date (autumn versus spring) and nitrogen fertilization (0 versus 10 g N m⁻²) on yield, yield components and N yields of intercrops of wheat and triticale. The intercrops were sown in substitutive mixtures in which each crop had a share of 50% of its pure sowing. The autumn-sown crop stands had a developmental edge due to the earlier sowing compared to the spring-sown crop stands which they could use for higher biomass yields, grain yields, grain N yields, better harvest indices and a higher thousand grain weight (TKW). Intercropping of wheat and triticale resulted with spring-sowing in higher grain yields compared to the pure stands whereas with autumn-sowing no yield advantages were observed. Triticale had in the autumn-sown intercrops a higher share on the grain yield whereas wheat had a higher share in the spring-grown intercrops. The yield components (ear density, grains per ear, TKW) of wheat and triticale differed partly between the pure crop stands and the intercrops. The intercrops had a higher grain N yield with spring-sowing and a higher grain N and residue N yield with both sowing dates compared to the pure stands of both crops.

7 Literaturverzeichnis

Anil, L., Park, J., Phipps, R.H., Miller, F.A. (1998): Temperate intercropping of cereals for forage: A review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass Forage Science* 53, 301–317.

Aufhammer, W., Kübler, E., Piepho, H.-P. (2004): Getreidearten und Körnerleguminosen als Komponenten von Mischbeständen – 1. Mitteilung: Mischungseffekte auf die Kornerträge. *Pflanzenbauwissenschaften* 8, 56–63.

Batey, T., Reynish, D.J. (1976): The influence of nitrogen fertiliser on grain quality in winter wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 27, 983–990.

Baumann, D.T., Bastiaans, L., Kropff, M.J. (2001): Competition and crop performance in a leek–celery intercropping system. *Crop Science* 41(3), 764–774.

Bavec, M., Bavec, F., Varga, B., Kovacevic, V. (2002): Relationships among yield, its quality and yield components, in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars affected by seeding rates. *Bodenkultur* 53, 143–151.

Biabani, A. (2009): Agronomic performance of intercropped wheat cultivars. *Asian Journal of Plant Sciences* 8(1), 78.

Bundesamt für Ernährungssicherheit (2016b): Ertragsstruktur und Bestandesaufbau bei Getreide. http://www.baes.gv.at/fileadmin/migrated/content/uploads/17_Ertragsstruktur_Getreide_01.pdf (Abgerufen am 07.03.2018).

Charles, R., Collaud, J.F., Häner L.L., Sinaj, S. (2012): Sorten, Saatchichte und Stickstoffdüngung bei Wintergerste. *Agrarforschung Schweiz* 3, 88–95.

Diepenbrock, W., Fischbeck, G., Heyland, K.U., Knauer, N. (1999): *Spezieller Pflanzenbau*. 3. Auflage, Stuttgart: Ulmer.

Diepenbrock, W., Ellmer, F., Leon, J. (2009): *Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – Grundwissen Bachelor*, 2. Aufl., Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Fulkai, T.S. (1995): Growth and yield response of barley and chickpea to water stress under three environments in southeast Queensland. I. Light interception, crop growth and grain yield. *Australian Journal of Agricultural Research* 46, 17–33.

Garabet, S., Wood, M., Ryan, J. (1998): Nitrogen and water effects on wheat yield in a Mediterranean-type climate I. Growth, water-use and nitrogen accumulation. *Field Crops Research* 57, 309–318.

Hu, M., Wiatrak, P. (2012): Effect of planting date on soybean growth, yield, and grain quality: review. *Agronomy Journal* 104, 785–790.

Hunt, R. (1982): *Plant Growth Curves. Functional Approach to Plant Growth Analyses*. London: Edward Arnold.

Klima, K., Wiśniowska-Kielian, B., Lepiarczyk, A. (2016): The interdependence between the leaf area index value and soil-protecting effectiveness of selected plants. *Plant, Soil and Environment* 62, 151–156.

Kübler, E., Aufhammer, W., Piepho, H.-P. (2008): Mixing effects in cereal-grain legume stands on the composition of the above ground dry matter yield and the grain yield in dependence of the mixing ratio. *Die Bodenkultur* 59, 85–94.

Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordas, C.A., Damalas, C.A. (2011): Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy* 34, 287–294.

Ludlow, M.M., Muchow, R.C. (1990): A critical evaluation of the traits for improving crop yields in water limited environments. *Advances of Agronomy* 43, 107–153.

Mead, R., Wiley, W.R. (1980): The concept of land equivalent ratio and advantages in yields from intercropping. *Experimental Agriculture* 16, 217–228.

Melaj, M.A., Echeverría, H.E., López, S.C., Studdert, G., Andrade, F., Bárbaro, N.O. (2003): Timing of nitrogen fertilization in wheat under conventional and no-tillage system. *Agronomy Journal* 95, 1525–1531.

Neuschwandtner, R.W., Böhm, K., Hall, R., Kaul, H.-P. (2014): Development, growth and nitrogen use of autumn and spring sown facultative wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* 65, 6–13.

Neuschwandtner, R.W., Wagentristsl, H., Kaul, H.-P. (2015): Nitrogen yield and nitrogen use of chickpea compared to pea, barley and oat in Central Europe. *International Journal of Plant Production* 9(2), 291–304.

Ozturk, A., Caglar, O., Bulut, S. (2006): Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. *Journal of Agronomy and Crop Science* 192, 10–16.

ProbstdorferSaatzucht(s.a.): Wechseltriticale.
<http://www.probstdorfer.at/index.php?url=fruehjahrensbau/wechseltriticale.htm>. (Abgerufen am 22. August 2017).

Richardson, M.D., Karcher, D.E., Purcell, L.C. (2001): Quantifying turfgrass cover using digital image analysis. *Crop Science* 41, 1884–1888.

Varga, B., Svecnjak, Z., Macesic, D., Uher, D. (2005): Winter wheat cultivar responses to fungicide application are affected by nitrogen fertilization rate. *Journal of Agronomy & Crop Science* 191, 130–137.

Winkler, R., Botterbrodt, S., Rabe, E., Lindhauer, M.G. (2000): Stickstoff/Proteinbestimmung mit der Dumas-Methode in Getreide und Getreideprodukten. *Getreide, Mehl und Brot* 54, 86–91.

Witzenberger, A., Hack, H., Van den Boom, T. (1989): Erläuterungen zum BBCH-Dezimal Code für die Entwicklungsstadien des Getreides - mit Abbildungen. *Gesunde Pflanzen* 41, 384–388.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: BBCH-Entwicklung von Weizen und Triticale in Abhängigkeit der Anbauermine in den Jahren (a) 2014 und (b) 2015.	9
Abbildung 2: Oberirdische Biomasse, Ertrag von Korn und Ernterückständen sowie Ernteindex auf Bestandsebene der Reinsaaten von Weizen (W) und Triticale (T) sowie dem Weizen/Triticale-Gemenge (WT) in Abhängigkeit von Pflanzenbestand × Saattermin, Pflanzenbestand × Jahr und Jahr × Anbauermin. Balken zeigen die Grenzdifferenz ($p < 0,05$). Signifikante Unterschiede: $p < 0,001$ (***).....	14
Abbildung 3: Ertrag von Korn und Ernterückständen sowie Ernteindex auf Artenebene der Reinsaaten von Weizen (W) und Triticale (T) sowie den Weizen/Triticale-Gemenge (WT) in Abhängigkeit von Pflanzenbestand × Saattermin, Pflanzenbestand × Jahr und Jahr × Anbauermin. Die Balken zeigen die Grenzdifferenz ($p < 0,05$). Signifikante Unterschiede: $p < 0,05$ (*), $p < 0,01$ (**) und $p < 0,001$ (***).....	17
Abbildung 4: Ertragsstrukturkomponenten der Reinsaaten von Weizen (W) und Triticale (T) sowie dem Weizen/Triticale-Gemenge (WT) in Abhängigkeit Pflanzenbestand × Anbauermin, Anbauermin × N-Düngung und Jahr × Anbauermin. Die Balken zeigen die Grenzdifferenz ($p < 0,05$). Signifikante Unterschiede: $p < 0,05$ (*) und $p < 0,001$ (***).....	20
Abbildung 5: Stickstoffgehalte von Korn und Ernterückständen der Reinsaaten von Weizen (W) und Triticale (T) sowie dem Weizen/Triticale-Gemenge (WT) in Abhängigkeit Pflanzenbestand × Düngung, Anbauermin × Düngung und Jahr × Anbauermin. Die Balken zeigen die Grenzdifferenz ($p < 0,05$). Signifikante Unterschiede: $p < 0,001$ (***).....	21
Abbildung 6: Stickstoff-Ertrag von Korn und Ernterückständen und N-Ernteindex auf Artenebene der Reinsaaten von Weizen (W) und dem Weizen/Triticale-Gemenge (WT) in Abhängigkeit Pflanzenbestand × Saattermin, Pflanzenbestand × Jahr und Jahr × Anbauermin. Die Balken zeigen die Grenzdifferenz ($p < 0,05$). Signifikante Unterschiede: $p < 0,01$ (**) und $p < 0,001$ (***).....	24

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bodenbedeckung von Weizen und Triticale in Abhängigkeit von Pflanzenbestand, N-Düngung, Anbauzeitpunkt und Jahr	11
Tabelle 2: Erträge von Weizen und Triticale in Abhängigkeit von Pflanzenbestand, N-Düngung, Anbauzeitpunkt und Jahr	13
Tabelle 3: Flächenäquivalenz (LER) für die Biomasserträge von Weizen/Triticale-Gemenge sowie die partiellen LER von Weizen und Triticale in Abhängigkeit N-Düngung, Anbauzeitpunkt und Jahr.....	15
Tabelle 4: Ertragsstrukturkomponenten von Weizen und Triticale in Abhängigkeit von Pflanzenbestand, N-Düngung, Anbauzeitpunkt und Jahr.....	19
Tabelle 5: Stickstoff (N)- und Kohlenstoffgehalte (C) sowie C:N-Verhältnisse von Weizen und Triticale in Abhängigkeit von Pflanzenbestand, N-Düngung, Anbauzeitpunkt und Jahr	21
Tabelle 6: Stickstoff (N)-Erträge von Weizen und Triticale in Abhängigkeit Pflanzenbestand, N-Düngung, Anbauzeitpunkt und Jahr	23
Tabelle 7: Flächenäquivalenz der Stickstoffträge (N-LER) von Weizen Triticale-Gemenge in Abhängigkeit N-Düngung, Anbauzeitpunkt und Jahr.....	25