

Bericht zur Erarbeitung des Zuchtziels Mischfruchteignung von Wintertriticale für Wintererbsen



Abbildung 1 Die Mischfruchtertragsprüfung am Standort Köhlingen Anbau 2020/21 mit Triticale in Kolinda (linke Hälfte) und Triticale in Nischkes (rechte Hälfte) am 9.Juni 2021.

Von

Dr. Karl-Josef Müller

Cultivari Getreidezüchtungsforschung Darzau gGmbH

Anschrift

Hof Darzau I

29490 Neu Darchau

Berichtszeitraum

01.09.2019 – 30.11.2022

vorgelegt im Dezember 2022

gefördert vom Saatgutfonds der Zukunftsstiftung Landwirtschaft

AUSGANGSSITUATION

Sofern Kahlfröste ausbleiben, die selbst Wintertriticale in Mitleidenschaft ziehen, reduziert der Mischfruchtanbau von Wintererbsen mit Triticale das Risiko höherer Ertragsausfälle in Folge einer Schwächung der Erbsen insbesondere über die Winterzeit, weil sich Triticale umso besser entwickelt, je mehr die Erbsen zurückbleiben. Auch die Konkurrenz der Ackerwildkräuter wird durch den Getreidepartner abgeschwächt. Das Sortenspektrum in beiden Kulturen weist aber eine beachtliche Diversität auf, so dass sich die Frage stellte, mit welchem morphologischen Typ von Triticale und auch von Erbse ein möglichst hoher Gesamtertrag bei zugleich möglichst hohem Erbsenanteil unter ökologischen Anbaubedingungen erzielt werden kann. Erste Versuche im EU-Projekt LIVESEED mit drei verschiedenen Wintertriticale in Kombination mit 12 verschiedenen Wintererbsen konnten die Bedeutung des Triticaleertrages für den Gesamtertrag aufzeigen, jedoch war die Anzahl zu gering, um daraus Prinzipielles für die Beurteilung der Mischfruchteignung von Triticale ableiten zu können. Vom Land Niedersachsen geförderte Versuche mit verschiedenen Wintererbsen konnten zeigen, dass kurze Wintererbsen von Triticale zu sehr unterdrückt wurden und sehr lange Wintererbsen immer zu ausgeprägter Lagerneigung führten. Zur Untersuchung der Eignung von Triticalesorten wurden kurze Erbsen ausgeschlossen und mit der mittellangen rankenden Wintererbse Kolinda begonnen.

ERFOLGSKRITERIEN

Um den ökologischen Mischfruchtanbau zu verbessern, sollte herausgearbeitet werden, welcher Wuchstyp von Wintertriticale für die Kombination mit Wintererbsen züchterisch anzustreben ist und ob im Triticale-Zuchtprozess auf den Mischanbau selbst verzichtet werden kann. Erst die Bewusstwerdung der erforderlichen Parameter ermöglicht eine sinnvolle Integration des Merkmals Mischfruchteignung in eine Öko-Triticale-Züchtung. Mit dem Ergebnis kann dann im Anschluss das Zuchtziel Mischfruchteignung für Wintertriticale züchterisch weiterverfolgt werden.

VORGEHENSWEISE (MATERIAL UND METHODEN)

In der Vegetation 2019/20 wurden zunächst über hundert verschiedene Wintertriticale mit der weißblütigen, rankenden, mittellangen Wintererbsensorte Kolinda in zwei Wiederholungen angebaut. Für Pilzkrankheiten wie Mehltau, Blattflecken, Gelbrost oder Braunrost besonders Anfällige wurden danach ausgeschieden und Gruppen morphologisch ähnlicher Typen auf einen oder wenige Vertreter reduziert. In der Vegetation 2020/21 kamen dann noch 35 Wintertriticale zum Anbau, die in je zwei Wiederholungen mit der Wintererbse Kolinda, mit der buntblühenden, vollblättrigen, langen Wintererbse Nischkes und ohne Wintererbse, aber in der gleichen Saatstärke wie mit den Erbsen angebaut wurden. Besonders extreme Typen, ertraglich schwache und sehr ähnliche wurden nicht weiterverfolgt, so dass in der Vegetation 2021/22 noch 20 Wintertriticale in je zwei Wiederholungen einmal mit Kolinda, einmal mit der langen, weißblühenden, vollblättrigen Jorinde und einmal mit der zu Jorinde isogenen, aber rankenden Joringel an drei Standorten angebaut wurden. Am Standort Köhlingen wurden die Triticale auch in normaler Saatstärke ohne Erbsen mit zwei Wiederholungen parallel geprüft.

Hinsichtlich der Saatstärken wurde Triticale im ersten Versuchsjahr mit 120 keimfähigen Körnern pro m² eingewogen, im zweiten und dritten Versuchsjahr mit 150 K/m² und die Wintererbsen in den beiden ersten Versuchsjahren mit 70 K/m² und im dritten mit 60 K/m².

Nur die Variante Reinanbau von Triticale im Versuchsjahr 2021/22 wurde für bessere Vergleiche mit der Eigenleistung in Sortenversuchen mit 300 K/m² eingewogen. Die Bodenart der Versuchsflächen um die Ortschaft Köhlingen bei 21371 Tosterglope in Nordostniedersachsen war in allen drei Jahren sandiger Lehm. Die Parzellengrößen betragen hier 7,5m². In allen Versuchsjahren waren die Winter mild und bei Frost waren die Pflanzen von einer Schneedecke geschützt, so dass Frostschäden ausblieben. In der Vegetation 2020/21 war die Niederschlagsverteilung mehr oder weniger gleichmäßig, so dass kein sonst zu erwartender Trockenstress entstehen konnte. Die Vorfrucht an Standort Köhlingen war in allen drei Jahren Hafer, die Bodenbearbeitung Pflug mit Einsatz einer Kreiselegge vor der Saat. Die Saattermine waren 16.9.2019, 23.9.2020, 8.10.2021. Die Ernten erfolgten am 21.7.2020, 22.7.2021 und 19.7.2022. In der Vegetation 2021/22 erfolgte die Saat am Standort bei Rendsburg mit Bodenart sandiger Lehm nach Vorfrucht Sommerweizen am 26.9.2021 und die Ernte am 4.8.2022. Am Standort bei Crailsheim mit Bodenart toniger Lehm nach Vorfrucht Mais war die Saat am 12.11.2021 und die Ernte am 19.7.2022. An den externen Standorten betrug die Parzellengröße zur Saat 12m². Aufgrund der extremen Trockenheit am Standort Köhlingen in 2022 unterschieden sich die Bedingungen gegenüber 2021 erheblich.

Da für die Mischfruchternte die Drehzahl der Dreschtrommel und der Dreschkorbabstand mit Rücksicht auf die Schonung der Erbsen eingestellt wurde, erfolgte der Ausdrusch von Triticale im ersten Versuchsjahr nicht immer zufriedenstellend. So konnten Ährensteile mit Körnern auch im Stroh landen und auch nicht ausgedroschene Ährenstückchen im Erntegut. Im zweiten Versuchsjahr wurden Dreschkorbabstand und Drehzahl schärfer eingestellt, was aber zu mehr Erbsenbruch führte, der sich aus dem Triticaleanteil nicht vollständig herausreinigen ließ. Im dritten Jahr wurde am Standort Köhlingen wieder etwas milder gedroschen. Für die Saatgutgewinnung von Erbsen muss schonend gearbeitet werden, so dass ein Merkmal „Freidrusch“ für Triticale zum Mischfruchtanbau gesondert zu berücksichtigen wäre. Ungenügender Triticale-Freidrusch oder aber Erbsenbruch beeinträchtigten die Genauigkeit aller Werte und Berechnungen.

Die Auswertung der Ertragsdaten der jeweiligen Blöcke erfolgte über ein geostatistisches Verfahren nach Schwarzbach (1984), mit dem sich Positionseffekte weitestgehend eliminieren lassen. Zusätzlich wurden über Blöcke und Jahre faktorielle Varianzanalysen vorgenommen. Bei den Angaben zu den Korrelationen wurden die Irrtumswahrscheinlichkeiten wie folgt gekennzeichnet: * < 5%, ** < 1%, *** < 0,1%.

Als Merkmale erfasst wurden die Blattbreiten und Wuchshöhen in der letzten Märzdekade noch vor Schoßbeginn, dann das Ährenschieben, die Pflanzenlänge und der Gesamtertrag, sowie der Erbsenanteil nach Separierung, woraus der Triticaleanteil berechnet wurde. Daneben wurden Blattkrankheiten erfasst, die für die Auswertung letztendlich vernachlässigt werden konnten, und es wurden auch Fahnenblattbreiten bestimmt, Bedeckungsschätzungen vorgenommen und die Wuchshöhen auch einmal zusätzlich früher und einmal später erfasst, was aber zu keinen verbesserten Aussagen beitragen konnte. Beispielsweise waren die Wuchshöhen im Februar hochgradig korreliert zu Messungen Ende März, aber weniger gut differenziert, und die Wuchshöhen im April nach Schoßbeginn zeigten schon die Tendenz zu den späteren Pflanzenlängen. Zur Beurteilung kämen die Wuchshöhen Ende März in Frage.

Tabelle 1 Verwendete Triticale-Akzessionen.

Die Sorte RAMDAM konnte im ersten Jahr noch nicht mitgeprüft werden.

Bezeichnungen	Kategorie	Bezeichnungen	Kategorie	Bezeichnungen	Kategorie
Agostino	Handelssorte	DZT1408b	Cultivari-Stamm	06TC107.44z	GZPK-Stamm
Belcanto	Handelssorte	DZT1408c	Cultivari-Stamm	06TC127.07	GZPK-Stamm
Benetto	Handelssorte	DZT1411b	Cultivari-Stamm	08TC016.69b	GZPK-Stamm
Cedrico	Handelssorte	DZT1411e	Cultivari-Stamm	08TC016.69W	GZPK-Stamm
Cosinus	Handelssorte	DZT1411f	Cultivari-Stamm	08TC035.02	GZPK-Stamm
Exagon	Handelssorte	DZT1411g	Cultivari-Stamm	08TC035.19	GZPK-Stamm
Fredro	Handelssorte	DZT1432a	Cultivari-Stamm	08TC045.49	GZPK-Stamm
Jokari	Handelssorte	DZT1432b	Cultivari-Stamm	08TC066.01	GZPK-Stamm
Kalyptus	Handelssorte	DZT1432f	Cultivari-Stamm	08TC066.01	GZPK-Stamm
Kasyno	Handelssorte	DZT1432g	Cultivari-Stamm	08TC087.04	GZPK-Stamm
Lanetto	Handelssorte	DZT1432h	Cultivari-Stamm	08TC094.11aB	GZPK-Stamm
Lombardo	Handelssorte	DZT1432i	Cultivari-Stamm	08TC094.11aW	GZPK-Stamm
Mamut	Handelssorte	DZT1432m	Cultivari-Stamm	08TC105.01	GZPK-Stamm
Porto	Handelssorte	DZT1432q	Cultivari-Stamm	08TC149.21	GZPK-Stamm
Pudik	Handelssorte	DZT1432r	Cultivari-Stamm	A1AM-Bulk	GZPK-Stamm
RAMDAM	Handelssorte	HOH07043	Genetische Ressource	A1DI12509.10	GZPK-Stamm
Raritet	Handelssorte	HOH090	Genetische Ressource	A30A31509.23	GZPK-Stamm
Rescue	Handelssorte	Hoh6	Genetische Ressource	A34DU509.03d	GZPK-Stamm
Riparo	Handelssorte	Hoh7	Genetische Ressource	COA26510.17	GZPK-Stamm
Robinson	Handelssorte	Hoh8	Genetische Ressource	GMVIC.16	GZPK-Stamm
Salto	Handelssorte	06TC004.59	GZPK-Stamm	GOA38509.26	GZPK-Stamm
Securo	Handelssorte	06TC007.32	GZPK-Stamm	LAVA509.13x	GZPK-Stamm
Sequenz	Handelssorte	06TC007.39	GZPK-Stamm	LAVA509.13z	GZPK-Stamm
Temuco	Handelssorte	06TC007.47	GZPK-Stamm	MALA.213	GZPK-Stamm
Tender	Handelssorte	06TC008.79	GZPK-Stamm	MP2.53B	GZPK-Stamm
Timofey	Handelssorte	06TC009.77	GZPK-Stamm	MP2.53W	GZPK-Stamm
Toledo	Handelssorte	06TC012.84	GZPK-Stamm	MPAG.22	GZPK-Stamm
Trefl	Handelssorte	06TC013.74	GZPK-Stamm	PLBL08.3x	GZPK-Stamm
Tricanto	Handelssorte	06TC022.14	GZPK-Stamm	PLBL08.3z	GZPK-Stamm
Trimasso	Handelssorte	06TC024.09	GZPK-Stamm	SWA34509.16x	GZPK-Stamm
Tripanem	Handelssorte	06TC048.24	GZPK-Stamm	SWA34509.16z	GZPK-Stamm
Trisem	Handelssorte	06TC067.24	GZPK-Stamm		
Tulus	Handelssorte	06TC091.09x	GZPK-Stamm	1. 2. und 3. Jahr	
Vuka	Handelssorte	06TC091.09z	GZPK-Stamm	1. und 2. Jahr	
Yaroslava	Handelssorte	06TC092.26	GZPK-Stamm	nur 1. Jahr	
Yelan	Handelssorte	06TC107.44x	GZPK-Stamm		

ERGEBNISSE

Nutzbarkeit der Ergebnisse aus dem Triticale-Reinbau

In der Vegetation 2020/21 konnte bezüglich des Triticale-Ertrages im Reinbau (Saatstärke 150 Korn/m²) eine Korrelation von $r=0,51^{**}$ zum Triticale-Ertrag und von $r=-0,42^*$ zum prozentualen Erbsenanteil nur für die Kolinda-Mischung gefunden werden, wobei dies tendenziell auf die Pflanzenlänge von Triticale zurückgeführt werden konnte. Bei 150 K/m² Saatstärke konnte vom Ertrag im Reinbau nicht zufriedenstellend auf den Triticaleertrag im Mischfruchtanbau geschlossen werden (Abbildung 2). Intendiert war hier aber auch die Frage, ob sich der Triticaleertrag bei Ausfall der Erbse kompensierend auswirken kann, was nur eingeschränkt erkennbar wurde. Denn eine erbsenunterdrückende Triticale wäre so wenig interessant wie eine im Mischfruchtanbau wie Reinbau ertragsschwach bleibende Sorte.

In der Vegetation 2021/22 konnte der Ertrag von Triticale im Reinanbau bei einer Saatstärke von 300 keimfähigen Körnern/m² mit dem Triticaleertragsanteil in der Mischung bei 150 K/m² verglichen werden, wobei sich eine Korrelation von $r=0,67^{**}$ zur Mischung mit Kolinda ergab (Abbildung 3 Vergleich der Triticaleerträge bei einer Saatstärke von 300 kf.Korn/m² im Reinanbau und 150 kf.Korn/m² im Anbau mit Wintererbse Kolinda als Partner im Anbau 2021/22 am Standort Tosterglope..). Zu den Mischungen mit Jorinde und Joringel mit $r=0,53^*$ war die Korrelation nicht besser und zum Mittel über alle Orte und alle Erbsen hinweg ergab sich $r=0,50^*$.

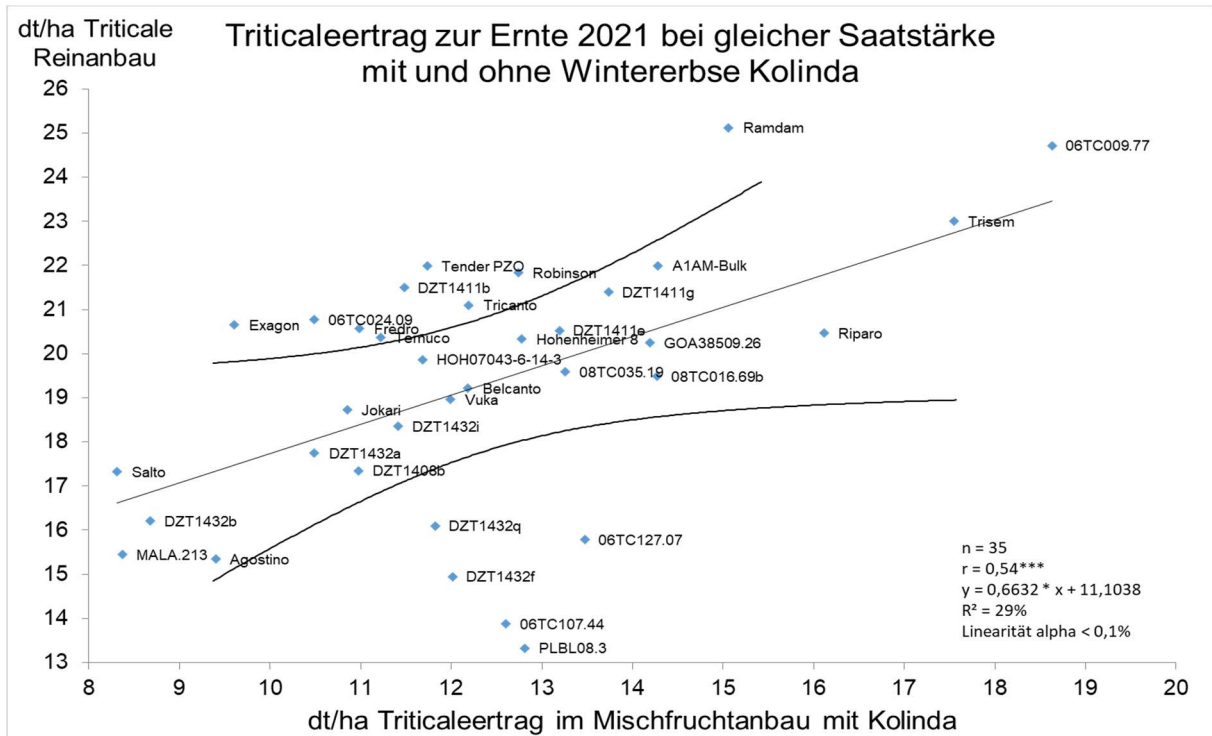


Abbildung 2 Vergleich der Triticaleerträge bei einer Saatstärke von 150 kf.Korn/m² im Reinanbau und im Anbau mit Wintererbse Kolinda als Partner im Anbau 2020/21.

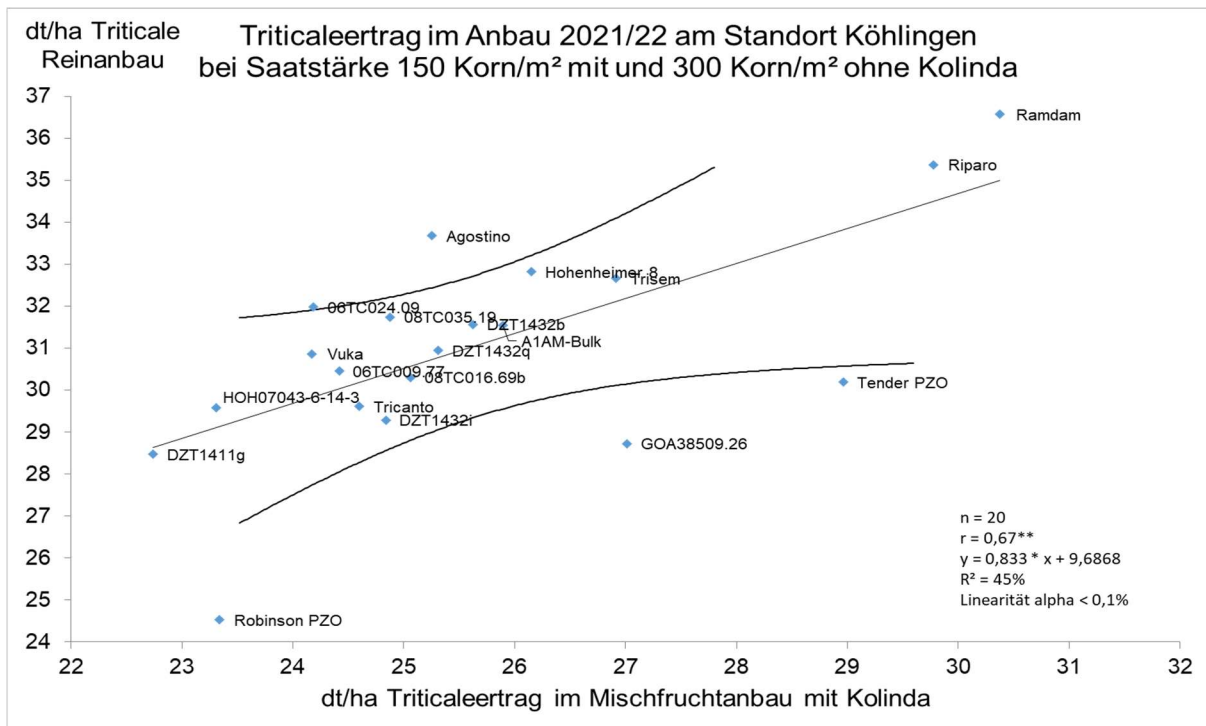


Abbildung 3 Vergleich der Triticaleerträge bei einer Saatstärke von 300 kf.Korn/m² im Reinanbau und 150 kf.Korn/m² im Anbau mit Wintererbse Kolinda als Partner im Anbau 2021/22 am Standort Tosterglope..

Weder von den üblichen Triticale-Ertragsprüfungsergebnissen noch von Ertragsprüfungen mit halbiertem Saatstärke kann zufriedenstellend auf den zu erwartenden Triticaleertrag in der Mischung mit Wintererbse geschlossen werden. Triticale mit unterdurchschnittlichem Ertrag im Reinanbau konnten allerdings auch keinen zufriedenstellenden Beitrag zum Gesamtertrag leisten. Für den ökologischen Reinanbau an sich wünschenswerte langwüchsige und ertragreiche Triticale wären keine geeigneten Partner für den Mischfruchtanbau mit der Wintererbse Kolinda. Im Hinblick auf einen daneben auch möglichst hohen Erbsenanteil sind weitere Parameter in den Blick zu nehmen.

Abhängigkeit der Erträge von Triticale und Erbsen allgemein

Die beiden in der Vegetation 2021/22 hinzu gekommenen externen Standorte zeigten auffällige Besonderheiten, denn am Standort bei Rendsburg, wo der Versuch im Juni noch sehr gut ausgesehen hatte, waren mehr oder weniger einheitliche Fraß-Schäden durch Rehwild der Grund für verhältnismäßig niedrige Erbsenerträge. Am Standort in Hohenlohe waren die Bestände sehr üppig und über alle Triticalesorten hinweg gab es einen massiven Mutterkornbefall, so dass bis auf die Erbsen alles in die Biogasanlage gehen musste. Dennoch blieben die Erbsen gegenüber Triticale insgesamt im Ertrag zurück, so dass der Eindruck entstand, die Anzahl Körner pro m² hätte für Triticale an diesem Standort noch deutlich niedriger angesetzt werden können. Auch der Ertrag der vollblättrigen Jorinde wies darauf hin, dass sich eine Erbse mit mehr Blattfläche in Hohenlohe doch noch etwas besser gegenüber Triticale behaupten konnte.

dt/ha Erbse	Kolinda	Jorinde	Joringel
Rendsburg	6,5	3,1	2,6
Köhlingen	16,1	12,1	8,1
Hohenlohe	6,5	6,2	4,5

Die Varianzanalysen für Erträge von Triticale und Erbsen über alle drei Standorte und mit allen drei Erbsensorten zeigte wieder einmal keinerlei Wechselwirkungen zwischen Triticale und

Erbsen, aber eine Abhängigkeit von Triticaleertrag UND Erbsenertrag von der Triticalesorte, aber auch der Erbsensorte. Auf den Gesamtertrag hatte die Erbsensorte keinen Effekt, was auf die Kompensationsfähigkeit von Triticale beim Zurückbleiben der Erbsen weist (Tabelle 2). Daneben führen die Standortunterschiede zu deutlichen Unterschieden zwischen Triticaleertrag, Erbsenertrag und Gesamtertrag.

Tabelle 2 Ergebnis der Varianzanalyse für 20 Triticale mit je 3 Erbsen in 2 Wiederholungen an drei Standorten im Anbau 2021/22

Kann die Nullhypothese (es besteht kein Unterschied) abgelehnt werden?

verrechnet mit dt/ha für das Merkmal:	Gesamtertrag	Triticaleertrag	Erbsenertrag
Unterschiede zwischen Triticalesorten	Ja ***	Ja ***	Ja ***
Unterschiede zwischen Erbsensorten	Nein	Ja ***	Ja ***
Unterschiede zwischen Orten	Ja ***	Ja ***	Ja ***
Wechselwirkung Triticale x Erbsen	Nein	Nein	Nein
Wechselwirkungen Triticale x Orte	Ja **	Ja **	Nein
Wechselwirkungen Erbsen x Orte	Ja ***	Ja **	Ja ***
Wechselw. Triticale x Erbsen x Orte	Nein	Nein	Nein

mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von: * =5%, ** =1%, *** =0,1%

Über alle Erbsensorten hinweg wurden aus der Ernte 2022 für jeden Standort die Erträge der Komponenten in Relation zum jeweiligen Durchschnitt für jede Erbsensorte getrennt berechnet und die Relativerträge über alle drei Standorte und alle drei Sorten hinweg gemittelt. Daraus ergab sich ein breites Spektrum von relativ 80 bis 120 für die Triticaleerträge und 75 bis 145 relativ für die Erbsenerträge, wobei sich die Triticalesorte Ramdam deutlich von allen anderen Triticale noch oben und Robinson nach unten absetzten (Abbildung 4).

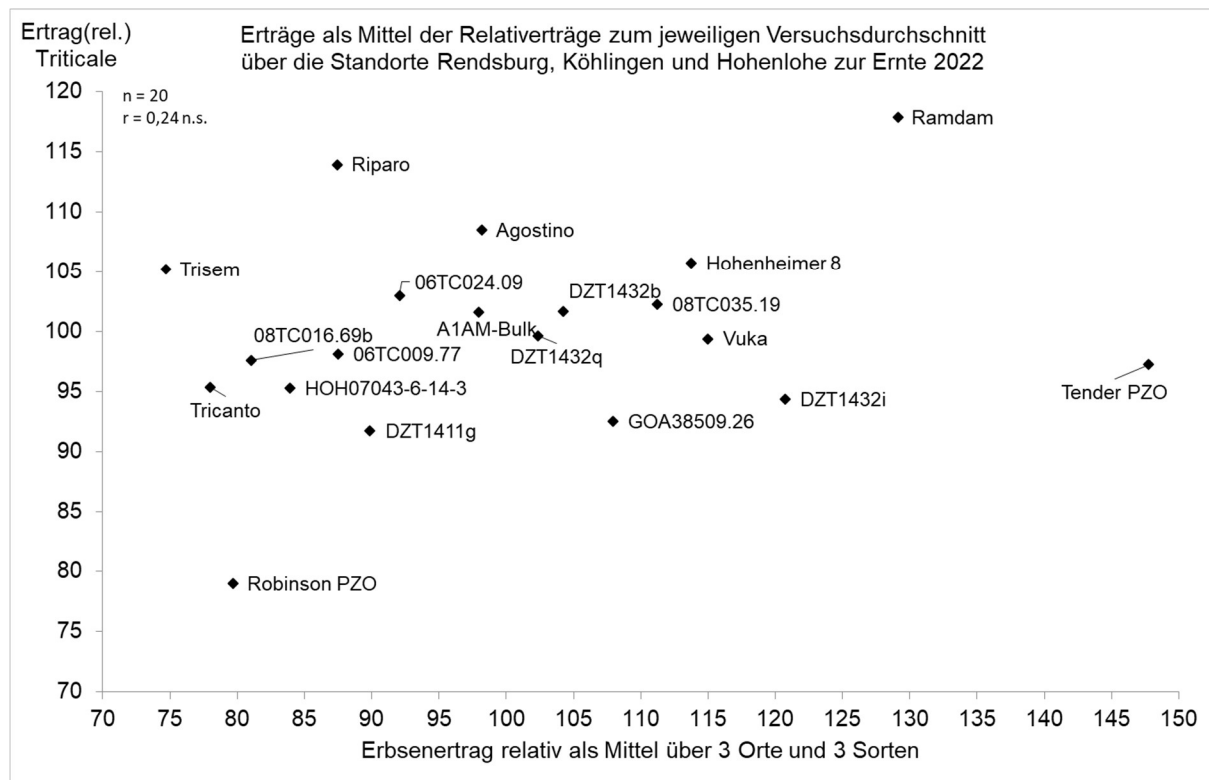


Abbildung 4 Relation der Erträge von Triticale und Erbsen für die verschiedenen Triticalesorten und -zuchtstämme. Über die drei Erbsensorten Kolinda, Jorinde und Joringel wurden Mittelwerte gebildet.

Für die bis zuletzt geprüften Triticale werden die Ertragsdaten hier im Weiteren nur für die Erbsensorte Kolinda zusammengefasst, da Nischkes als garantiert ins Lager gehende Erbsensorte nicht in Frage kommt, und das mehr oder weniger schwache Abschneiden von Jorinde und Joringel in 2021/22 keinen wesentlichen Einfluss mehr auf die Interpretation der Ergebnisse hatte.

Der Triticaleertrag in der Mischung war für den Gesamtertrag in jedem Falle relevant. Der Erbsenertrag unterlag demgegenüber deutlich größeren Schwankungen im Hinblick auf die Gesamtertragsbildung. Ein hoher Triticaleertrag muss nicht notwendigerweise zu schwächeren Erbsenerträgen führen, aber ein schwaches Erbsenwachstum führt zu einem Überwiegen des Triticaleertrages. Es stellt sich daher die Frage nach dem Einfluss bestimmter Eigenschaften von Triticalesorten auf die Ertragsbildung der Erbsen.

Bedeutung einzelner Parameter für die Ertragsbildung

Die bereits in den ersten beiden Versuchsjahren mit den sehr großen Triticalesortimenten sich abzeichnenden Einflüsse konnten auch in der Übersicht der bis zuletzt untersuchten Triticale wiedergefunden werden.

Tabelle 3 Sortenspezifische Werte der bis ins dritte Versuchsjahr geprüften Triticale

Bezeichnung der TRITICALE	TRITICALE										Wintererbse KOLINDA				
	3-Jahres-Mittel				dt/ha Triticaleertrag						dt/ha Erbsenertrag				
	Blattbreiten BBCH31 skaliert	cm Bestandeshöhe Ende März	Pflanzenlänge nach Blüte	Ährenschieben Tag im Juni	Köhligen 2019/20	Köhligen 2020/21	Köhligen 2021/22	Rendsburg 2021/22	Hohenlohe 2021/22	Köhligen 2021/22 Reinanbau	Köhligen 2019/20	Köhligen 2020/21	Köhligen 2021/22	Rendsburg 2021/22	Hohenlohe 2021/22
06TC009.77	6,3	19	98	14	14,6	18,6	24,4	49,2	46,4	30,5	9,3	18,6	18,6	7,5	6,9
06TC024.09	6,1	14	99	14	11,8	10,5	24,2	46,4	47,3	32,0	13,4	23,0	18,3	5,0	7,0
08TC016.69b	8,7	23	101	13	12,9	14,3	25,1	45,4	44,4	30,3	11,6	17,1	15,1	4,9	5,8
08TC035.19	7,5	17	98	16	9,5	13,3	24,9	42,9	44,1	31,7	15,9	21,7	15,8	10,5	6,3
A1AM-Bulk	8,0	21	107	13	12,6	14,3	25,9	42,2	48,7	31,5	7,3	16,6	14,7	9,1	5,1
Agostino	5,6	14	86	19	11,6	9,4	25,3	39,0	40,6	33,7	11,4	20,7	18,5	0,4	8,0
DZT1411b	5,7	14	101	14	12,4	11,5	22,7	38,6	46,0	28,5	13,4	18,8	15,2	6,6	5,9
DZT1432b	5,7	16	100	17	14,3	8,7	25,6	42,7	46,4	31,6	14,7	19,4	16,4	9,1	6,5
DZT1432i	6,2	15	104	19	12,8	11,4	24,8	47,2	48,7	29,3	11,6	22,1	14,6	7,3	7,3
DZT1432q	6,1	17	103	17	13,8	11,8	25,3	43,4	49,2	30,9	13,3	23,1	15,1	8,4	6,2
GOA38509.26	6,8	15	104	17	11,1	14,2	27,0	45,8	47,8	28,7	12,5	22,6	14,9	9,8	5,4
HOH07043-6-14-3	4,7	9	113	20	11,9	11,7	23,3	48,9	51,6	29,6	12,7	24,1	16,5	6,0	5,1
Hohenheimer 8	6,7	15	102	17	13,9	12,8	26,2	51,0	44,6	32,8	10,9	22,7	15,4	6,2	5,7
Ramdram	7,5	16	111	16		15,1	30,4	42,9	59,0	36,6		26,0	16,4	8,0	7,6
Riparo	8,1	18	96	15	14,2	16,1	29,8	48,6	44,6	35,4	9,8	18,3	14,3	3,0	5,1
Robinson PZO	6,4	16	98	17	9,9	12,7	23,3	41,2	47,5	24,5	14,3	23,2	16,4	4,8	7,1
Tender PZO	6,8	13	117	17	12,0	11,7	29,0	37,8	51,9	30,2	13,4	27,0	16,0	10,4	8,1
Tricanto	6,2	12	112	15	14,1	12,2	24,6	41,9	45,9	29,6	12,7	17,1	16,1	3,0	7,0
Trisem	8,4	25	115	14	15,0	17,5	26,9	42,3	50,4	32,7	9,2	17,8	15,3	2,6	7,4
Vuka	7,2	18	100	16	13,9	12,0	24,2	48,5	42,0	30,9	11,3	24,8	18,3	7,6	6,8
Durchschnittswerte	6,7	16	103	16	12,8	13,0	25,6	44,3	47,4	31,0	12,0	21,2	16,1	6,5	6,5

Eine Korrelation der Pflanzenlängen und des Datums des Ährenschiebens von Triticale konnte zuletzt über 5 Versuche hinweg weder zum Triticaleertrag, noch zum Erbsenertrag gefunden werden. Die Breite der Blätter und die Bestandeshöhen Ende März hatten zuletzt noch eine signifikant positive Korrelation zum Triticaleertrag ($r=0,50^*$ Blattbreite; $r=0,45^*$ Bestandeshöhe), jedoch keine Korrelation zum Erbsenertrag. Die Korrelation zwischen Bestandeshöhen und Blattbreiten waren über alle drei Jahre hinweg hoch signifikant positiv mit $r>0,8^{***}$. Die Pflanzenlänge der Triticale hatte nur am Standort Hohenlohe bei insgesamt sehr üppigem Wachstum von Triticale mit starker Unterdrückung der Erbsen eine hochsignifikante Korrelation zum Triticaleertrag.

Da im Hinblick auf einen hohen Erbsenertrag keine linearen Beziehungen der untersuchten Parameter gefunden werden konnten, war der Blick auf die Verteilung der Ertragshöhen in Abhängigkeit der einzelnen Parameter zu lenken. Dabei zeigte sich für das Merkmal Blattbreite, dass mit sehr schmalen und sehr breiten Blättern keine hohen Erbsenertragsanteile erzielt

werden konnten (Abbildung 5). Breite Blätter beschatten, schmale Blätter waren zumindest im ersten Versuchsjahr mit noch über 100 Prüfgliedern mit höherer Anzahl Triebe korreliert.

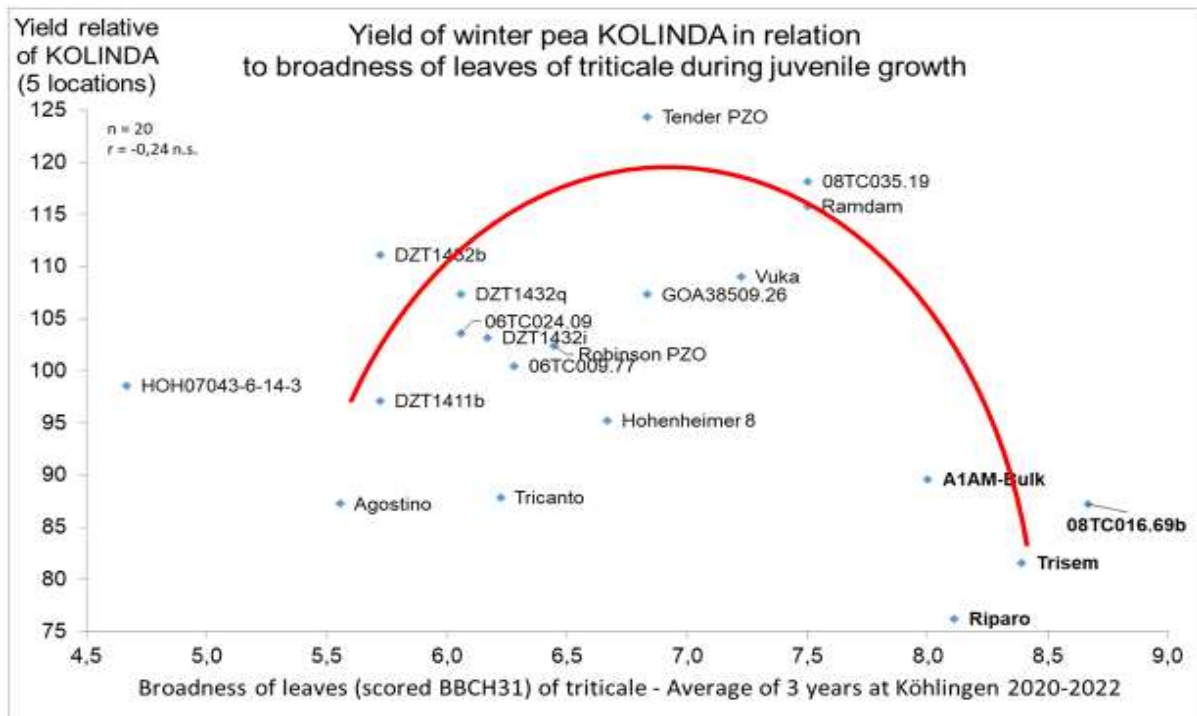


Abbildung 5 Die Blattbreiten von Triticale Ende März (Mittel über drei Jahre Köhlingen) in Beziehung zum Relativertrag der Wintererbse Kolinda über 5 Versuche

Wie die Blattbreiten, so zeigten auch die damit eng korrelierten Bestandeshöhen, dass mit sehr flachwüchsigen und insbesondere üppig hochwüchsigen Triticale keine hohen Erbsenerträge realisiert werden konnten (Abbildung 6).

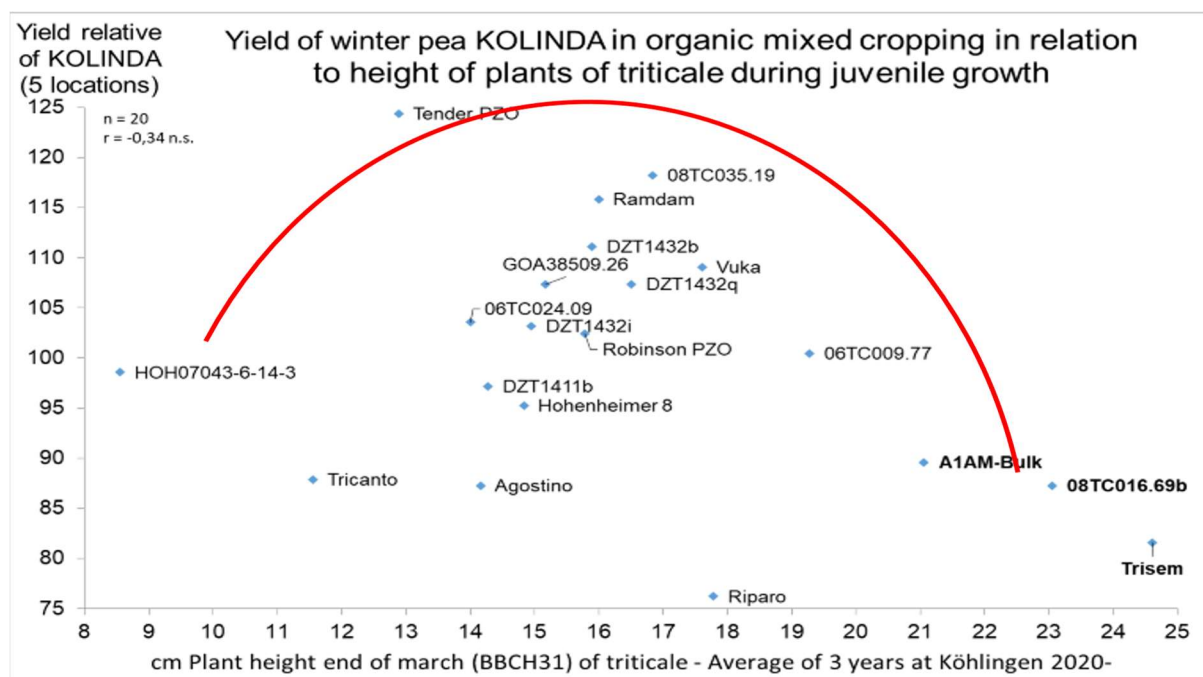


Abbildung 6 Wuchshöhen von Triticale Ende März (Mittel über drei Jahre Köhlingen) in Beziehung zum Relativertrag der Wintererbse Kolinda über 5 Versuche

Auch für das Datum des Ährenschiebens konnten die höchsten Erbsenerträge nicht mit den sehr frühen, aber auch nicht mit den sehr späten Triticalesorten erzielt werden (Abbildung 7).

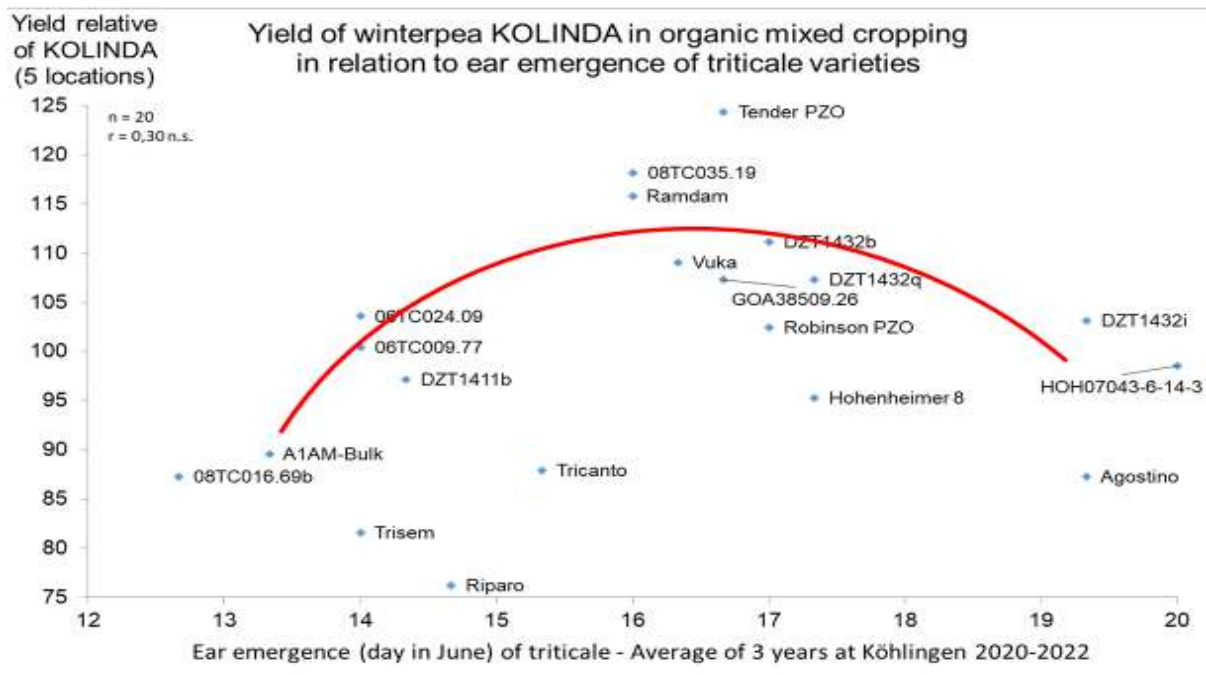


Abbildung 7 Datum des Ährenschiebens von Triticale (Mittel über drei Jahre Köhlingen) in Beziehung zum Relativertrag der Wintererbse Kolinda über 5 Versuche

Für die ersten beiden Versuchsjahre konnte eine ausgeprägt negative Korrelation von Bestandeshöhen Ende März zum Ährenschieben gefunden werden, und auch wenn das dritte Versuchsjahr in die Mittelwertbildung mit aufgenommen wurde, blieb die signifikant negative Beziehung bestehen. Es waren eben die in der Jugendentwicklung schon üppig aufrecht wachsenden Sorten, die dann auch bereits früh mit dem Ährenschieben begonnen haben.

Triticaleerträge und Erbsenerträge im Verhältnis zueinander

Von besonderem Interesse sind letztendlich diejenigen Triticalesorten, bei welchen der Triticaleertrag hoch war und zugleich auch ein hoher Erbsenertrag zugelassen wurde. Zur einfacheren Interpretation wurden in den nachfolgenden Grafiken von oben links nach unten rechts verlaufende Linien eingefügt. Für jeden Punkt auf der Linie ist der Gesamtertrag identisch, jedoch nach oben links ist der Triticaleanteil höher, nach unten rechts der Erbsenanteil. Ökonomisch betrachtet wiegt jedoch ein Anstieg des Erbsenanteils mehr als der gleiche Anstieg bei Triticale.

Im ersten Versuchsjahr schnitten die besonders spätreifen Sorten Pudik, Timofey, Yelan und Yaroslav aus der Ukraine mit ausgeprägter Winterhärte, wie auch die beiden backfähigeren Triticale Tripanem und MP2.53 ertraglich sehr schwach ab. Hervorzuheben waren demgegenüber hier Tricanto, Tender und Robinson, nicht zuletzt auch die beiden Zuchtstämme DZT1432b und DZT1432q, Mit den Triticale Trisem, Riparo und 06TC009.77 verschob sich das Verhältnis in der Erntemenge sehr ausgeprägt zu Triticale mit starker Unterdrückung der Erbse (Abbildung 8). Die Sorte Ramdam konnte im ersten Jahr noch nicht mitgeprüft werden.

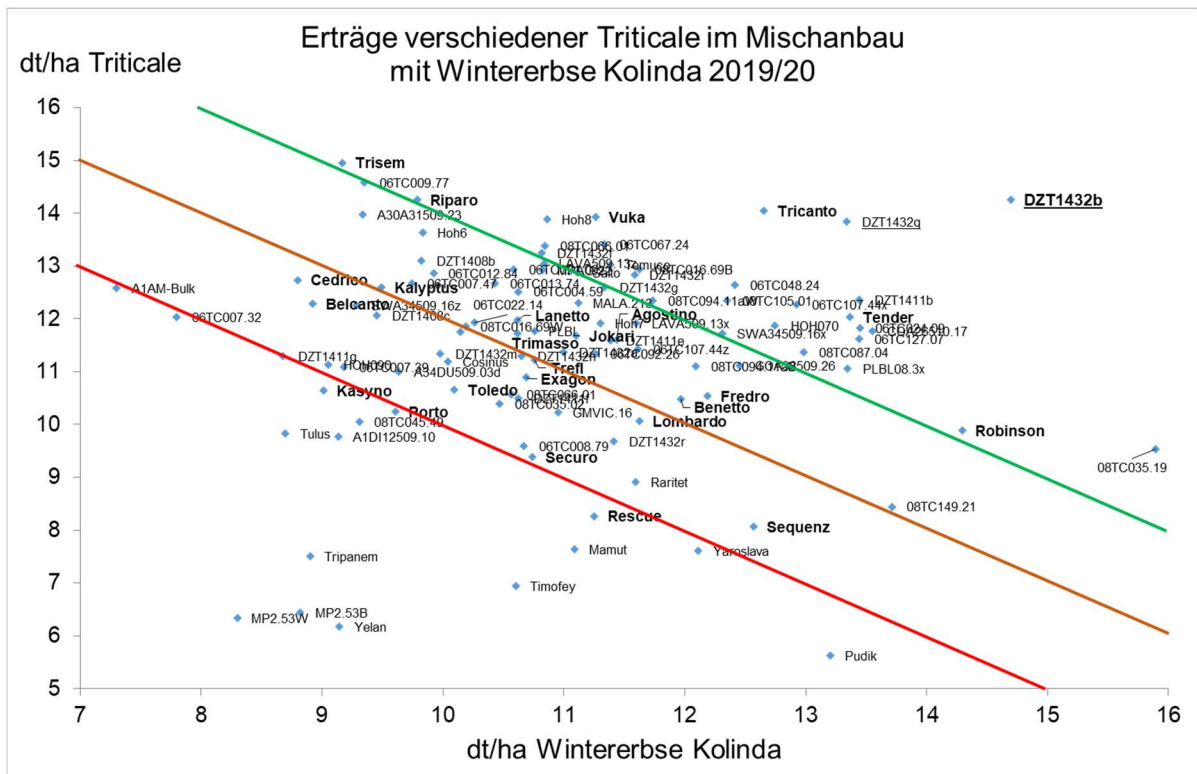


Abbildung 8 Ertragsanteile bei 100 Triticalearten und -zuchtstämmen in Relation zum Ertragsanteil der Wintererbse Kolinda im Mischfruchtanbau am Standort Köhlingen, Anbau 2019/20, Standardabweichungen Triticale: 0,6 dt/ha und Erbse: 1,4 dt/ha, ohne Korrelation. Punkte auf den Diagonalen von oben links nach rechts unten haben den gleichen Gesamtertrag.

Im Anbau 2020/21 fanden sich im Mischanbau mit Kolinda die Triticale Tender und Robinson wiederum im Bereich hoher Gesamterträge mit hohen Erbenanteilen. Tricanto war demgegenüber deutlich abgefallen (Abbildung 10). Für die Triticale Trisem, Riparo und 06TC009.77 ergab sich ein ähnliches Bild wie im Jahr zuvor.

Im Mischanbau mit Nischkes in 2020/21 fanden sich die Triticale Tricanto, Trisem und Riparo in einer deutlich besseren Situation, wogegen Robinson und Tender zurückfielen. Nur der Triticalestamm 06TC009.77 behauptete sich auch gegenüber Nischkes als Erbsenunterdrücker, obwohl die einzelnen Parameter nicht besonders extreme Werte bezüglich Wuchshöhe oder Pflanzenlänge, jedoch ein frühes Ährenschieben aufwies.



Abbildung 9 Versuchsteil, Triticale in Nischkes' am Standort Köhlingen 13.Juli 2021 mit den noch stehenden Triticale AiAm-Bulk und 08TC019.69b bei starker Unterdrückung von Nischkes.

Allerdings zeigte 06TC009.77 neben dem erst in 2020/21 mitgeprüften Ramdam auch im Reinanbau die höchsten Erträge. Trisem und Riparo hoben sich durch ausgeprägt breite Blätter, Trisem noch dazu in Wuchshöhe und Pflanzenlänge hervor, was ihnen gegenüber der Erbse Kolinda Vorteile bis hin zur Unterdrückung der Erbsen verschafft hat. Ähnlich konnten auch die Zuchtstämme 08TC019.69b und AIAM-Bulk - vom Typ her mit 06TC009.77 vergleichbar - die Erbse Nischkes in der Entwicklung unterdrücken.

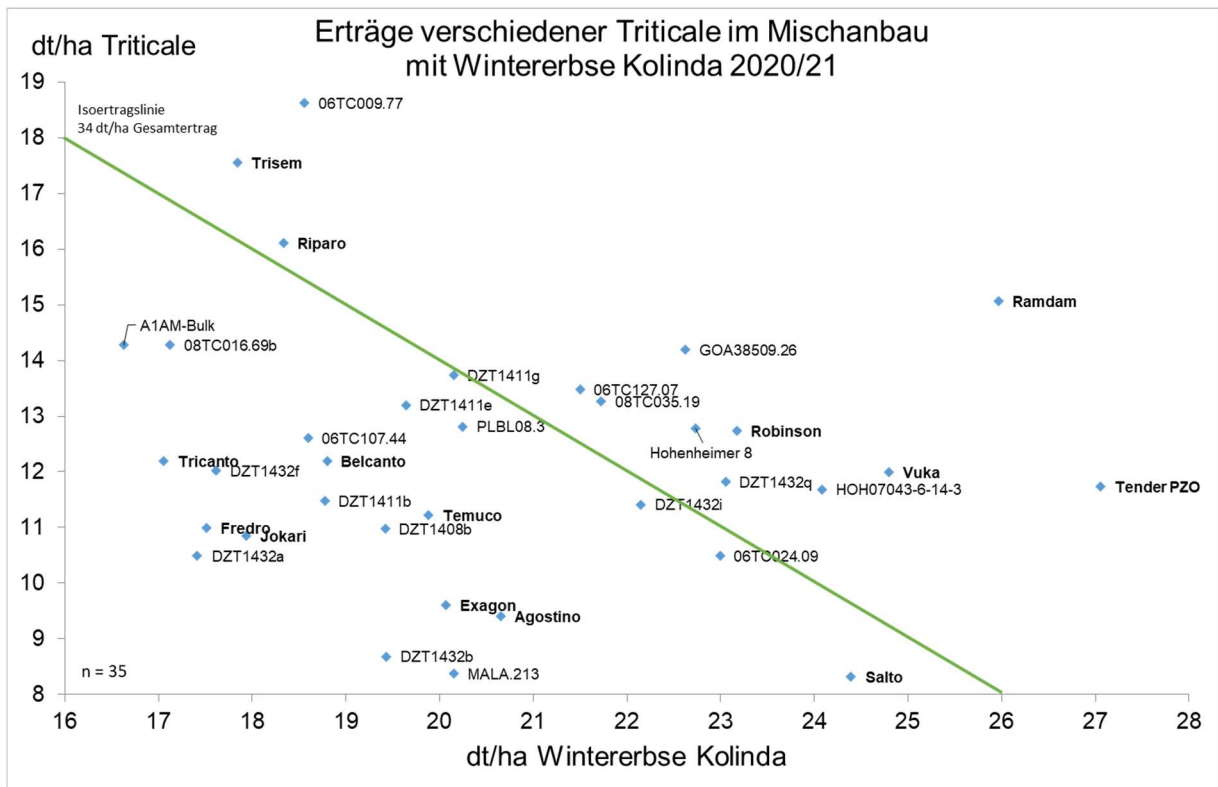


Abbildung 10 Ertragsanteile bei 35 Triticalesorten und -zuchtstämmen in Relation zum Ertragsanteil der Wintererbse Kolinda im Mischfruchtanbau am Standort Köhlingen, Anbau 2020/21, Standardabweichungen Triticale: 1,6 dt/ha und Erbse: 1,9 dt/ha, ohne Korrelation.

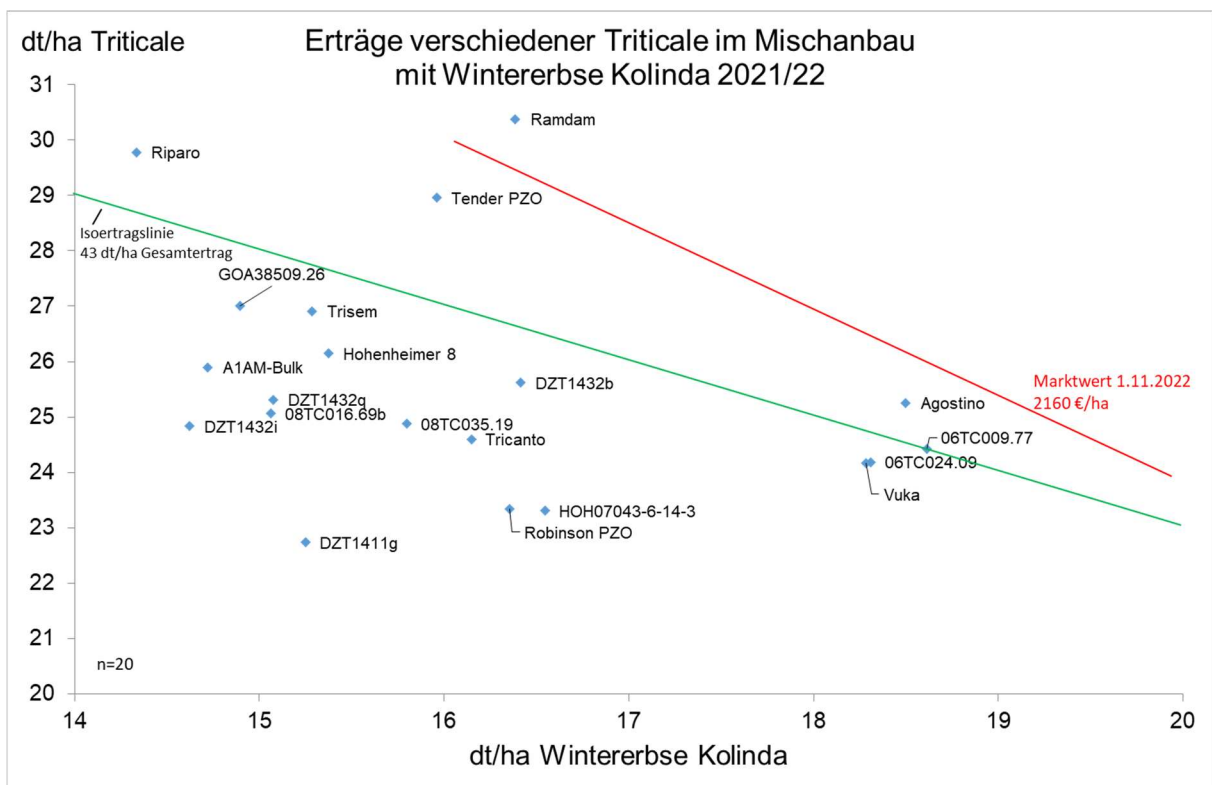


Abbildung 11 Ertragsanteile bei 20 Triticalesorten und -zuchtstämmen in Relation zum Ertragsanteil der Wintererbse Kolinda im Mischfruchtanbau am Standort Köhlingen, Anbau 2021/22, Standardabweichungen Triticale: 0,7 dt/ha und Erbse: 0,5 dt/ha, ohne Korrelation.

Im dritten Versuchsjahr verschoben sich die Verhältnisse am Standort Köhlingen für den Mischanbau mit Kolinda wieder etwas, wobei Ramdam und Tender im Gesamtertrag hervortraten, jedoch mit einem Übergewicht im Triticaleertragsanteil. Mit Agostino und Vuka konnten deutlich höhere Erbsenertragsanteile erzielt werden, jedoch zu Lasten des Gesamtertrages (Abbildung 11). Bei Zugrundelegung der Rohwarenpreise am 1.11.2022 (Triticale 40 €/dt, Erbse 60€/dt) war die Mischung mit Agostino vergleichbar mit der Mischung mit Tender bei deutlich mehr Erbsenanteil.

Über alle fünf Prüfungen hinweg hoben sich von den im Handel erhältlichen Triticalesorten, soweit hier bis zuletzt mitgeprüft, Ramdam und Tender vor allem im Triticaleertragsanteil hervor (Abbildung 4). Für den Standort Köhlingen käme auch noch Vuka in Frage, wobei sich größere Schwankungen im Verhältnis der Ertragsanteile zeigten. Über alle Standorte hinweg fiel Robinson in den relativen Ertragsanteilen gegenüber dem anfänglich positiven Abschneiden in Köhlingen deutlich zurück.

DISKUSSION

Die beiden in der Ertragsdatenanalyse hervorstechenden Sorten Ramdam und Tender zeigten keine besonderen Auffälligkeiten in den erfassten Parametern. Aber gerade das scheint ganz wesentlich für die Mischfruchteignung von Triticale zu sein. Auch das Fehlen linearer Regressionen einzelner Parameter zum Erbsenertrag war zunächst enttäuschend. Bei genauerem Hinsehen zeigte sich dann aber, dass die im Hinblick auf den Erbsenertrag interessanteren Triticale eben weder in der einen, noch in der anderen Einseitigkeit zu finden sind, sondern gerade bei mittlerer Ausprägung einen regelrechten Schwerpunkt zeigten. Es wurde aus der Anschauung der Pflanzenbestandsentwicklung über Winter und im Frühjahr verständlich. Denn im Wuchs sehr flach bleibenden Triticale, die eben auch im Testsortiment immer die besonders Spätreifen waren, boten den jungen Erbsenpflanzen keinerlei Schutz gegenüber kalten Winden. Die sich schon früh aufrichtenden und eher üppig in der Jugendentwicklung voranschreitenden Typen, die auch bevorzugt unter den sehr Frühreifen zu finden waren, beschatteten die Erbsenpflanzen schon sehr früh besonders ausgeprägt. Üppigere Erbsen, die mit den frühreifen Triticale mitwachsen könnten, aber auch eine ausgeprägte Winterhärte haben, waren bis zum Versuchsbeginn nicht bekannt. Wintererbsen mit ausgeprägter Winterhärte zeichneten sich bislang dadurch aus, dass sie bis die Tageslängen deutlich zunehmen, sehr klein und dunkelgrün bleiben. Der komplexe Zusammenhang von üppigem Jugendwachstum, breiten Blättern und Frühreife ermöglicht im Hinblick auf die Züchtung für die Vorselektion von Zuchtstämmen eine Einschränkung auf die Erfassung der Jugendentwicklung in der letzten Märzdekade, um die mittleren Ausprägungsformen als für Mischfruchtanbau besser geeigneten ausmachen zu können. Triticale, welche zu dieser Zeit sehr kurz bzw. flachwüchsig oder besonders üppig und hochwüchsig sind, kommen im Hinblick auf die Mischfruchteignung aller Voraussicht nach nicht in Frage. Allerdings sollte von der Bevorzugung mittelfrüher Sorten nicht abgewichen werden, da ein zu langes Warten auf die Abreife von Triticale für bisher alle bekannten Wintererbsen von Nachteil ist, da diese durch Hülsenplatzen oder, insbesondere bei hoher Lagerneigung, Verpilzung gefährdet sind. Inwieweit eine sortenspezifische Durchwurzelung des Bodens durch bestimmte Triticaletypen zu Vor- oder Nachteilen für die Erbsen führen kann, muss offenbleiben. Dies zu ergründen wäre sehr aufwändig und würde letztendlich dennoch auf eine indirekte Selektion über Ertragsanteile im Mischfruchtanbau hinauslaufen.

FAZIT

Triticale mit besonderer Mischfruchteignung waren in den Versuchen eher unauffällige Typen von mittlerer Blattbreite, mittlerer Jugendentwicklung und mittlerem Ährenschieben. Pflanzenlänge begünstigte einen höheren Triticaleertragsanteil unter den ökologischen Anbaubedingungen, aber kürzere Triticale waren nicht prinzipiell von Nachteil für einen hohen Gesamtertrag. Auf die Durchführung einer praktischen Kombinationseignung in Form von Mischfruchtertragsprüfungen sollte nicht verzichtet werden, denn eine Sorte mit mittleren Ausprägungen der untersuchten Parameter ergibt noch nicht notwendigerweise den höchsten Gesamtertrag. Triticalesorten mit mittleren Ausprägungsstufen, die bei Ertragsprüfungen im Reinanbau sehr gut abschneiden, sollten aber auch im Mischfruchtanbau besonders geeignet sein. Ein sehr gutes Abschneiden in ökologischen Triticalesortenversuchen aufgrund besonders üppiger Jugendentwicklung wird aber aller Voraussicht nach im Mischfruchtanbau zu Enttäuschungen hinsichtlich des Erbsenertragsanteils führen. Aufgrund der anhand der Versuchsergebnisse gewonnenen Erkenntnisse, kann in der Sortenentwicklung nun gezielt auf die Eignung von Triticale für einen Mischfruchtanbau selektiert werden.